



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



Стефан М. Стјепановић

УТИЦАЈ КЛИМЕ НА РАСТ И ВИТАЛНОСТ  
СТАБАЛА У ЗАВИСНОСТИ ОД  
ХОРИЗОНТАЛНОГ И ВЕРТИКАЛНОГ  
РАСПРОСТРАЊЕЊА БУКОВИХ ШУМА

Докторска дисертација

Нови Сад, 2019

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

## Кључна документацијска информација

|  |   |
|--|---|
| Редни број:<br>РБР                         |   |
| Идентификациони број:<br>ИБР               |   |
| Тип документације:<br>ТД                   | Монографска документација   |
| Тип записа:<br>ТЗ                          | Текстуални штампани материјал   |
| Врста рада:<br>ВР                          | Докторска дисертација   |
| Име и презиме аутора:<br>АУ                | Стефан Стјепановић, мастер инжењер  |
| Ментор (титула, име, презиме, звање)<br>МН | <b>др Братислав Матовић</b> , научни сарадник, Институт за низијско шумарство и заштиту животне средине, Нови Сад<br><br><b>Проф. др Саша Орловић</b> , редовни професор Пољопривредни факултет у Новом Саду; научни саветник, Институт за низијско шумарство и заштиту животне средине, Нови Сад |
| Језик публикације:<br>ЈП                   | Српски језик  |
| Језик извода:<br>ЈИ                        | Српски/ Енглески  |
| Земља публикавања:<br>ЗП                   | Република Србија  |
| Уже географско подручје:<br>УГП            | АП Војводина  |
| Година:<br>ГО                              | 2019.   |
| Издавач:<br>ИЗ                             | Ауторски репринт  |
|  |   |

|  |  |
|--|--|
| Место и адреса:<br>МА                  | Пољопривредни факултет, Трг Доситеја<br>Обрадовића 8, 21 000 Нови Сад  |
| Физички опис рада:<br>ФО               | Број поглавља 7/ страница 256/ слика<br>172/ табела 44/ референци 269/   |
| Научна област:<br>НО                   | Биотехничке науке  |
| Научна дисциплина:<br>НД               | Агрономија- Шумарство  |
| Предметна одредица, кључне речи:<br>ПО | Буква, клима, дендроекологија, години,   |
| УДК:                                   | 572.021:551.583.4:582.632.2(043.3)   |
| Чува се:<br>ЧУ                         | Библиотека Пољопривредног факултета<br>у Новом Саду, трг Доситеја Обрадовића<br>8, Нови Сад  |
| Важна напомена:<br>ВН                  |  |
| Извод:<br>ИЗ                           | <p>Докторска дисертација се бави проучавањем утицаја климе на букове шуме у Републици Србији и Републици Српској. Буква је врста која подноси сушне периоде, али уколико се сушни периоди учестало понављају могу негативно утицати на прираст и виталност ових шума. С обзиром на повећање броја и трајања сушних периода, према различитим климатским сценаријима, у будућности се може очекивати померање граница ареала букових састојина ка већим надморским висинама.</p> <p>Циљ овог рада био је истражити утицај климе на раст и виталност стабала букве у две различите климатске зоне (Илирска и Мезијска провинција), у зависности од вертикалног распрострањења букових шума (доња граница, еколошки оптимум и горња граница), сагледати дугорочни утицај температуре и падавина на раст и виталност и идентификовати утицај екстремних временских прилика на раст и виталност стабала букве.</p> <p>Резултати су приказани појединачно по</p> |

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
|                                    | <p>локалитетима, а затим су груписани и обједињени по географским зонама и надморским висинама. За сваки локалитет урађена је дескриптивна статистика за узоркована стабла, приказане су хронологије тих стабала и анализирани климатске карактеристике подручја. Ширина година је стављена у корелацију са температурама ваздуха и са количином падавина. Анализиран је и утицај екстремних временских прилика на раст букових шума.</p> <p>Резултати показују да је утицај климе на раст стабала букве израженији у мезијској него у илирској провинцији. Хронологије стабала са доње границе имају израженије пикове него хронологије стабала које се налазе у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума, што значи да је промена климе значајније утицала на ширину година на нижим надморским висинама.</p> <p>У буковим шумама у Србији и Републици Српској постоји смањење ширине година, односно дебљинског прираста у зависности од промене температуре ваздуха и количине падавина. Ово смањење је израженије на доњој граници и у оптимуму него на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума, али није још увек великих размера да би утицало на померање ареала букових шума и повлачења букве на веће надморске висине.</p> <p>И у илирској и у мезијској провинцији у све три зоне вертикалног распрострањења букових шума забележено је смањење ширине година у изразито сушним годинама, а код неких локалитета забележено је смањење ширине година и у годинама након изразито сушних година.</p> |
| Датум прихватања теме од стране НН | 05. септембар 2017. године   |

|  |   |
|--|---|
| већа:<br>ДП  |   |
| Датум одбране:<br>ДО   |   |
| Чланови комисије:<br>(име и презиме / титула / звање / назив<br>организације / статус)<br>КО | <p>Председник: <b>проф. др Бранислава Лалић</b>, ванредни професор, Пољопривредни факултет у Новом Саду</p> <hr/> <p>Члан: <b>проф. др Том Леванич</b>, ванредни професор Биотехнички факултет Универзитета у Љубљани; научни саветник, Институт за шумарство Словеније</p> <hr/> <p>Члан: <b>др Дејан Стојановић</b>, научни сарадник, Институт за низијско шумарство и заштиту животне средине, Нови Сад</p> <hr/> <p>Ментор: <b>др Братислав Матовић</b>, научни сарадник, Институт за низијско шумарство и заштиту животне средине, Нови Сад</p> <hr/> <p>Ментор: <b>проф. др Саша Орловић</b>, редовни професор Пољопривредни факултет у Новом Саду; научни саветник, Институт за низијско шумарство и заштиту животне средине, Нови Сад</p> <hr/> |

UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF AGRICULTURE

## Key Word Documentation

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Accession number:<br>ANO       |  |
| Identification number:<br>INO  |  |
| Document type:<br>DT           | Monograph documentation  |
| Type of record:<br>TR          | Textual printed material   |
| Contents code:<br>CC           | PhD Thesis   |
| Author:<br>Au                  | Stefan Stjepanović, M. Sc.   |
| Mentor:<br>MN                  | <b>dr Bratislav Matović</b> , scientific associate,<br>Institute of lowland forestry and<br>environment Novi Sad<br><br><b>dr Saša Orlović</b> , Full professor, Faculty of<br>Agriculture University of Novi Sad;<br>Scientific advisor, Institute for lowland<br>forestry and environment Novi Sad |
| Title:<br>TI                   | Impact of climate on growth and vitality of<br>trees in depending to horizontal and<br>vertical distribution of beech forests  |
| Language of text:<br>LT        | Serbian  |
| Language of abstract:<br>LA    | Serbian/ English   |
| Country of publication:<br>CP  | Republic of Serbia   |
| Locality of publication:<br>LP | Vojvodina  |
| Publication year:<br>PY        | 2019.  |
| Publisher:<br>PU               | Author's reprint   |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Publication place:<br>PP     | Faculty of Agriculture, Sq. Dositeja Obradovica 8, 21 000 Novi Sad   |
| Physical description:<br>PD  | Chapter number 7/ pages 256/ pictures 172/ tables 44/ references 269/  |
| Scientific field:<br>SF      | Biotechnology  |
| Scientific discipline:<br>SD | Agronomy- Forests  |
| Subject, Key words:<br>SKW   | European beech, climate, dendroecology, tree rings   |
| UDC:                         | 572.021:551.583.4:582.632.2(043.3)   |
| Holding data:<br>HD          | Library of Faculty of Agriculture in Novi Sad, Sq. Dositeja Obradovica 8, Novi Sad   |
| Note:<br>N                   |  |
| Abstract:<br>AB              | <p>The PhD thesis studies the climate influence on European beech forests in the Republic of Serbia and Republic of Srpska. European beech is a species that tolerates droughts, but if the dry periods often recur, they can negatively affect growth and vitality of these forests. Considering the increasing number and the duration of dry periods, according to various climate scenarios, in the future it can be expected that areals of the beech stands will be moved to the higher altitudes.</p> <p>The aim of this paper was to investigate the climatic effect on the growth and vitality of beech trees in two different climatic zones (Illyrian and Moesian provinces), depending on the vertical diffusion of beech forests (lower limit, ecological optimum and upper limit), considering the long-term influence of temperature and precipitation on growth and vitality and to identify the influence of extreme weather conditions on the growth and vitality of beech trees.</p> <p>The results are presented separately by sites, and then they are classified and unified by geographical zones and altitudes. Descriptive statistics for the sampled trees has been done</p> |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>for each site, the chronologies of these trees were showed, and the climatic characteristics of the area were analyzed. The width of tree rings is correlated with the air temperatures and the amount of precipitation. The influence of extreme weather conditions on the growth of beech forests has also been analyzed.</p> <p>The results show that the climatic influence on the growth of beech trees is stronger in the Moesian than in the Illyrian province. Chronology of trees of the lower limit has stronger peaks than the chronology of trees that are in the optimum and at the upper limit of the vertical diffusion of beech forests, which means that the climate change significantly influenced the width of the tree rings at lower altitudes. In beech forests in Serbia and the Republic of Srpska there is decrease in the width of the tree rings, i.e. the diameter growth depending on the change in air temperature and the amount of precipitation. This reduction is stronger at the lower limit and in the optimum than at the upper limit of the vertical diffusion of beech forests, but it is still not large-scaled to have the influence on the movement of areal of beech forests and the moving of beech to higher altitudes. In the Illyrian and Moesic provinces, in all three zones of vertical diffusion of beech forests, the decrease in the width of tree rings in the exceptionally droughty years has been recorded, and in some regions the decrease in the width of tree rings has also been recorded in years after extremely dry years.</p> |
| Accepted on Scientific Board on:<br>AS | September 5 <sup>th</sup> , 2017  |
| Defended:<br>DE                        |   |
| Thesis Defend Board:<br>DB             |   |



President: **dr Branislava Lalić**, Associate professor, Faculty of Agriculture University of Novi Sad

---

Member: **dr Tom Levanič**, Associate professor Biotechnical faculty University of Ljubljana Slovenia; Scientific advisor, Institute for forest Slovenia

---

Member: **dr Dejan Stojanović**, scientific associate, Institute of lowland forestry and environment Novi Sad

---

Mentor: **dr Bratislav Matović**, scientific associate, Institute of lowland forestry and environment Novi Sad

---

Mentor: **dr Saša Orlović**, Full professor, Faculty of Agriculture University of Novi Sad; Scientific advisor, Institute for lowland forestry and environment Novi Sad

---

### Захвалница

Захваљујем се менторима др Братиславу Матовићу, др Саши Орловићу, члановима комисије др Дејану Стојановићу, др Тому Леваничу, др Бранислави Лалић као и професору Василију Исајеву на несебичној и пријатељској помоћи и подршци приликом израде докторске дисертације.

Посебну захвалност дугујем проф. др Саши Орловићу и проф. др Тому Леваничу на уступљеним дендрохронолошким лабораторијама на Институту за низијско шумарство и заштиту животне средине у Новом Саду и Институту за шумарство Словеније у Љубљани, у којим сам спровео већи део својих истраживања.

Такође желим да се захвалим бившем Декану Пољопривредног факултета у Источном Сарајеву, проф. др Весни Милић, садашњем Декану доц. др Дејани Станић и колегама из колектива Пољопривредног факултета у Источном Сарајеву који су имали разумевања за моје повремено одсуство, у сврху израде докторске дисертације.

Огромно хвала мојој породици, која је увек била уз мене све ове године, пролазила са мном и лепе и ружне тренутке, веровала у мене и несебично ми пружала сваки вид помоћи и подршке, почев од најранијих школских дана па до данас.

Велику захвалност дугујем и супрузи Мирјани и кћерки Даши, које су ми биле неисцрпан извор мотивације при изради докторске дисертације.

Ову докторску дисертацију посвећујем њима.

Нови Сад, 2019. године

## САДРЖАЈ:

|  |    |
|--|----|
| <b>1. УВОД</b> .....   | 1  |
| 1.1. СТАЊЕ ШУМА У СРБИЈИ И РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ .....   | 2  |
| 1.1.1. СТАЊЕ ШУМА У СРБИЈИ.....  | 2  |
| 1.1.2. СТАЊЕ ШУМА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ .....  | 3  |
| 1.2. АРЕАЛ, ТАКСОНОМИЈА И БИОЕКОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ БУКВЕ.....  | 4  |
| 1.3. АНАТОМСКА ГРАЂА И РАСТ СТАБАЛА БУКВЕ .....  | 6  |
| <b>2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА</b> .....   | 9  |
| 2.1. ДЕНДРОЕКОЛОШКА ИСТРАЖИВАЊА.....   | 9  |
| 2.2. КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ НА ГЛОБАЛНОМ, РЕГИОНАЛНОМ И ЛОКАЛНОМ НИВОУ И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА РАСТ И РАСПРОСТРАЊЕНОСТ ШУМСКИХ ЕКОСИСТЕМА ..... | 10 |
| 2.2.1. КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ НА ГЛОБАЛНОМ НИВОУ .....  | 10 |
| 2.2.2. КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ НА РЕГИОНАЛНОМ И ЛОКАЛНОМ НИВОУ .....   | 14 |
| 2.2.3. КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ И ШУМСКИ ЕКОСИСТЕМИ .....   | 18 |
| <b>3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА И РАДНЕ ХИПОТЕЗЕ</b> .....   | 25 |
| <b>4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД</b> .....  | 26 |
| 4.1. МАТЕРИЈАЛ .....   | 26 |
| 4.1.1. ИЗБОР ЛОКАЛИТЕТА.....   | 26 |
| 4.2. МЕТОД.....  | 29 |
| 4.2.1. ПРИКУПЉАЊЕ И ОБРАДА БИОЛОШКИХ ПОДАТАКА .....  | 29 |
| 4.2.2. ПРИКУПЉАЊЕ И ОБРАДА КЛИМАТОЛОШКИХ ПОДАТАКА .....  | 36 |
| <b>5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА</b> .....  | 41 |
| 5.1. ДЕСКРИПТИВНА СТАТИСТИКА.....  | 41 |
| 5.1.1. ЛОПАРЕ.....   | 41 |
| 5.1.2. ВЛАСЕНИЦА.....  | 43 |
| 5.1.3. ЈАХОРИНА .....  | 44 |
| 5.1.4. СРБАЦ.....  | 46 |
| 5.1.5. МРКОЊИЋ ГРАД.....   | 48 |
| 5.1.6. ИСТОЧНИ ДРВАР .....   | 49 |
| 5.1.7. ФРУШКА ГОРА.....  | 51 |
| 5.1.8. КОСМАЈ.....   | 52 |
| 5.1.9. ВРШАЧКИ БРЕГ .....  | 54 |

---

|   |     |
|---|-----|
| 5.1.10. ИСТОЧНА БОРАЊА .....                                      | 55  |
| 5.1.11. ЖЕЉИН.....  | 57  |
| 5.1.12. КУКАВИЦА .....  | 59  |
| 5.1.13. ГОЛИЈА.....   | 61  |
| 5.1.14. ВЛАСИНА.....  | 63  |
| 5.1.15. СТАРА ПЛАНИНА (БАБИН ЗУБ).....                            | 64  |
| 5.1.16. ДЕСКРИПТИВНА СТАТИСТИКА ЗА СВЕ УЗОРКОВАНЕ ЛОКАЛИТЕТЕ..... | 66  |
| 5.2. ХРОНОЛОГИЈЕ СТАБАЛА БУКВЕ.....                               | 68  |
| 5.2.1. ЛОПАРЕ.....  | 68  |
| 5.2.2. ВЛАСЕНИЦА.....   | 69  |
| 5.2.3. ЈАХОРИНА .....   | 69  |
| 5.2.4. СРБАЦ.....   | 70  |
| 5.2.5. МРКОЊИЋ ГРАД.....  | 71  |
| 5.2.6. ИСТОЧНИ ДРВАР.....   | 72  |
| 5.2.7. ФРУШКА ГОРА.....   | 73  |
| 5.2.8. КОСМАЈ.....  | 74  |
| 5.2.9. ВРШАЧКИ БРЕГ .....   | 75  |
| 5.2.10. ИСТОЧНА БОРАЊА .....                                      | 76  |
| 5.2.11. ЖЕЉИН.....  | 77  |
| 5.2.12. КУКАВИЦА .....  | 78  |
| 5.2.13. ГОЛИЈА.....   | 79  |
| 5.2.14. ВЛАСИНА.....  | 80  |
| 5.2.15. СТАРА ПЛАНИНА (БАБИН ЗУБ).....                            | 81  |
| 5.2.16. ХРОНОЛОГИЈЕ СТАБАЛА СВИХ АНАЛИЗИРАНИХ ЛОКАЛИТЕТА.....     | 82  |
| 5.3. АНАЛИЗА КЛИМАТСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПОДРУЧЈА.....              | 89  |
| 5.3.1. ЛОПАРЕ.....  | 89  |
| 5.3.2. ВЛАСЕНИЦА.....   | 92  |
| 5.3.3. ЈАХОРИНА .....   | 94  |
| 5.3.4. СРБАЦ.....   | 97  |
| 5.3.5. МРКОЊИЋ ГРАД.....  | 99  |
| 5.3.6. ИСТОЧНИ ДРВАР.....   | 102 |
| 5.3.7. ФРУШКА ГОРА.....   | 104 |
| 5.3.8. КОСМАЈ.....  | 107 |
| 5.3.9. ВРШАЧКИ БРЕГ .....   | 109 |

---

|   |     |
|---|-----|
| 5.3.10. ИСТОЧНА БОРАЊА .....  | 112 |
| 5.3.11. ЖЕЉИН.....  | 114 |
| 5.3.12. КУКАВИЦА .....  | 117 |
| 5.3.13. ГОЛИЈА.....   | 119 |
| 5.3.14. ВЛАСИНА.....  | 122 |
| 5.3.15. СТАРА ПЛАНИНА (БАБИН ЗУБ).....  | 124 |
| 5.4. УОЧЕНЕ КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ .....   | 127 |
| 5.5. КОРЕЛАЦИЈЕ ИЗМЕЂУ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА И ШИРИНЕ ГОДОВА .....  | 130 |
| 5.5.1. ЛОПАРЕ.....  | 130 |
| 5.5.2. ВЛАСЕНИЦА.....   | 132 |
| 5.5.3. ЈАХОРИНА .....   | 134 |
| 5.5.4. СРБАЦ.....   | 136 |
| 5.5.5. МРКОЊИЋ ГРАД.....  | 138 |
| 5.5.6. ИСТОЧНИ ДРВАР .....  | 140 |
| 5.5.7. ФРУШКА ГОРА.....   | 142 |
| 5.5.8. КОСМАЈ.....  | 144 |
| 5.5.9. ВРШАЧКИ БРЕГ .....   | 146 |
| 5.5.10. ИСТОЧНА БОРАЊА .....  | 148 |
| 5.5.11. ЖЕЉИН.....  | 150 |
| 5.5.12. КУКАВИЦА .....  | 152 |
| 5.5.13. ГОЛИЈА.....   | 154 |
| 5.5.14. ВЛАСИНА.....  | 156 |
| 5.5.15. СТАРА ПЛАНИНА (БАБИН ЗУБ).....  | 158 |
| 5.5.16. КОРЕЛАЦИЈЕ ИЗМЕЂУ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА И ШИРИНЕ ГОДОВА НА<br>СВИМ АНАЛИЗИРАНИМ ЛОКАЛИТЕТИМА..... | 159 |
| 5.6. КОРЕЛАЦИЈЕ ИЗМЕЂУ КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА И ШИРИНЕ ГОДОВА .....  | 171 |
| 5.6.1. ЛОПАРЕ.....  | 171 |
| 5.6.2. ВЛАСЕНИЦА.....   | 173 |
| 5.6.3. ЈАХОРИНА .....   | 175 |
| 5.6.4. СРБАЦ.....   | 177 |
| 5.6.5. МРКОЊИЋ ГРАД.....  | 179 |
| 5.6.6. ИСТОЧНИ ДРВАР .....  | 181 |
| 5.6.7. ФРУШКА ГОРА.....   | 183 |
| 5.6.8. КОСМАЈ.....  | 185 |

---

|  |            |
|--|------------|
| 5.6.9. ВРШАЧКИ БРЕГ .....  | 187        |
| 5.6.10. ИСТОЧНА БОРАЊА .....   | 189        |
| 5.6.11. ЖЕЉИН.....   | 191        |
| 5.6.12. КУКАВИЦА .....   | 193        |
| 5.6.13. ГОЛИЈА.....  | 195        |
| 5.6.14. ВЛАСИНА.....   | 197        |
| 5.6.15. СТАРА ПЛАНИНА (БАБИН ЗУБ).....   | 199        |
| 5.6.16. КОРЕЛАЦИЈЕ ИЗМЕЂУ КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА И ШИРИНЕ ГОДОВА НА СВИМ АНАЛИЗИРАНИМ ЛОКАЛИТЕТИМА..... | 200        |
| 5.7. УТИЦАЈ ЕКСТРЕМНИХ ВРЕМЕНСКИХ ПРИЛИКА НА РАСТ И ВИТАЛНОСТ СТАБАЛА БУКВЕ .....                  | 211        |
| 5.7.1. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ КОСМАЈ .....                                      | 215        |
| 5.7.2. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ ВРШАЧКИ БРЕГ ....                                 | 216        |
| 5.7.3. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ ЛОПАРЕ.....                                       | 217        |
| 5.7.4. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ КУКАВИЦА.....                                     | 218        |
| 5.7.5. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ ИСТОЧНА БОРАЊА .....                              | 219        |
| 5.7.6. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ МРКОЊИЋ ГРАД ..                                   | 220        |
| <b>6. ЗАКЉУЧЦИ.....</b>  | <b>222</b> |
| <b>7. ЛИТЕРАТУРА .....</b>   | <b>224</b> |

## 1. УВОД

Докторска дисертација под насловом „Утицај климе на раст и виталност стабала у зависности од хоризонталног и вертикалног распрострањења букових шума“ бави се актуелном тематиком- проучавањем утицаја климе на букове шуме у Републици Србији и Републици Српској.

Буква је врста која подноси сушне периоде, али уколико се сушни периоди учестало понављају могу негативно утицати на прираст и виталност букве (Milad et al., 2011). Кампиоли и сар. (Campioli et al., 2012) су установили да ће доћи до значајнијег смањења прираста уколико суша наступи у раној фази вегетационог периода, него када се сушни периоди јаве пред крај вегетационог периода. Оптимални станишни услови за раст и развој букве на Балканском полуострву су локалитети са умереном климом (Spanos, Gaitanis, 2010).

С обзиром на повећање броја и трајања сушних периода, према различитим климатским сценаријима, у будућности се може очекивати померање граница ареала букових састојина ка већим надморским висинама (Von Wuehlisch, 2004). Различита физиолошка и еколошка истраживања (Fotelli et al., 2002; Fang, Lechowicz, 2006; Geßler et al., 2007; Granier et al., 2000; Matyas et al., 2010; Lasermann, Brauning, 2011; Stojanović et al., 2013) су показала да је суша један од основних проблема који утиче на раст и виталност букве. Уколико се остваре предвиђени климатски сценарији, Стојановић и сар. (2013) истичу да ће већина букових шума на крају 21. века бити ван постојећих еколошких граница.

Крајем 20. и почетком 21. века, на Балканском полуострву констатовано је значајније сушење већег броја шумских дрвенастих врста. Бенистон и сар. (Beniston et al., 2007) процењују да ће у скорој будућности земље централне Европе имати температуре ваздуха као што сада има јужна Европа и Медитеран. То ће негативно утицати на шумске екосистеме (Shaver et al., 2000; Askeev et al., 2005; Maracchi et al., 2005) јер ће доћи до померања граница ареала врста према северу (Metzger et al., 2004; Shiyatov et al., 2005). У западној и централној Европи до краја века (2071-2100) доћи ће до смањења броја четинарских врста и њихове замене са лишћарским врстама због пораста температуре ваздуха и смањења влаге (Lasch et al., 2002; Lexer et al., 2002; Pretzsch, Dursky, 2002; Freeman et al., 2005; Коса et al., 2006). Брудмедов и сар. (Broodmeadow et al., 2005) наводе да ће климатским променама поред четинарских бити угрожене и лишћарске врсте, тј. да ће данашњи ареал многих мезотермних и мезофилних врста заузети ксеротермни и термофилни лишћари. Кутнар и Коблер (Kutnar, Kobler, 2011) су дошли до резултата да ће се до краја века учешће термофилних шума повћати до 50,4% по оптимистичном сценарију, а по песимистичном до 86,8%. Геслер и сар. (Geßler et al., 2007) тврде да буква до краја XXI века неће више бити доминантна врста у централној Европи.

У еколошкој групи мезофилних букових шума у Србији и Републици Српској не јављају се учестали сушни периоди, па екстремни климатски елементи и климатске

промене нису значајније утицале на ову врсту у Србији и Републици Српској. У овим државама нису забележена масовна сушења букових састојина, али постоје спорадична сушења букових стабала (Stojanović, 2014), док су у земљама у окружењу нпр. (Мађарска) констатована масовнија сушења букових шума (Lakatos, Molnar, 2009).

Најинтензивније сушење шума у Србији је констатовано у низијским шумама храста лужљака, пољског јасена и храста цера, а у планинским шумама код смрче (Radulović et al., 2014). Тренутно стање букових шума у Републици Србији и Републици Српској је задовољавајуће, буква није значајније угрожена сушењем, састојине су очуване и имају разнолику структуру (Matović et al., 2018). С обзиром да се према различитим климатским сценаријима предвиђа повећање температура и смањење количине падавина, постоји вероватноћа да ће доћи до масовијег сушења букових шума. Из тог разлога потребно је спровести детаљна дендрохронолошка истраживања која ће имати за циљ да истраже утицај различитих климатских елемената на прираст и виталност стабала букве, у непосредној прошлости, на подручју Србије и Републике Српске.

## 1.1. СТАЊЕ ШУМА У СРБИЈИ И РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

### 1.1.1. СТАЊЕ ШУМА У СРБИЈИ

Према Националној инвентури шума (Banković i sar., 2009.) укупна површина шума у Србији износи 2.252.400 ha или 29,1% територије, што Србију сврстава у средње шумовиту земљу. Стање шума према власништву у Србији је 53% : 47% у корист државних шума. Националном инвентуром шума Србије (2009) установљено је 49 врста дрвећа, од чега је 40 лишћарских и 9 четинарских. Буква заузима око 40,5 % запремине целокупног шумског фонда Србије, што је чини најзаступљенијом врстом по запремини и у приватним и у државним шумама. Најзаступљенија врста по површини у државним шумама је буква, а у приватним цер и буква. Букове шуме покривају 660 400 ha или 29,3% укупно обрасле површине, од чега 67,4% у државном власништву.

Буква гради и чисте и мешовите састојине. Чисте букове састојине заступљене су са 86,3%, а мешовите са 13,7% површине. У укупном шумском фонду знатно је учешће девастираних шума. Високе девастиране шуме чине 3,24%, а изданачке девастиране шуме 3,45% укупног шумског фонда.

Тренутно стање државних шума се може окарактерисати као задовољавајуће с обзиром да је просечна запремина у овим шумама  $185 \text{ m}^3/\text{ha}$ , а текући запремински прираст  $4,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ . У државном власништву преовлађују високе разнодобне шуме са 38,9%, затим изданачке шуме са 36,6%, високе једнодобне шуме 11,3%, шикаре 5,7%, шибљаци и лисничке шуме са 4,4%.

Шуме у приватном власништву су лошијег квалитета, што говори просечна запремина од  $133 \text{ m}^3/\text{ha}$  и текући запремински прираст  $3,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ . У приватном власништву доминирају састојине изданачког порекла са око 79,4%, састојине високог



порекла заузимају 16,9%, док је учешће култура и вештачки подигнутих састојина скромно (око 3,7%).

У погледу вертикалног распрострањења буква се од природе јавља од 100 па до 1700 m надморске висине. Букове састојине се јављају на свим типовима земљишта почев од врло киселих, преко неутралних до ултра базичних земљишта.

### 1.1.2. СТАЊЕ ШУМА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

Из Стратегије развоја шумарства Републике Српске (РС) 2011-2021 долазимо до податка да укупна површина шума и шумског земљишта Републике Српске према подацима Катастра шума и шумског земљишта износи 1.282.412 ha или 51,7% од укупне површине Републике Српске. Однос државних шума према приватним шумама је 78% : 22%. Укупна дрвна залиха шума Републике Српске износи 227.391.300 m<sup>3</sup>, од чега је 81,2% у својини државе, а 18,8% у приватном сектору. Према Просторном плану Републике Српске претпоставља се да је тренутна шумовитост већа за око 300.000 ha (CORINA програм). У својини Републике Српске од укупног шумског фонда налази се 982.893 ha (77%), а у приватној својини 281.965 ha (22%) шума без шумског земљишта. Осталих 1% (17.554 ha) отпада на узурпације.

Највише шума (око 60% од укупног шумског фонда РС) се налази у планинској зони (1000–1500 mпнв.), нешто мање (око 36% од укупног шумског фонда РС) их је у брдској зони (500–1000 mпнв.) а најмање (око 4%) у низијској зони (ниже од 500 mпнв.). Од главних врста шумског дрвећа у зони са надморском висином мањом од 500 m најзаступљеније су шуме храста китњака са око 95% површине, у брдској зони (500–1000 mпнв.) шуме букве са 47% површине, а у планинској зони (1000–1500 mпнв.) шуме букве и јеле са смрчом са 71% површине.

У државном власништву преовлађују високе шуме са 55,8%, изданачке шуме чине 17,7%, на површине подесне за пошумљавање и газдовање отпада 21,2%, док 5,3% отпада на површине неподесне за газдовање. У шумама у својини Републике Српске доминирају букове шуме када је реч о високим шумама са природном обновом (17,7%) и шуме јеле и смрче и букве, јеле и смрче (22%).

Када говоримо о изданачким шумама у Републици Српској у државном власништву су то углавном букове шуме (7,1%). Укупни годишњи запремински прираст у шумама у својини Републике је око 5.134.000 m<sup>3</sup>. Просечна залиха за све категорије шума у државној својини износи 247,4 m<sup>3</sup>/ha.

У државним шумама најзаступљенија категорија шума су високе шуме са природном обновом (47,1%), затим шумске културе (6,4%) и високе деградиране шуме (2,4%). У приватном власништву преовлађују изданачке шуме са 63,6%, високе шуме заузимају 34,1%, а површине подесне за пошумљавање и газдовање заузимају 2,2%. У приватним шумама када је реч о високим шумама са природном обновом доминирају храстове шуме (10,8%) и букове шуме (10,4%).

Када говоримо о изданачким шумама у Републици Српској у приватном власништву то су најчешће мешовите буково храстове шуме (20,3%).

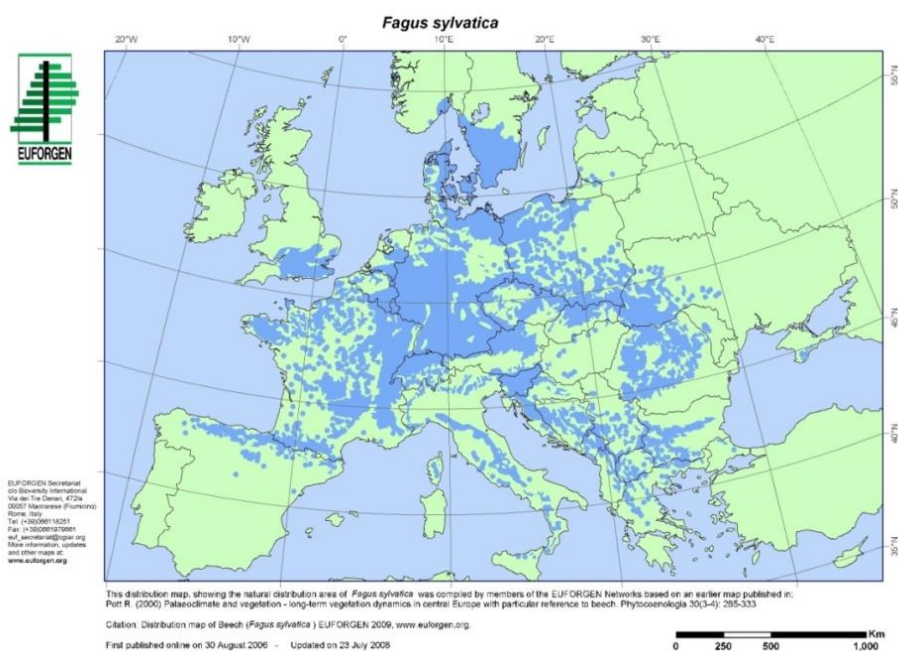
Европска буква (*Fagus sylvatica* L.) је једна од најважнијих шумских врста дрвећа у Босни и Херцеговини како са економског тако и са еколошког аспекта (Ballian i sar., 2012). Иста група аутора наводи према (Stefanović, 1977; Stefanović i sar., 1983; Veus, 1984) да у Босни и Херцеговини обична буква показује јако добру хоризонталну и вертикалну раслојеност, па се јавља од најнижих шумских појаса, где је у асоцијацији с храстом лужњаком и китњаком (*Fagetum submontanum*), потом расте у брдском појасу где чини чисте састојине (*Fagetum montanum*), те у најважнијем планинском појасу где у заједници с обичном јелом или са јелом и смрчком чини најзначајнију шумску заједницу буково-јелових шума (*Abieti fagetum*).

Из садашње структуре површина шума може се закључити да се еколошко-производне могућности шумских површина користе са највише 50% од продукционих могућности станишта.

## 1.2. АРЕАЛ, ТАКСОНОМИЈА И БИОЕКОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ БУКВЕ

Буква се од природе јавља у веома широком дијапазону, почев од севера у Шведској и Норвешкој (Јовановић, 1971), преко истока у Пољској (Lavadinović, Isaјев, 2002), западној Летонији, јужној Литванији и западној Русији (Volte et al., 2007), на југу на Балканском полуострву, централној Италији, планинским пределима Сицилије и Корзике (Lavadinović, Isaјев, 2002) и на западу до Француске и јужне Енглеске и северне Шпаније (Јовановић, 1971). Заузима простор од 37° до 60° северне географске ширине (СГШ) и од 8° до 35° источне географске дужине (ИГД).

На сл. 1 приказан је ареал букве у Европи према “European forest genetic resources programme” (EUFORGEN).



Слика 1: Ареал европске букве (*Fagus sylvatica* L.) [www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)

Поједини аутори сматрају да у Евроазији расте једна врста букве (*Fagus sylvatica* L.) са две подврсте: *F. sylvatica* spp. *sylvatica* и *F. sylvatica* spp. *orientalis* (Gömöry et al., 1999; Denk, 2003; Denk et al., 2002). Исајев (Isajev, 2005) истиче да поред обичне букве *Fagus sylvatica* L. у Европи расту још две врсте букве, *Fagus taurica* Popl. и *Fagus moesiaca* / Domin, Maly/ Czeczott. *Fagus taurica* Popl. која се јавља на Криму представља случајни хибрид између *F. sylvatica* L. и *F. orientalis* L., док мезијска буква карактеристична за Балканско полуострво представља интрогресијску хибридизацију *F. sylvatica* L. и *F. orientalis* L, и њихових хибрида. Паул и сар. (Paule et al., 1984) су дошли до закључка да разлике између *Fagus sylvatica* L. и *Fagus moesiaca* нису јако изражене као разлике између *F. sylvatica* и *F. orientalis*.

Матовић (2012) констатује да су у ранијим истраживањима, све до 1897. године систематичари сматрали да у Европи расте само једна врста букве (*Fagus sylvatica* L.), али према Томић (Томић, 2004) у синтаксономској диференцијацији шума Балкана различити аутори су узели у обзир постојање мезијске букве (*Fagus moesiaca*) и њен доста широк ареал, те су све шуме у којима је едификатор мезијска буква издвојили у посебну свезу. Све букове шуме Србије и Бугарске, северне Македоније и североисточне Црне Горе тако су сврстали у свезу мезијске букве *Fagion moesiacaе*.

Синтаксономски шуме букве у Србији припадају разреду евросибирских листопадних шума (*Quercu-Fagetea*), реду шуме букве (*Fagetalia sylvaticae*), подреду шуме мезијске букве (*Fagenalia moesiacaе*) и свези букових шума (*Fagion moesiacaе*). Ова свеза је подељена на 7 подсвеза, од којих су 4 издвојене на основу различитих надморских висина, а 3 на основу едафских разлика (Томић, 2006).

С обзиром на висинско диференцирање Томић (2006) констатује да су издвојене следеће подсвезе: брдске шуме букве (*Fagenion moesiacaе submontanum*), планинске шуме букве (*Fagenion moesiacaе montanum*), шуме букве и јеле (*Abieti-Fagenion moesiacaе*), субалпијске шуме букве (*Fagenion moesiacaе subalpinum*). Осим вертикално условљених фитоценоза јављају се и фитоценозе које су едафски условљене, а то су: шуме букве и црног граба (*Ostryo-Fagenion moesiacaе*), шуме букве и мечије леске (*Corylo colurnae-Fagenion moesiacum*) и ацидофилне шуме букве (*Luzulo-Fagenion moesiacaе*), наводе Цвјетићанин (Cvjetičanin, 2003), Јовановић и Цвјетићанин (Jovanović, Cvjetičanin, 2005).

Континентални делови Босне и Херцеговине припадају еуросибирској-северноамеричкој регији, а мањи део државе медитеранској и алпско-високогордијској регији (Horvatić, 1967). Ове регије деле се на провинције. Западна провинција је илирска и она обухвата хумидније крајеве, источна је мезијска и она обухвата аридније крајеве, а трећа је средњеевропска и она обухвате северне крајеве Босне и Херцеговине (Stefanović i sar., 1983). Брдске букове шуме се јављају на кречњачким подлогама у западној и југозападној Босни, а на силикатној подлози у централном и северном делу Босне. Брдске шуме букве на земљиштима богатим базама јављају се у свезама *Fagion Illyricum*. Термофилну варијанту букових шума чине фитоценозе *Seslerio autumnalis-Fagetum*, *Ostryo-Fagetum*, *Aceri obtusati-Fagetum*. Букове шуме на земљиштима сиромашним базама припадају свези *Luzulo-Fagion*. Ову свезу чини више фитоценоза: *Luzulo-Fagetum*, *Blechno-Fagetum* и *Musco-Fagetum*. Шуме букве и јеле без смрче су

климарегионалне шуме и распрострањене су у подручјима где се јаче осећа утицај медитеранске климе, тј. у јужним деловима Босне и Херцеговине. Шуме букве јеле и смрче су веома распрострањене у Босни и Херцеговини. Налазе се и на кречњацима и на кисело-смеђим и оподзољеним земљиштима. Субалпске шуме букве распрострањене су и на кречњачким и на кисело-смеђим земљиштима (Stefanović i sar., 1983).

### 1.3. АНАТОМСКА ГРАЂА И РАСТ СТАБАЛА БУКВЕ

Европска буква (*Fagus sylvatica* L.) је бакуљава и дифузно порозна врста. Боја свежег дрвета је бело-жута, а просушеног жуто-црвена. Код букве није ретка појава лажне срчевине, што указује на почетак трулежи. Прстенови прираста су концентрични са јасно израженом границом, а могу бити и валовити када их је тешко уочити (Гајић, 1987). Траке лигнума код дрвета букве су видљиве на сва три пресека и њихова ширина износи до 1 mm. Траке лигнума на попречном пресеку имају изглед радијалних линија, на радијалном пресеку се бојом и сјајем разликују од основне масе дрвета, а на тангенцијалном пресеку су у виду вретенастих линија, тамне боје дужине до 1 cm. Трахеје се не могу уочити простим оком. Дрво је тешко, тврдо, чврсто и средње еластично (Вилотић, 2000, стр. 108).

Што се тиче микроскопске грађе, на попречном пресеку унутар прстена прираста могу се уочити округле до јајасте трахеје које су појединачно или групно, равномерно распоређене. Трахеје које се формирају ближе граници года су мање, због чега је дрво које се формира у јесен тамније у односу на дрво које се формира у пролеће. Трахеје зрелог дрвета су испуњене тилама, чија је функција да испуне лумен трахеја и тако смање пермеабилност дрвета (Vilotić, Radošević, 2005).

Хормони раста (ауксин и цитокинин) подстичу деобу ћелије, раст и развој. Током година добрих еколошких услова, хормони раста се производе обилно у апикалном меристему и преносе се низ стабло у флоем дрвета и подстичу раст дуж читавог камбијума. У стресним годинама, недовољна количина хормона раста не може да покрене раст неких делова стабла, посебно у подножју дрвета па годови бивају местимично одсутни или се појављују само у одређеним деловима стабла. Хормони раста имају тенденцију да се крећу од врха (од грана) до корена, тако да је већа вероватноћа да недостају годови у близини пања (Speer, 2009).

Раст стабла на нашем поднебљу се обично остварује у периоду (април-октобар) и тај период се назива вегетациони период. Захваљујући активном и неактивном периоду стабла током целе године, стабла имају могућност да прикажу климу у различитим годишњим добима (Fritts, 1976). Раст стабла је неповратно увећање његових димензија и на њега утиче мноштво фактора спољашње средине. На пролећни раст стабла највише утичу температуре ваздуха и падавине текуће године и временске прилике у јесен претходне године. У летњим месецима раст зависи више од падавина и влажности земљишта него од температура (Dukić, Petrović, 2014). На раст стабла у састојини такође утиче положај стабла у односу на суседна стабла, обилност уroda

семена у претходној години, експозиција, нагиб терена итд. Стаменковић и Вучковић (Stamenković, Vučković, 1988) наводе да су мајске и јунске падавине одлучујуће за прираст свих истраживаних врста на подручју Србије.

Услов за почетак раста стабла у дебљину је остваривање минималне температуре ваздуха у крошњи, деблу и земљишту која ће да подстакне настајање хормона раста. Хормони раста (ауксин и цитокинин) подстичу деобу ћелије, раст и развој. Током година добрих еколошких услова, хормони раста се производе обилно у апикалном меристему и преносе се низ стабло у флоем дрвета и подстичу раст дуж читавог камбијума. У годинама у којим је биљка доживела стрес, недовољна количина хормона раста не може да покрене раст неких делова стабла, посебно у подножју дрвета па години бивају местимично одсутни, или се појављују само у одређеним деловима стабла. Хормони раста имају тенденцију да се крећу од врха (од грана) до корена, тако да је већа вероватноћа да недостају години у близини пања (Speer, 2009).

Поред просечне дневне температуре која треба да износи 5-10 °C, битне су и минималне температуре, јер ако температура падне испод одређене границе може да одложи почетак развијања пупољака и дебљински прираст (Dukić, Petrović, 2014). Влажност земљишта је такође битан фактор који утиче на почетак дебљинског прираста стабла (Dukić, Petrović, 2014).

Исти аутори наводе да дебљински прираст престаје након појаве мразева. Дебљински прираст престаје и ако нема мразева а наступе јесење температуре које инхибирају фитохормоне раста. Процес престанка раста почиње тако што се зауставља деоба ћелија, новонастале ћелије се диференцирају, њихови ћелијски зидови се слажу и дебљају. Већина шумских врста које се налазе у нашим крајевима почињу прирашћивати крајем априла а са растом престају у октобру (Stamenković, Vučković, 1988).

Стабло у току једне године формира један год, али постоји могућност да стабло у току исте године образује више година. Ти години се називају лажни години и настају кад због неповољних околности прираст стабла престане, а када се ограничавајући фактори врате у нормалу стабла настављају са нормалним растом. Лажни години се могу разликовати на попречном пресеку по томе што немају јасно дефинисане границе раног и касног дрвета (Stokes et al., 1996). У стаблу се услед слабих зима образују мразни години, који се хистолошки разликују од правих година јер имају искривљене ксилемске елементе и формирају паренхимске ћелије (Клерас, 1963).

Лажни години се могу користити за одређивање различитих утицаја на животну средину, као што је нпр. важност количине падавица у ограниченим климатским условима. Лажни години се обично јављају код брзорастућих врста дрвећа и код кодоминантног дрвећа (Copenheaver et al., 2004). Поједина стабла тропског климата формирају дифузне границе година када расту у оптималним условима и не морају никад да прекину раст. Због тога имају дифузне границе година без стварних промена у дебљини ћелијског зида. Често се год у другој години састоји од ћелија касног дрвета, јер настављају да се производе ћелије са дебелим зидовима што је карактеристично за крај вегетације.

Дешава се да код неуниформних стабала, тј. код стабала различитих по висини и пречнику долази до концентрисања већег броја година на малом простору. У овом случају, један или више година ће бити прикљештено, тако да два различита извртка са истог дрвета на истој висини ће дати потпуно другачије податке. Ако је превише година прикљештено, веома је тешко, па и немогуће уочити формиране године, чак и са преклапањем. Ове аномалије година могу се јавити код било које врсте дрвећа без обзира на њену порозност (Larson, 1994).

Код врста које се налазе на средњим и високим географским ширинама, мразни прстенови се јављају када температура ваздуха падне испод нуле током вегетационог периода. Постоје две различите хипотезе о томе како се формирају мразни прстенови. Прва тврдња је да мразни прстенови настају када се вода замрзава у луменима ћелија и ћелија се разара. Касније се камбијум дели и изгужване трахеиде се згњече и формирају карактеристичне мразне прстенове (Glock, 1951). Друго објашњење је да вода у стаблу у близини земље или у самој земљи замрзава али испаравање из крошњи се наставља па тако пропадају спољне ћелије које нису лигнифициране. Мразни прстенови су карактеристични за врсте у планинским пределима и могу се уочити код стабала која се налазе на великим надморским висинама.

Постоје такође и аномалије година настале услед тога што неке ваши сисају сок од ситних ћелијских оштећења камбијума и производе мрље на извртку. Оне на уздужном пресеку имају текстуру боје шампањца. Ова оштећења од ваши не могу се користити као показатељи година, осим ако не настану тако да се штета чини као посебан год (Speer, 2009).

Ожиљци од пожара су још једна карактеристична анатомска карактеристика која је узрокована местимичним одумирањем камбијума због високих температура изазваних ватром. Ожиљак се формира на месту где је камбијум убијен због високе температуре. Након убијања камбијума кора обично отпадне и дрво постаје незаштићено. Живи камбијум са обе стране ожиљка калусира, тј. расте брзо и завршава формирање ожиљка у структури дрвета. Живе камбијалне ћелије на рубу одумрлог камбијума су веће и прекривају повређени простор, тако да стабло може поново да расте. На основу детаљних испитивања времена настанка ожиљка, може се одредити и време настанка пожара (Speer, 2009).

## 2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

### 2.1. ДЕНДРОЕКОЛОШКА ИСТРАЖИВАЊА

Дендрохронологија је наука која се бави датирањем и проучавањем прстенова прираста дрвећа и жбуња (Smith, Lewis, 2007). Анализа година у прошлости представља ретроспективни мониторинг (Dukić, Petrović, 2014). Упоредивањем појединачних климатских фактора, као што су падавине, температура, сунчани периоди и индекси суше, са годишњим вредностима года, као што су границе года (Fritts, 1976), густина година (McCarroll et al., 2002; Schweingruber et al., 1978) или стабилни изотопи (McCarroll, Loader, 2004), могуће је идентификовати најважније климатске параметре раста дрвета и реконструисати их у назад у времену до периода када су узети извртци. То је могуће ако развијена хронологија года садржи значајан климатски сигнал и поседује довољну дужину инструменталних климатских података (Poljanšek et al., 2015).

Дендрохронологија се прожима са осталим научним дисциплинама попут дендроархеологије, дендроклиматологије, дендроекологије, дендроморфологије, дендроглациологије, дендрохидрологије, дендропирологије, дендроентомологије, дендрохемије и дендровулканологије. Дендроекологија је од 1980. године постала основа дендрохрололошких истраживања због повећања свести о загађењу шума у Северној Америци и Европи (Amoroso et al., 2017).

Да би се објасниле реакције букве на климатске промене, као и различит раст стабала у састојинама, изучавају се односи између ширине година букве и климе на месечном нивоу. Најчешће коришћене процедуре за проучавање односа између раста дрвета и климатских ограничења засноване су на корелацији између индикатора ширине прстена прираста и месечних климатских података (Fritts, 1976). Претпоставља се да дебљински прираст одражава физиолошке процесе, а средња месечна температура ваздуха и укупна количина падавина су у корелацији са климатским феноменима који утичу на физиологију стабла (Lebourgeois et al., 2005).

Дрвеће као дугогодишњи организам чува у годовима архиву претходних услова за раст. Та архива зависи од многих параметара као што су климатски услови, конкурентност стабала, поремећаји, карактеристике тла или специфични обрасци раста. За разлику од дрвећа које расте на граници распрострањења, где је често само један фактор ограничавајући (на пример, температура на планини), на дрвеће које расте у умереним шумама утичу различити климатски и еколошки параметри (Scharnweber, et al., 2011). Ово нам омогућава да се хронологија прошири до момента неког догађаја или чак до периода преко старости стабла. На пример, уколико знамо да је 1968. година била изузетно сушна година, читањем хронологије у том периоду наићи ћемо на јако уске године, што указује на периоде са малом количином падавина а високим температурама. Такође, помоћу дендрохронологије можемо одредити када је неки

објекат изграђен и када је неко стабло посечено. То утврђујемо поређењем плутајућих хронологија са живим хронологијама.

Према Фритсу (Fritts, 1976) принцип репликације омогућава повећање значајности еколошког сигнала. Уколико узоркујемо више узорака на једном стаблу или више стабала на једном локалитету поузданије можемо одредити да ли се заиста појављује нека карактеристика на том стаблу (нпр. лажни год) или на том локалитету (нпр. смањење ширине година у одређеној години).

Хоризонтално и вертикално зонирање вегетације пружа основу за дефинисање биоклиматских јединица у условима водећих дендроклиматских сигнала (Piovesan et al., 2005; Di Filippo et al., 2007), чиме се добија квантитативна биоклиматска класификација популација дрвећа. Ако постоје довољно дуге хронологије, могуће је истражити временску зависност између климе и раста (Biondi, 1999) и формулисати хипотезе о потенцијалним утицајима климатских промена на функционисање биљака и динамику заједница (Cook et al., 2001; Jump, Penuelas, 2005; Whittaker et al., 2005).

Годови дрвета су вредан биоиндикатор, који могу повезати више еколошких фактора који утичу на раст шума (Schweingruber, 1996). Дендроклиматска истраживања последњих деценија омогућила су разумевање утицаја надморских висина на раст стабала и реакцију стабла на различите еколошке чиниоце (Meko et al., 1993). Дендроеколошка истраживања су драгоцен алат научно заснован на управљању шумским екосистемима, повезивању биоклиматских и климатских варијација у производњи шума (Biondi, 1999; Piovesan, Schirone, 2000).

Ламарш и сар. (LaMarche et al., 1984) спровели су истраживања у САД-у и показали како статистичком анализом хронологија ширина прстенова прираста из еколошки различитих станишта може реконструисати климу појединих подручја и година. Они су дошли до закључака да раст стабала на горњој (северној) граници највише зависи од температуре ваздуха, а раст стабала која се налазе на доњој (јужној) граници вертикалног распрострањења највише зависи од количине падавина.

Циљ дендроекологије је одређивање односа између климе, услова станишта и раста стабала како би се одредили егзогени и ендогени фактори који утичу на раст фитоценоза.

## **2.2. КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ НА ГЛОБАЛНОМ, РЕГИОНАЛНОМ И ЛОКАЛНОМ НИВОУ И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА РАСТ И РАСПРОСТРАЊЕНОСТ ШУМСКИХ ЕКОСИСТЕМА**

### **2.2.1. КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ НА ГЛОБАЛНОМ НИВОУ**

Под климатским променама подразумевамо статистички значајне промене температуре, падавина, ветра и других климатских параметара који су евидентни у временском периоду од најмање 30 година, настале или природним путем или дејством човека (Whitlock, 2012). Фактори који покрећу климатске промене могу бити астрономске, геофизичке и биотичке природе. Астрономски фактори односе се



превасходно на активности на Сунцу, као и удаљености и положаја Земље у односу на Сунце. Геофизички фактори су повезани са тектонским активностима Земље. Биотички фактори представљају посредан и непосредан утицај живих бића на климу. Ови фактори могу се поделити на неантропогене и антропогене. Неантропогени фактори су екосистемски фактори на које је тешко утицати у циљу ублаживања климатских промена на глобалном нивоу. Антропогени фактори су они фактори који су настали дејством човека, и данас када се каже „климатске промене“ мисли се управо на ове факторе (Punišić, Azdejković, 2015).

Скоро четири деценије научници указују на поремећај осетљиве енергетске равнотеже планете Земље који настаје као последица загревања и хлађења планете. Из палеоклиматских истраживања може се видети да су се климатске промене дешавале и раније, али не оволиком брзином као данас, да се природни системи не могу адаптирати на њих (Pecelj, Pecelj, 2015; Rusenen, 2007). Астрономска теорија и Миланковићеви циклуси потврђују чињеницу да глобална климатска загревања постоје и без антропогеног дејства. Миланковић је кренуо од предпоставке да клима зависи од количине сунчевог зрачења коју приме различити делови Земљине лопте, што зависи од удаљености Сунца и положаја Земље (Пантић, 1979).

Клима на Земљи условљена је све више антропогеним факторима, којима се мења хемијска композиција атмосфере и гради ефекат стаклене баште (Pecelj, Pecelj, 2015). Угљен-диоксид ( $\text{CO}_2$ ) и други гасови стаклене баште пропуштају краткоталасно сунчево зрачење и апсорбују дуготаласно инфрацрвено зрачење земљишта, задржавајући тако сунчеву енергију која се одбија од тла и ствара ефекат стаклене баште. Захваљујући ефекту стаклене баште средња глобална температура ваздуха у приземном делу атмосфере је око  $15\text{ }^\circ\text{C}$ , а да нема ефекта стаклене баште била би  $-18\text{ }^\circ\text{C}$ , и не би био могућ живот на планети Земљи (Кадовић и сар., 2007). Сматра се да ће број становника до 2045. године на планети Земљи порасти са 7 на 9 милијарди, самим тим ће последице климатских промена постати све израженије, а питање заштите животне средине и одрживог развоја све актуелније (Ristić, Šljivančanin, 2015).

За анализу процене климатских промена и адаптацију на промене климе користе се тзв. IPCC сценарији (Intergovernmental Panel on Climate Change). Први извештај Међувладиног панела о климатским променама формиран је 2001. године (IPCC, 2001). Он је био основа за Оквирну конвенцију Уједињених нација о климатским променама која има за циљ стабилизацију концентрације гасова стаклене баште и спречавање опасаног утицај човека на климатски систем. Клима на Земљи условљена је све више антропогеним факторима, којима се мења хемијска композиција атмосфере и гради ефекат стаклене баште (Pecelj, Pecelj, 2015). Угљен-диоксид ( $\text{CO}_2$ ) и други гасови стаклене баште утичу на пренос енергије инфрацрвеног зрачења кроз атмосферу.

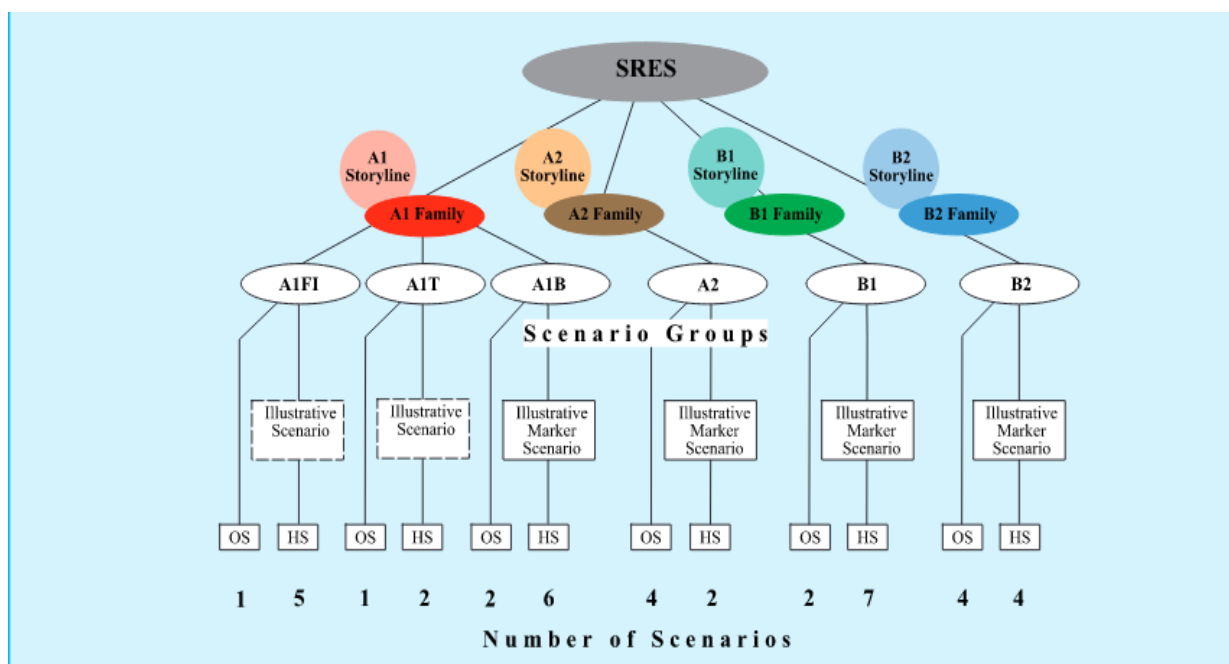
Нагле промене концентрације  $\text{CO}_2$  догодиле су се крајем последњег леденог доба, пре око 7000 година, и тада је уочено да је атмосферски  $\text{CO}_2$  знатно повећан (Petit et al., 1999). Да се ради о енормном повећању концентрације  $\text{CO}_2$ , говори податак да је у односу на преиндустријски период емисија гасова стаклене баште узрокована антропогеним фактором повећана за 79% у периоду (1970-2004) године (Simundrić, 2010). Иако се доста пажње посвећује ублажавању промена климе, годишње емисије

гасова стаклене баште порасле су у просеку 2,2% у периоду (2000-2010) у односу на период (1970-2000) година (IPCC, 2014).

Садашњи ниво гасова стаклене баште износи око 430 милионитих делова (ppm), а предвиђа се да ће до 2050. године достићи вредност од 550 ppm, што је скоро дупло у односу на преиндустријски период (280 ppm). Оваква концентрација гасова стаклене баште је изазвала повећање температура ваздуха на планети за више од 0,5 °C, а очекује се да до краја века просечна температура на планети Земљи порасте за више од 2 °C у зависности од климатског модела који се користи (IPCC, 2013; Simundrić, 2010).

Глобално, ниво CO<sub>2</sub> расте из дана у дан и то представља један од главних узрока климатских промена. Према (IPCC, 2014) 9. мај 2013. године забележен као датум са изузетно високим дневним просеком концентрације CO<sub>2</sub>, који је премашио чак 400 (ppm). Исти ниво је поново достигнут у марту 2014. године што указује да су у две узастопне године, забележене вредности нешто веће од граничних (350 ppm).

Постоји 40 различитих SRES (Special Report on Emission Scenarios) сценарија Међувладиног панела о климатским променама (сл. 2). Предност ових модела је што имају интегрисан приступ у решавању проблема емисије гасова стаклене баште са демографског, социјалног, економског и технолошког аспекта. Емисиони (SRES) сценарији се деле на 4 групе „породице“ (A1, A2, B1 и B2). Сценарија из групе А имају фокус на пројекцијама економског раста а сценарија из групе Б на животној средини. Сценарија из групе 1 заснивају се на глобализацији, а сценарија из групе 2 на регионализацији (Nakicenovic et al., 2000; IPCC, 2000).



Слика 2: Шематски приказ SRES сценарија  
<http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/003.htm>

Сценарија будуће климе показују да уколико се значајно не ограничи емисија гасова стаклене баште, пораст средње глобалне температуре до краја века може бити преко 4 °C, а интензитет и учесталост екстремних догађаја биће повећани (IPCC, 2013).

Четврти извештај Међувладиног панела о климатским променама наводи да постоје довољно јасни докази да је глобална температура током 20. века порасла за 0,6 °C, а ниво мора се повећао за 20 cm. Извештај предвиђа да би до 2100. године глобална температура могла да порасте од 1,4 до 5,8 °C, а ниво мора до 88 cm (IPCC, 2007).

Пети извештај Међувладиног панела за климатске промене потврдио је човеков утицај на промену климе (IPCC, 2013). Средња глобална температура порасла је за 0,85 °C у периоду од 1880-2012. године. Уочен је пораст нивоа и киселости океана, смањење површине северне ледене плоче у летњим месецима, смањење масе бројних глечера, пад средње стратосферске температуре и смањење површине снежног покривача северне хемисфере у пролеће (IPCC, 2013).

Глобални ниво мора је порастао у односу на прошли век. Стопа раста је посебно велика у последњој деценији (Chruch, White, 2006). Петерсон и сар. (Peterson et al., 2009) су дошли до закључка да је интензивније загревање наше планете почело од 1971. године, а већ од 1981. године наступа 20 најтоплијих година. У 2014. години је забележена највећа средња температура од 1880. године, тј. од када се врше континуирана мерења температуре. Ова информација указује да је 2014. година била најтоплија година до тад. Након 2014. године, уследио је низ од три још топлије године (2015., 2016. и 2017.). Овакав низ од четири везане екстремно топле године није још никад забележен (NASA, 2018)

Сведоци смо појаве све топлијих лета и блажих зима, без снежних падавина. Све је то последица повлачења ледника на веће висине на планинама умереног појаса, издизања нивоа светског океана, надирања шума према појасу тундри у вишим географским ширинама, смањивања површина под стално смрзнутим земљиштем у северној Европи и опадања нивоа воде у језерима. Готово да нема државе у субтропском појасу где се свакодневно не догађају пожари. Суше су пратећа појава а штете настале дејством високих температура су огромне и ненадокнадиве (Pecelj, Pecelj, 2015).

Глобална анализа падавина у периоду од 1900. до 2005. године показује тренд пораста годишњих сума у северној и јужној Америци, северној Европи, Азији и Аустралији, док су негативни трендови годишњих сума падавина уочени у западној и јужној Африци, Сахелу, јужној Азији и Медитерану (Trenberth et al., 2007). Повећана количина падавина у летњим месецима може позитивно утицати на шуме у северним деловима, посебно на оне које су угрожене високим температурама (Barber et al., 2000).

Сматра се да до средине овог века Арктик неће бити залеђен у летњем периоду, што ће изазвати нестанак многих врста које живе на њему (Pecelj, Pecelj, 2015).

Прогнозе су да ће по А2 сценарију, једном од екстремнијих сценарија, температура порастати за чак 3,8 °C до 2100 године, да ће лета бити дужа и топлија, а године са већим температурним амплитудама (Воžанић, Гаšperiћ, 2010). Тако брз раст температура би у потпуности изменио географске појасеве и географске зоне планете Земље. Плодне области би постале сушне, у пустињама би наступили чести кишни

периоди, отапање глечера би проузроковало издизање нивоа мора за око 2 m, што би даље довело до потапања многих важних економских зона и бројних острва (Pecelj, Pecelj, 2015).

Брзина климатских промена постаје најважнији покретач промена биодиверзитета, што води до стопе убрзаног изумирања врста. Сматра се да ће око 30% сисара, птица и водоземаца у овом веку бити истребљено. Губитак биодиверзитета може повећати осетљивост водених и копнених екосистема на климатске промене и киселост океана, што смањује њихове безбедне граничне нивое. Васиљевић и сар. (Vasiljević i sar., 2015) су мишљења да се треба што пре прилагодити променама климе, без обзира на напоре који се улажу да се пронађу мере за смањење штетних гасова стаклене баште у атмосфери. Ефективно прилагођавање на промене климе неће бити могуће без последица на друштво и животну средину (Tol et al., 2006).

Милинчић и сар. (Milinčić i sar., 2014) наводе да се губитак биодиверзитета масовно повећао захваљујући антропогеним активностима. Континуирано фаворизовање пољопривредних врста које су од користи човеку, узрок је хомогенизације и осиромашења биодиверзитета. Сличне последице се догађају и приликом промене начина употребе земљишта, као и промене природних екосистема у пољопривредна или урбана подручја.

Као одговор на промену климе у Оквирној конвенцији Уједињених нација о променама климе (United Nations Framework Convention on Climate Change) дефинишу се два појма: умањење промена смањењем гасова стаклене баште и адаптација на промене (IPCC, 2007). Потписивањем Кјото протокола многе земље су се обавезале да ће прилагодити национално законодавство и предузети одговарајуће мере за смањење укупних емисија гасова стаклене баште.

Осим климатолога и метеоролога, климатским променама у скорије време почели су да се баве и географи, биолози, еколози, хидролози, агрономи, шумари и многи други (Pecelj, Pecelj, 2015).

### **2.2.2. КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ НА РЕГИОНАЛНОМ И ЛОКАЛНОМ НИВОУ**

На простору Балкана вршено је моделирање климе помоћу регионалног модела и вршена су предвиђања будућих климатских услова. Регионални климатски модел EBU-ROM је потпуно повезан атмосферско-океански модел (Ђурђевић, Rajković, 2008, 2010). Начин повезивања две компоненте базиран је на физичким принципима размене енергије и масе на граници између атмосфере и мора (Ђурђевић, 2010). Према резултатима EBU-ROM модела до краја века температура у Србији би могла порастати за 4 °C у односу на средњу температуру из референтног периода 1961-1990 по A1B сценарију. Аномалије средњих годишњих акумулација падавина по истом климатском моделу и истом климатском сценарију (A1B), нам указују да бисмо крај века дочекали са перманентним дефицитима од неколико процената, у односу на референтни период 1961-1990 године (Ђурђевић i sar., 2015).

На читавом Балканском полуострву у периоду 1982-1991. године забележено је смањење количине падавина за око 20%, нарочито у зимском периоду (Sahsamanoglou et al., 1997). Смањење количине падавина у зимском периоду поред Балканског полуострва уочено је и у јужној Европи, Медитерану, неким деловима северне Европе и делу Скандинавије (Hurrell, van Loon, 1997). У Бугарској крајем осамдесетих година двадесетог века забележено је 11 узастопних година са смањеним количинама падавина што је значајно утицало на сушне периоде на овом подручју (Velev, 1996).

Зима 2011. била је једна од најхладнијих у последњих неколико деценија, па је уследило јако топло лето које је изазвало велике суше и проузроковало пожаре. У пролеће 2014. године подручје Балкана је погодио Vb циклон који је проузроковао поплаве великих размера у Хрватској, Босни и Херцеговини и Србији (Stadtherr et al., 2016).

Стојановић и сар. (Stojanović et al., 2013) констатују да би по остварењу климатског сценарија (A1B) шумски екосистеми претрпели драстичне промене, а Стојичић (2014) тврди да би дошло до промене фенолошких циклуса биљака. Брашанац-Бсанац и Ћирковић-Митровић (Brašanac-Bosanac, Ćirković-Mitrović, 2013) констатују да повећање максималне и минималне годишње температуре ваздуха, количина и расподела падавина у вегетационом периоду и други екстреми имају широк спектар ефеката како на шумске екосистеме у целини, тако и на појединачна стабла и директно утичу на фенологију биљака. У својим истраживањима (Chimielewski, Rotzer, 2001) установили су да пролеће наступа 8 дана раније у последње три деценије 20. века и да ће то утицати да стабла расту дуже у сушним периодима (Gebler et al., 2007) и измењеним мразним периодима (Kreyling et al., 2012).

Ракићевић (1980) је урадио климатску реонизацију за подручје Србије. На основу те реонизације на територији Србије је издвојио 3 климатске области: континенталну (А), умерено-континенталну (Б) и измењено средоземну (В). Свака од ових области дели се на подобласти. Прва климатска област (А) обухвата Војводину и Перипанонски обод, Поморавље и источну Србију до Нишаве. Друга климатска област, (Б) обухвата простор од границе са Македонијом и Бугарском на истоку и југоистоку до границе са Босном и Херцеговином и Црном Гором на западу. На северу је ограничена долином Западне Мораве и Нишаве, а на југозападу са измењено-средоземном климатском области. Трећа климатска област (В) приближно се поклапа са регионално-географском границом између Косова и Метохије.

Средње годишње температуре ваздуха у Србији у периоду (1949-2010) кретале су се од 3 °C у високопланинским пределима до 12 °C у равничарским областима. Просечна годишња температура ваздуха за период (1961-1990) године, за подручја на надморским висинама до 300 m износила је 10,9 °C, за подручја која се налазе на надморским висинама 300-500 m око 10 °C, а на подручјима преко 1000 m надморске висине око 6 °C. Годишње суме падавина расту са порастом надморске висине. У нижим пределима годишња количина падавина кретала се у интервалу 540-820 mm. Подручја са надморским висинама преко 1000 m имала су 700-1500 mm годишње падавина (Радовановић, Дуцић, 2004).

Србију и читав регион југоисточне Европе очекују значајне промене климе у скоријој будућности. Пројекције према регионалним климатским моделима предвиђају пораст просечне температуре до краја века 2,4-2,8 °C према оптимистичном сценарију (A1B), односно 3,4-3,8 °C по песимистичном сценарију (A2). Према оптимистичном сценарију очекује се смањење количине падавина у читавој Србији, осим у Војводини и источној Србији. Према песимистичном сценарију у Војводини ће се повећати количина падавина а у осталим деловима Србије ће се смањити или остати иста (Поповић, 2007).

На подручју Републике Србије од средине прошлог века констатован је раст средње дневне температуре ваздуха од 0,3 °C по декади (MPZS, 2015). Уочен је и пораст климатског индекса дужине топлотних таласа (Warm spell duration index-WSDI). По умереним сценаријима (Popović i sar., 2009), установили су да ће на подручју Србије до краја века годишња температура порасти за 2,6 °C. Лета ће бити топлија за 3,5 °C, јесен за 2,2 °C, зиме за 3,2 °C, а пролећа за 2,5 °C. Очекује се да ће лета бити дужа и топлија са мањом количином падавина, док ће екстремне падавине попут јаких киша бити учесталије чак и у Централној Европи и Медитерану, а речне поплаве све чешће. Много су битнији време појављивања и учесталост појава екстремних температура од средњих температура за одређено подручје (Lalić i sar., 2011).

У Србији и земљама окружења није било много радова који су се бавили проблематиком просторног распореда падавина. На подручју Хрватске је анализиран тренд падавина и дошли су до резултата да количина падавина на годишњем нивоу опада дуж обале Јадранског мора, поготово током зиме и пролећа (Gajić-Čarka, Cindrić, 2011). Истраживање тренда падавина за Србију је јако значајно због њеног положаја између медитеранских и континенталних услова климе. Станојевић и сар. (Stanojević et al., 2014) је анализирајући годишњи тренд падавина у Србији за период 1951-2010 године уочила смањење количине падавина на североистоку, истоку, југоистоку и југу земље, док је у осталим деловима земље констатован позитиван тренд са највишим вредностима на западу и југозападу.

Основни типови климе у Босни и Херцеговини су: умерено-континентални, планински и јадрански (Milosavljević, 1973). Умерено-континентална клима је заступљена у Перипанонском басену и карактеришу је умерено топла лета и умерено хладне зиме. Средња годишња температура ваздуха је око 10 °C, а годишња количина падавина која се излучи је око 1200 mm. Ову климу имај градови Сарајево, Бања Лука, Вишеград, Зеница, Добој, Бихаћ и Тузла. Као подтип умерено-континенталне климе издваја се панонска клима коју одликују мање вредности годишњих количина падавина (800 mm) и просечне годишње температуре ваздуха 10-11 °C. Ова клима карактеристична је за Бијељину (Вајић, Трбић, 2016).

Планинска клима је оштрија клима са средњим годишњим температурама 5 °C, а падавине се излучују у виду кише и снега који се задржава знатно дуже у односу на пределе са нижом надморском висином. Количина падавина је око 1200 l/m<sup>2</sup>. Оваква клима је заступљена на Бјелашници и Јахорини. Јадранска и измењено јадранска клима одликује се благим и кишним зимама и топлим и сувим летима. Средње

годишње температуре су изнад 14 °C. Овај тип климе заступљен је у Неуму, а измењено јадранска клима је нешто континенталнија и карактеристична је за Мостар, Требиње и Љубиње (Вајић, Трбић, 2016).

У северозападном делу Босне и Херцеговине, у периоду (1961-1990), на надморским висинама до 500 m средње годишње температуре ваздуха кретале су се око 11 °C, а на подручјима изнад 500 m нв. 5-10 °C изузев високих планина где су температуре биле испод 4 °C. Најмања количина падавина се излучи на крајњем североистоку (750 mm) док подручје источне Херцеговине прими и до 2000 mm падавина годишње, док остали делови Републике приме од 850-1500 mm годишње (Трбић, Вајић, 2011).

Босна и Херцеговина је посебно осетљива на климатске промене због своје географске позиције, економске важности сектора пољопривреде и шумарства, као и због свог ограниченог капацитета прилагођавања на климатске промене. У току последње деценије у БиХ су се десиле и велике суше (2012) и велике поплаве (2014) које су изазвале енормне губитке у свим секторима (ТНС, 2016). Летње температуре у већим градовима (Бања Лука, Мостар, Сарајево и Требиње) су порасле преко 1,5 °C током протекле деценије, а променили су се и режими падавина (Трбић et al., 2014).

Према трећем Националом извештају о климатским променама БиХ (ТНС, 2016), у периоду (1961-2014) констатовано је повећање температуре ваздуха на годишњем нивоу (0,4-1 °C). За исти период забележена је стагнација или благо повећање количине падавина у читавој Босни и Херцеговини. Промене у количини падавина израженије су у сезонама него на годишњем нивоу.

Према другом Националном извештају о климатским променама БиХ (СНС, 2012) на основу климатолошких модела очекује се да ће доћи до пораста средње сезонске температуре у периоду (2001-2030) у опсегу 0,8-1 °C. Зиме ће бити топлије за 0,5-0,8 °C, а највеће промене ће се дешавати током летњих месеци (1,1-1,4 °C). Количина падавина ће се смањити за 10% у западним деловима земље, а повећати за 5% у источним. Највеће смањење количине падавина биће у јесен и у зиму. Према RCP8.5, A2 и A1B сценарију до краја 21. века се очекује повећање температура ваздуха и смањење количине падавина. Тако према RCP8.5 сценарију за период од (2011-2040) очекује се пораст температура 1,6-2 °C, а за период (2071-2100) 5,4-5,6 °C у односу на референтни период (1971-2000). Количина падавина у првом периоду ће имати раст за 5%, а у наредна два периода бележиће смањење 10-20%. Највеће смањење падавина биће у пролетњим и летњим месецима у периоду (2071-2100) чак до 40%. Према A2 сценарију за последњи период (2071-2100) предвиђа се повећање температуре ваздуха за 3,8-4,2 °C, а према A1B сценарију за исти период предвиђа се повећање температуре за 2,4 °C.

Трбић и сар. (Трбић i сар., 2015) на основу података Републичког хидрометеоролошког завода Републике Српске констатују да је у претходних 10 година повећан интензитет и фреквенција екстремних догађаја у Босни и Херцеговини. Године у којима доминирају поплаве као екстремни догађаји су (2004., 2010., 2014.). Суше су биле карактеристичне за (2000., 2003., 2007., 2011., 2012.), клизишта за (2010.

и 2014.), а јаки олујни ветрови и град за (2005., 2006., 2009., 2012., 2013., и 2014. годину).

Климатске промене треба да буду уграђене у процене ризика и планирања смањења ризика у Босни и Херцеговини, са посебним нагласком на поплаве, суше, клизишта и шумске пожаре (Trbić *et al.*, 2015). Климатске промене представљају продужене и комплексне опасности и с обзиром да су оне вишеструке (суше, поплаве, екстремне температуре) и вишедимензионалне (локалне, ентитетске, државне и глобалне) можемо рећи да имају и краткорочне и дугорочне исходе као и непознате исходе (O'Brien *et al.*, 2006).

### 2.2.3. КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ И ШУМСКИ ЕКОСИСТЕМИ

На који начин и којом брзином климатске промене утичу на животну средину питање је које привлачи све већу пажњу широких народних маса данашњице. Шуме, вегетација и екосистемске услуге имају значајну улогу у одговору на ово питање (Tanacs *et al.*, 2016). Стабилност шумских екосистема под променљивим климатским условима зависи од адаптационог потенцијала појединачних врста дрвећа (Scharnweber *et al.*, 2011). Истраживања су показала да мале промене климе могу довести до релативно великих промена у саставу врста уколико доминантне врсте постану мање резистентне (Bugmann, 1997; Lindner *et al.*, 1997; van der Meer *et al.*, 2002). Екстремно сушне периоде (нпр. лето 2003. год.) не би требало посматрати као изоловане догађаје, већ као догађаје који би се могли појављивати све чешће у блиској будућности (Bréda, Badeau, 2008).

Шумски екосистеми имају глобално, регионално и локално дејство. Глобално дејство се огледа у значају утицаја шумских екосистема за одржавање биланса  $O_2$  и  $CO_2$  у атмосфери и спречавању промена климе. Регионално дејство је утицај шуме на режим вода, а функције шуме као нпр. заштита од ерозије, хидролошка, водозаштитна функција, и друге су локално дејство шуме и не могу се преносити на друга подручја.

Климатске промене представљају велики изазов за целу планету, а самим тим и за европско шумарство у 21. веку. Шуме као велики произвођачи  $O_2$  и потрошачи  $CO_2$  утичу на климу, али и клима и промена климе, утичу на раст и виталност шума. Климатске промене и климатски екстреми све чешће узрокују смањење раста и прираста шума и тако негативно утичу на обнављање шума и подстичу њихово сушење (Allen *et al.*, 2010; Stjepanović *et al.*, 2015). Климатске промене су познате као једна од најзначајнијих претњи за биодиверзитет и екосистеме. Директни и индиректни ефекти пораста температуре и промене режима падавина, утичу на изумирање врста (Gill *et al.*, 2013).

У односу на пољопривредне површине, шумски екосистеми могу да ускладиште 20 до 100 пута веће количине  $CO_2$  по јединици површине и самим тим имају изузетно важну улогу у смањењу овог гаса у ваздуху као једног од најзначајнијих узрочника ефеката стаклене баште. Међутим, када шумски екосистеми почну да отпуштају ускладиштени  $CO_2$  назад у атмосферу услед поремећаја у самој шуми, као нпр.



екстремним климатским појавама, ледоизвалама, одумирањем старих стабала, нападом штетних инсеката или антропогеним дејством попут неконтролисаних сеча, пожара и слично, шуме постају загађивачи (Brašanac-Bosanac, Ćirković-Mitrović, 2015).

Утицај климатских промена на шумске екосистеме може се испољити у виду промена ареала врсте дрвећа, смањења продуктивности, штете од инсеката, гљива, пожара, снажних ветрова и слично (Littell et al., 2016; Trumbore et al., 2015; Anderegg et al., 2015; Czucz, et al., 2011). Негативни утицаји се манифестују као промене граница ареала појединих типова шума у односу на географску ширину и надморску висину, другачија природна прерасподела површина типова шума у њиховом међусобном односу, могуће повлачење и нестајање појединих заједница, другачији састав појединих биљних заједница уз смену врста у спратовности и социјалном положају и промена односа појединих врста дрвећа према светлости.

Постоје докази да су шуме у свим деловима света погођене сушењем услед промене температуре (Allen et al., 2010). Забележен је опсег померања ареала шумских врста дрвећа као поседица климатских промена (Hanewinkel et al., 2013). У периоду од 2001. до 2010. средње годишње температуре на глобалном нивоу су порасле за 0,5 °C у односу на период (1961-1990), а средње годишње температуре у односу на период од (1991-2000) порасле су за 0,2 °C (Morice et al., 2012). Према Међувладином панелу о климатским променама (IPCC, 2007) просечна температура за Европу у десетогодишњем периоду (2002-2011) била је 1,3 °C изнад очекиване.

Група аутора предвођена Туилером (Thuiller et al., 2005) је дошла до закључка да ће врсте које имају еколошке захтеве блиске просечним климатским условима бити мање осетљиве на климатске промене него врсте које се налазе на границама ареала. Врсте које заузимају шире поље климатских услова имаће већу толеранцију на климатске промене од врста које су мање пластичне. Највише ће се померити врсте топлих и сушних крајева Европе које ће бити принуђене да мигрирају северније ка хладнијим регионима (Ђурђић *i sar.*, 2015).

Атлански, алпски и бореално-алпски хоротип изгубиће просечно и до 55% актуелних станишта, док ће врсте које припадају медитеранском флорном елементу имати најмањи проценат изгубљених станишта, насупрот томе оне ће проширити своја станишта за 80%, за разлику од бореално-алпских која ће моћи да се прошире само 8%. Осетљивост врста на климатске промене зависиће од географског распрострањења врста и њихових еколошких особина повезаних са регионалним обрасцима степена изложености климатским променама (Thuiller et al., 2005).

Група аутора предвођена Араужом (Araujo et al., 2004) указује на то да ће приближно 5% врста изгубити своје садашње ареале због промене климе, док ће 2% врста имати одговарајуће климатогене услове за опстанак, али се они неће просторно подударати са садашњим ареалима. Башието *i sar.* (Bascietto et al., 2004), Болт *i sar.* (Bolte et al., 2010) тврде да ће се ареал букве проширити у северној Европи, а Џамп *i sar.* (Jump et al., 2006), Пиовесен (Piovesan et al., 2008) да ће ареал букве да се сузи у јужној Европи. Најугроженији простори пред потенцијалним будућим променама климе биће јужна Европа и Скандинавско полуострво, док необично одступање

представља степен угрожености Мађарске, што се објашњава изразитим низијским карактером рељефа и хомогеношћу услова станишта.

Климатске промене су у последњих 50 година изазвале бројне промене у распрострањењу врста (Parmesan, Yohe, 2003) и предпоставља се да ће бити главни узрок нестанка појединих врста у будућности (Thomas et al., 2004). Учешће термофилних шума које су слабијег квалитета и које су склоније пожарима ће се повећати, па ће газдовање бити усмерено више ка заштити шума (Kutnar, Kobler, 2011). Исти аутори наводе да ће букове шуме до краја 21. века бити замењене ксеротермнијом вегетацијом у Словенији. Шуме букве и јеле представљају најпродуктивније шуме и шуме са највише израженим биодиверзитетом у Словенији. Уколико би нестале ове шуме или смањиле своје ареале дошло би до изумирања многих животињских врста које су становници ових шума (Kutnar et al., 2002).

Буква данас представља најраспрострањенију врсту дрвећа у централној Европи (Ellenberg, 1996; Leuschner et al., 2006) која је уједно економски и еколошки најважнија врста у овом делу Европе (Geßler et al., 2007). Буква тренутно покрива више од 2/3 шумског подручја централне Европе (Bohn et al., 2003). Антропогеним утицајима учешће шуме и шумских земљишта смањено је на 1/5 (Bolte et al., 2007; Fischer, Fischer, 2012). Без антропогених утицаја буква би остала доминантна врста у европским шумама (Ellenberg, Leuschner, 2009).

Утицај климе на раст букових састојина проучавали су многи научници широм Европе. У Италији на Апенинима дендрохронологијом букве су се бавили (Piovesan et al., 2003, 2005, 2008), на Алпима (Di Filippo et al., 2007), у Немачкој (Büntgen et al., 2008; Friedrichs et al., 2009; Dittmar et al., 2003; Dittmar, Elling, 2007), у Француској (Lebourgeois et al., 2005), у Шведској (Drobyshev et al., 2010), у Шпанији (Rozas, 2001; Rozas et al., 2015) и у Словенији (Cufar et al., 2008).

Температуре ваздуха и количине падавина су најчешће коришћени климатски фактори који одређују распрострањеност врста на глобалном, регионалном и локалном нивоу (Casalegno et al., 2011). Количина падавина је важан фактор на локалитетима који представљају границу ареала букових шума (Fang, Lechowicz, 2006). Ди Филипо и сар. (Di Filippo et al., 2007), Повесан и сар. (Piovesan et al., 2005) су показали да постоје реакције климе на раст стабала и да оне зависе од надморских висина и географских ширина истраживаних локалитета.

Променом продуктивности букових шума услед дејства климатских промена бавили су се (Biondi 1993; Di Filippo et al., 2007; Leuzinger et al., 2005; Fyllas, Troumbis, 2009; Pretzsch et al., 2015). Они су дошли до закључака да у буковим шумама, у југозападној Европи, на ширину година а самим тим и на дебљински прираст и продуктивност ових шума утичу температуре ваздуха, доступност воде и количина падавина у зимском периоду. Иако је доказано да је у атмосфери концентрација CO<sub>2</sub> значајно повећана, још увек је нејасно у којој мери CO<sub>2</sub> утиче на раст и продуктивност шума у природним екосистемима. Ротсер и сар. (Rotzer et al., 2013) су установили да уколико је асимилација С мања смањује се и вредност транспирације што утиче на смањење продуктивности букве.

У југозападној Европи температуре ваздуха у месецу мају и количина падавина у летњим и зимским месецима су главни иницијатори дебљинског прираста стабала. Високе вредности прираста констатоване су у кишним годинама (Budeanu et al., 2016). Стојановић и сар. (Stojanović et al., 2018) проучавајући реакцију букових шума у југоисточној Европи установили су да у месецу јуну и јулу није постојала никаква корелација између раста стабала и температура ваздуха нити између раста стабала и количине падавина. Интересантни су резултати да су најјаче корелације између ширине година и количине падавина остварене у години која је претходила формирању года.

У Румунији Бадиани (Budeanu et al., 2016) констатују да климатске промене нису утицале на букове шуме, иако је прираст био смањен у јуну и у септембру, као и количина падавина која се излучи у летњим месецима. Разлике у температури између најтоплијих и најхладнијих месеци и средњих годишњих количина падавина показале су се као најбитнији параметар за отпорност и адаптацију букових шума (Salomon-Albert et al., 2017). Исти аутори истичу да ће падавине које се излуче у зимском периоду бити важан фактор за еколошку отпорност и адаптацију ове врсте на климатске промене.

Симулације раста извршене у Словачкој указују да ће се производност букве смањити у централној Европи до краја 21. века, на надморским висинама око 500 m. Конкретно, сушење букве се може повећати за 5%, а 70% састојина имаће смањену производност (Hlasny et al., 2011). Смањење количине падавина у вегетационом периоду и повећање температура ваздуха изазива суше на многим истраживаним локалитетима. Продуктивност букових састојина се смањује у топлим летњим периодима и у периодима са више сушних месеци у години. Буква наставља да расте упркос сушном периоду све док има довољно влажности, али она тада има смањен прираст (Hartmann, 2011; Geßler et al., 2007; Ciais et al., 2005).

Колинг и сар. (Kolling et al., 2007) су доказали да буква може издржати средње годишње температуре ваздуха и до 13 °C, само је потребно да има довољну количину влаге. Ален и сар. (Allen et al., 2010) су установили да повишене температуре ваздуха узрокују све веће одумирање стабала букве, а Мензел и сар. (Menzel et al., 2006) да високе температуре могу продужити вегетациони период за неколико дана. Према прогнозираним климатским условима вегетациони период за букове шуме ће се повећати за 12 дана (Rotzler et al., 2013).

За централну Европу предвиђа се веома брз раст температуре до краја 21. века, праћен смањењем количине падавина у летњем периоду (Christensen et al., 2007). У том контексту се поставља питање да ли ће се супериорност букве у шумама на доњој граници висинског распрострањења смањити у североисточној Немачкој, а друге врсте, отпорније на сушу попут хрстова добити већи значај. Имајући у виду чињеницу да шумарска политика тренутно подржава превођење четинарских монокултура у мешовите шуме, посебно уношењем букве, ово питање постаје веома актуелно за шумарску струку јер су буква и храст економски најважније врсте лишћара у Немачкој (Scharnweber et al., 2011).

У централној Италији, неколико истраживања је потврдило да је упркос хомогеним условима у буковим шумама флористички састав различит (Feoli, Lagonegro, 1982; Ellenberg 1988; Rosati et al., 2010). На Апенинима, у Италији, буква се налази од око 200-400 до 2000-2100 m надморске висине (Piovesan et al., 2011). Из овога можемо видети да букове шуме у Апенинима пружају јединствену прилику за дендрохронолошка истраживања односа климе и раста дрвета на различитим надморским висинама.

Пенуелас и Боада (Penuelas, Boada, 2003) установили су да је раст букве на планини Монтсени (Каталонија, Шпанија) промењен због глобалног загревања и промене кориштења земљишта. Они констатују да ова врста смањује своју бројност на нижим надморским висинама и да је замењује храст чесмина.

У медитеранском басену, буква расте у планинским подручјима где има довољно падавина (Fotelli et al., 2002). Ниске температуре које изазивају касне мразеве и скраћују дужину вегетационог периода на горњим границама распрострањења врсте, на вишим надморским висинама, северним ширинама и источним дужинама (Volte et al., 2007; Maxime, Henrik, 2011). Сантос и сар. (Santos et al., 2002), Муилот и сар. (Mouillot et al., 2002), Поузиз (Pausas, 2004) и Мориондо и сар. (Moriondo et al., 2006) установили су да ће жбунаста вегетација заменити постојећу вегетацију због повећања броја пожара и учесталости пожара.

У северној Европи и Шведској, озбиљнија дендрохронолошка истраживања на букви тренутно не постоје, па за ову врсту не постоји регионална хронологија. С обзиром да у Шведској интересовање за пошумљавање и природну обнову расте (Agestam et al., 2003), потребно је детаљније и боље проучити еколошке услове за производњу и раст букве (Drobyshev et al., 2010). Кока и сар. (Koca et al., 2006) констатују да ће се ареал букве повећати у Северној Европи, а ареал бореалних врста смањити. Јужна Шведска у будућности, због климатских промена (Christensen, Christensen, 2007) може постати јужна граница ареала за смрчу, а северна граница природног распрострањења за букове шуме (Grundman, 2009).

Брубекер (Brubaker, 1986) констатује да одрасла стабла букве имају изражену пластичност, тј. да при неповољним климатским условима успоравају раст како би преживела, све док се поново не створе повољни услови за раст. Сушни периоди утичу неповољно на водни потенцијал букве, што доводи до ограниченог снабдевања азотом (Geßler et al., 2007). Шару и сар. (Charu et al., 2010) су на основу података француске националне инвентуре шума уочили опадање прираста темељнице за 5% у односу на период (1987-2004) као последицу великих суша. Дефицит воде у раном летњем периоду је утицао негативно на повећање прираста стабала букве (Lebourgeois et al., 2005). У североисточној Француској, Бонтемпс и сар. (Bontemps et al., 2009, 2010) су уочили пад пречника и висина код доминантних стабала букве у 1990. години.

Де Бок и Вербек (De Voeck, Verbeeck, 2011) су установили да се суше јављају због повећаних средњих и максималних температура ваздуха, повећаног интензитета евапотранспирације, смањења количине падавина и већег броја сунчаних периода. Суше се јављају у различитим биомима и у шумама са различитим климатским условима (Anderegg et al., 2013). Чуфар и сар. (Cufar et al., 2008), Ди Филипо и сар. (Di

Filippo et al., 2007), Гарамзеги и Керн (Garamszegi, Kern, 2014) истичу да су важне велике количине падавина за раст букве и они повезују недостатак падавина и смањење раста са сушом.

Топлотни талас 2003. године је захватио централну Европу и изазвао смањење прираста и продуктивности шума у овом делу Европе (Ciais et al., 2005). Пенуелас и сар. (Penuelas et al., 2001), Карнајсер и сар. (Carnicer et al., 2011) и Санчез-Салгеро (Sanchez-Salguero et al., 2012) су утврдили да је поред високих температура узрок суша у Медитерану и југозападној Европи у периоду 1994-1995 и 2005. године била ниска и количина падавина. Розас и Олано (Rozas, Olano, 2017) су уочили смањење раста стабала букве у Шпанији услед суша 2003. и 2005. године. Суша 2012. године у источној и јужној Шпанији настала је због топле претходне зиме и раног кретања вегетације (Camarero et al., 2015). Матијас и сар. (Matyas et al., 2010) такође указују на могућност смањења површина букових шума у будућности због повећања сушних периода. На пример, екстремно сушни периоди између 2000. и 2003. године изазвали су смањење виталности букве што је праћено биотичким оштећењима, а затим је дошло до сушења букових састојина у великим размерама у Мађарској и источној Словенији (Lakatos, Molnar, 2009).

Суше могу утицати на раст стабала дугорочно и краткорочно. Краткорочни периоди се односе на 1-5 година након суше и показују како се шума опоравља од суше (Lloret et al., 2011). Пелтиер и сар. (Peltier et al., 2016) истичу да се дугорочни периоди односе на периоде 10-30 година у којим се упоређују трендови раста појединачних стабала неколико година или деценија након суше, узимајући у обзир кумулативне ефекте узастопних суша. Бујан и сар. (Bhuyan et al., 2017) су установили да су стабла која расту у умереном и средоземном региону осетљивија на краће и средњерочне суше, док је дрвеће које расте на подручју где је заступљена континентална клима више осетљиво на дугорочне суше.

Угроженост европске букве климатским променама била је предмет истраживања бројних аутора (Leuzinger et al., 2005; Gebler et al., 2007; Matyas et al., 2010; Czucz et al., 2011; Stojanović et al., 2013), који су указали на могућност смањења површина букових шума у будућности. Крамер и сар. (Kramer et al., 2010) су дошли до резултата да ће се површине букових шума смањити до 2050. године на југу Француске, Италије, Грчке и на просторима бивше Југославије, а да ће се учешће ових шума у шумском фонду Скандинавије и Балтичких земаља повећати.

У подручјима где су веће количине падавина, као и у средњим до високим висинским подручјима источних Алпа, уочено је да буква реагује позитивно на климатске промене (Seidl et al., 2011). Ипак, код подручја која се налазе на нижим надморским висинама присутно је потенцијално повећање дефолијације букве од губара (*Lymantria dispar*) (Hlasny, Turčani, 2009), као и потенцијалних штета од буквиног поткорњака (*Taphrorychus bicolor*) (Lakatos, Molnar, 2009) што може да смањи виталност стабала и подржи ширење хрстова и других врста које су толерантне на сушу (Pretzsch et al., 2013; Rigling et al., 2013).

Башието и сар. (Bascietto et al., 2004), Болт и сар. (Bolte et al., 2010) тврде да ће се ареал букве проширити у северној Европи, а Џамп и сар. (Jump et al., 2006),

Пиовесен (Piovesan et al., 2008) да ће ареал букве да се сузи у јужној Европи. Према Бадианију (Budeanu et al., 2016) букове састојине које се налазе у оптимуму нису угрожене климатским променама, а састојинама које се налазе на горњој и доњој граници висинског распрострањења у мањој или већој мери прети опасност од промена ареала због утицаја климатских промена.

Иако глобално загревање продужава трајање вегетационог периода, у регији Монтсени (Penuelas et al., 2002) долази до дефолијације код зрелих стабала букве, што је уједно и узрокује смањење броја стабала (Duchesne et al., 2003). У будућности ће букву у овој регији заменити врсте које су толерантније на сушу и топлије периоде. Међутим, посматрано са глобалног аспекта на нижим надморским висинама могу наступити озбиљни проблеми опстанка ове врсте у подручјима јужне Европе (Jump et al., 2006). Климатске промене могу проузроковати природну замену европске букве са храстом у одређеним подручјима, а разлике у осетљивости на климатске промене између ове две врсте могу значајно обликовати будућност неких европских шума (Czucz et al., 2011).

У будућности, очекује се да ће постојеће шуме букве углавном опстати на већим надморским висинама (изнад 800 mnnv.). У неким подручјима, очекује се да ће се буква бити важна врста за обнову угрожених смрчевих шума (Spiecker et al., 2004). Процењује се да ће доћи до померања производности букве, и да ће производност букве бити оптимална на висинама од око 1.200 mnnv. (Hlásny et al., 2011) до краја века, што значи да ће буква бити кључна врста за газдовање шумама у планинским пределима. Пошто ублажавање климатских промена постаје све важније питање, шуме ће имати значајну улогу у борби са климатским променама, па ће и одлуке у газдовању шумама све више бити везане за адаптацију (Tanacs et al., 2016). Медаревић је са сарадницима (Medarević et al., 2014) дошао до закључака да ће шумске заједнице у Србији бити изложене различитим негативним утицајима, који су директна или индиректна последица промене климе.

### 3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА И РАДНЕ ХИПОТЕЗЕ

Општи циљеви истраживања су:

1. Истражити утицај климе на раст и виталност стабала букве у две различите климатске зоне (Илирска и Мезијска провинција).
2. Истражити утицај климе на раст и виталност стабала букве у зависности од вертикалног распрострањења букових шума (доња граница, еколошки оптимум и горња граница).
3. Сагледавање дугорочног утицаја температуре и падавина на раст и виталност букових шума.
4. Идентификовање утицаја екстремних временских прилика на раст и виталност стабала букве.

На основу циљева истраживања формулисане су следеће хипотезе:

$H_1$ : Утицај климе на раст и виталност стабала букве мање је изражен у илирској него у мезијској провинцији.

$H_2$ : Утицај климе на раст и виталност стабала израженији је на доњој граници него у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума.

$H_3$ : Повећане вредности температура ваздуха негативно а повећане вредности количине падавина позитивно утичу на раст и виталност стабала букових шума.

$H_4$ : Екстремно сушне године утичу негативно на раст и виталност стабала букве.

## 4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

### 4.1. МАТЕРИЈАЛ

#### 4.1.1. ИЗБОР ЛОКАЛИТЕТА

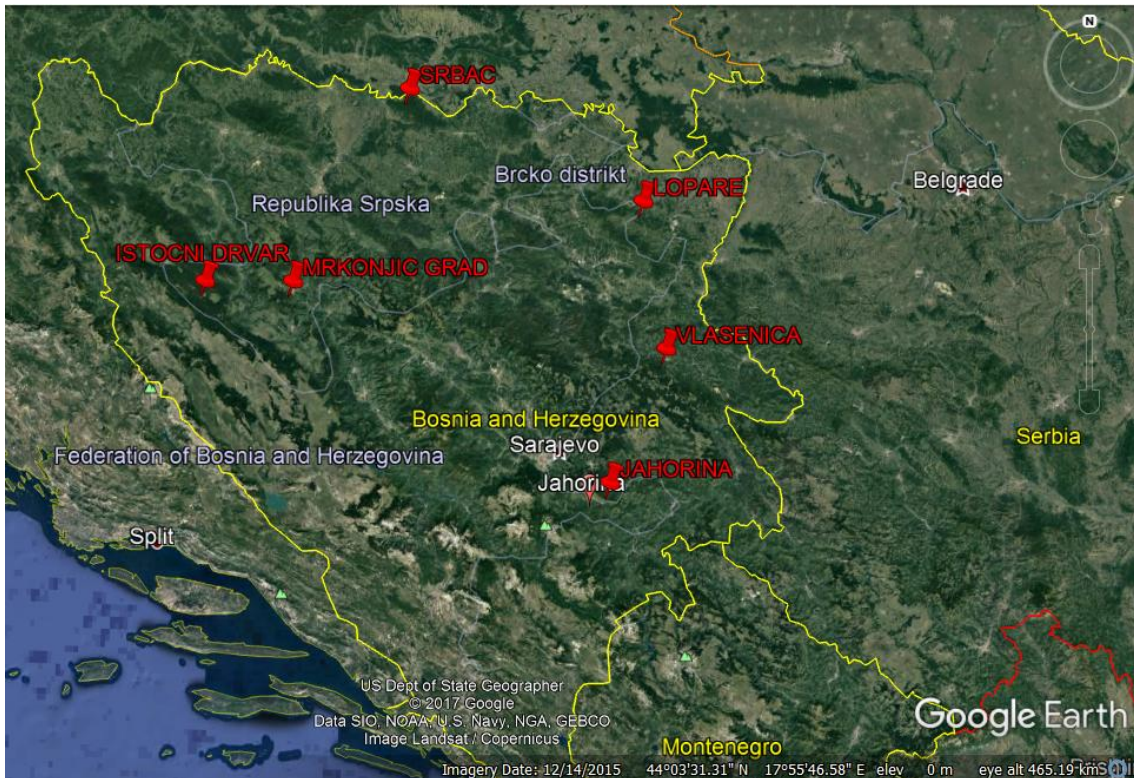
Истраживање утицаја климе на раст и виталност стабала у зависности од хоризонталног и вертикалног распрострањења букових шума спроведено је на укупно 15 локалитета, 6 у Републици Српској и 9 локалитета у Републици Србији. Узорковано је на локалитетима где се буква јавља од природе на доњој граници распрострањења, где се буква налази у оптимуму и где се налази на горњој граници распрострањења. Приликом узорковања вођено је рачуна да локалитети буду распоређени тако да покривају целу територију и једне и друге републике и да се налазе у близини метеоролошких станица.

У Републици Српској је узорковано на 3 локалитета у источном делу и 3 локалитета у западном делу Републике. Уз помоћ карте реалне и потенцијалне шумске вегетације изабрани су локалитети са којих су узети узорци. У источном делу, одабрани локалитети су Лопаре (доња граница), Власеница (оптимум) и Јахорина (горња граница), а у западном делу Републике Српске узорковано је у Српцу (доња граница), Мркоњић Граду (оптимум) и Источном Дрвару (горња граница).

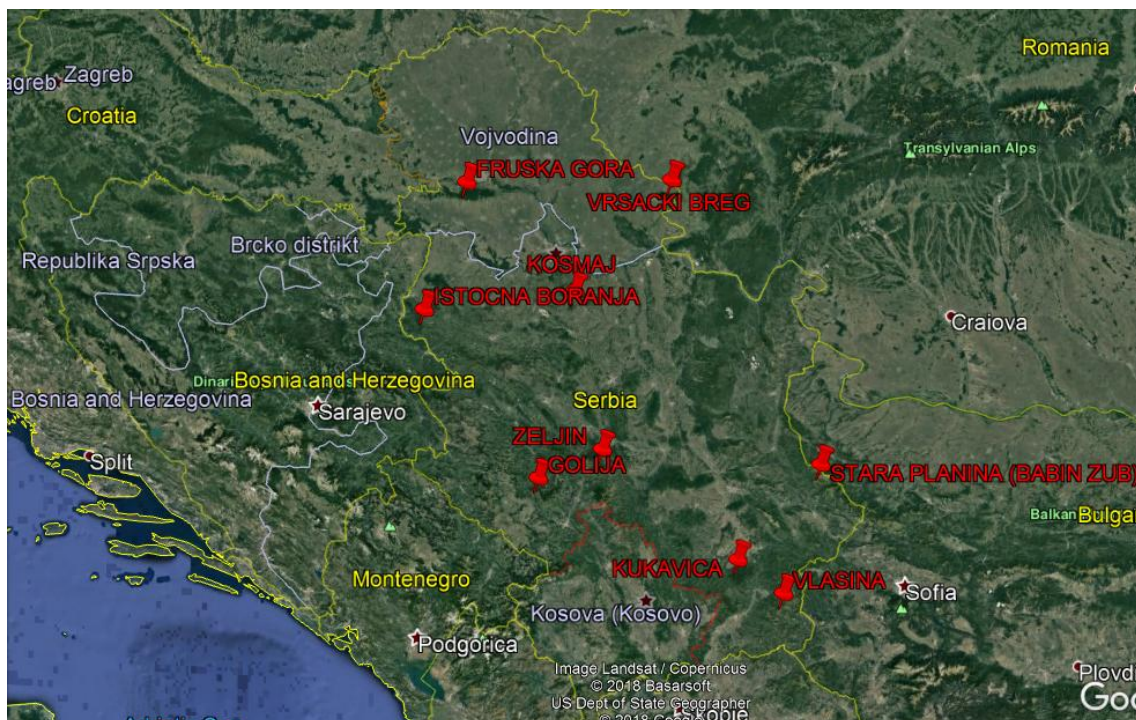
У Републици Србији узорковано је на следећим локалитетима: Фрушка Гора, Космај, Вршачки брег (доња граница), Источна Борања, Жељин, Кукавица (оптимум) и Голија, Власина и Стара планина (горња граница распрострањења букових шума).

На сл. 3 и 4 као и у таб. 1 приказани су локалитети узорковани у Републици Српској и Републици Србији.





Слика 3: Локалитети узорковани у Републици Српској



Слика 4: Локалитети узорковани у Републици Србији

Табела 1: Приказ локалитета на којима су узоркована стабла букве

| ЛОКАЛИТЕТ      | ШУМСКО<br>ГАЗДИНСТВО<br>(ШГ) | НАДМОРСКА<br>ВИСИНА (m) | КООРДИНАТЕ                      | БР.<br>СТАБАЛА | СРЕДЊИ<br>ПРЕЧНИК<br>(cm) |
|----------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------|---------------------------|
| Лопаре         | „МАЈЕВИЦА“<br>ЛОПАРЕ         | 353                     | N 44°41'35,2"<br>E 18°48'28,2"  | 15             | 35,8                      |
| Власеница      | „БИРАЧ“<br>ВЛАСЕНИЦА         | 1050                    | N 44°10'06,0"<br>E 18°55'10,0"  | 15             | 43,9                      |
| Јахорина       | „ЈАХОРИНА“ ПАЛЕ              | 1335                    | N 43°41'36,0"<br>E 18°38'30,0"  | 15             | 38,4                      |
| Србац          | „ГРАДИШКА“<br>ГРАДИШКА       | 252                     | N 45°05'23,2"<br>E 17°37'55,2"  | 15             | 38,9                      |
| Мркоњић Град   | „ЛИСИНА“<br>МРКОЊИЋ ГРАД     | 1030                    | N 44°23'53,5"<br>E 17°03'46,21" | 15             | 49,9                      |
| Источни Дрвар  | „КЛЕКОВАЧА“<br>ПОТОЦИ        | 1569                    | N 44°23'36,0"<br>E 16°37'30,0"  | 15             | 39,5                      |
| Фрушка Гора    | НП „ФРУШКА<br>ГОРА“          | 417                     | N 45°08'09,0"<br>E 19°38'29,4"  | 15             | 50,1                      |
| Космај         | „БЕОГРАД“<br>БЕОГРАД         | 600                     | N 44°27'57,4"<br>E 20°34'00,5"  | 15             | 49,7                      |
| Вршачки Брег   | „БАНАТ“<br>ПАНЧЕВО           | 583                     | N 45°07'55,4"<br>E 21°24'52,3"  | 15             | 49,3                      |
| Источна Борања | „БОРАЊА“<br>ЛОЗНИЦА          | 823                     | N 44°21'26,4"<br>E 19°16'43,4"  | 15             | 67,9                      |
| Жељин          | „СТОЛОВИ“<br>КРАЉЕВО         | 1170                    | N 43°30'00,2"<br>E 20°46'56,3"  | 15             | 71,4                      |
| Кукавица       | „ЛЕСКОВАЦ“<br>ЛЕСКОВАЦ       | 885                     | N 42°48'35,1"<br>E 21°53'39,9"  | 15             | 62,7                      |
| Голија         | „ГОЛИЈА“<br>ИВАЊИЦА          | 1580                    | N 43°19'49,1"<br>E 20°14'29,0"  | 15             | 50,1                      |
| Власина        | „ВРАЊЕ“ ВРАЊЕ                | 1600                    | N 42°35'38,4"<br>E 22°15'57,5"  | 15             | 45,0                      |
| Стара Планина  | „ТИМОЧКЕ<br>ШУМЕ“ - БОЉЕВАЦ  | 1640                    | N 43°22'23,0"<br>E 22°36'41,4"  | 15             | 54,9                      |

## 4.2. МЕТОД

### 4.2.1. ПРИКУПЉАЊЕ И ОБРАДА БИОЛОШКИХ ПОДАТАКА

Узорци су узимани 2013., 2014. и почетком 2015. године у чистим, разнодобним састојинама букве. Пошто хомогеност локалитета одређује квалитет хронологија, у узорак су ушла стабла чија разлика у надморским висинама није била већа од 50 метара, што значи да су имала исте микроклиматске услове и стање унутар састојине је било јединствено. Приликом узорковања вођено је рачуна да стабла буду доминантна по пречнику и висини, као и да не буду окружена конкурентним стаблима. Према Комину (Komin, 1970), доминантна стабла пружају најпоузданије климатске податке и одражавају динамику раста целе састојине са више прецизности.

На сваком локалитету узорак је обухватао по 15 доминантних стабала букве. Фритс (Fritts, 1976) је установио да вечичина узорка треба да буде 15 доминантних стабала како би био задовољен принцип репликације, тј. да се унакрсним датирањем избегне могућност појаве недостатка года или постојање лажног года. Сваком стаблу измерен је прсни пречник помоћу пречнице и висине помоћу Vertex III уређаја за мерење висина. Одређене су такође и координате централног стабла састојине помоћу GPS уређаја као и надморске висине централног стабла састојине.

Потом је Преслеровим прираштајним сврдлом на прсној висини ( $h = 1,30$  m) свако стабло убушено до центра да би се добили извртци помоћу којих се одређује ширина година (сл. 5). Извртци су узимани са две унакрсне стране стабла (северне и источне). Приликом узорковања избегавана су стабла која су расла на косинама, стабла лошег здравственог стања, као и места близу озледа на стаблу, како би се избегле аномалије на извртцима.

Узети извртци су паковани у пластичне сламчице које су биле нумерисане редним бројевима и називом локалитета (сл. 6). Сушење извртака трајало је 20 дана на собној температури. Приликом сушења извртци су били постављени у канале (жлебове) картонских кутија (сл. 7), притиснути теретом одозго, како би картон што боље упио влагу, и да не би дошло до деформације извртака.



**Слика 5:** Вађење извртака из стабла преслеровим сврдлом



**Слика 6:** Паковање извртака на терену



**Слика 7:** Сушење извртака

Осушени извртци су лепљени лепком Dgvofix на дрвене летвице које су имале просечен жлеб кроз средину, на који је налегао извртак радијалном страном окренутом ка врху, тј. постављен тако да би трахеиде или судови били нормални на површину летвице (сл. 8). Летвице су такође биле нумерисане бројевима и словима како би се знало на којој летвици се налази који извртак. Да не би дошло до кривљења и витоперења извртка, извртак је био додатно причвршћен за летвицу комадићима

лепљиве траке. Након 2 дана комадићи лепљиве траке су уклоњени са извртка, извртак је пресечен тангенцијално, затим избрушен шмиргл папиром крупне гранулације а затим и шмиргл папиром ситне гранулације, како би прстенови прираста били што боље видљиви.



**Слика 8:** Постављен и избрушен извртак стабла букве припремљен за скенирање

Узорци су прво скенирани у високој резолуцији помоћу ATRICS система (Levanič, 2007) (сл. 9), а затим је мерена ширина година користећи софтвере WinDENDRO ([www.regentinstruments.com](http://www.regentinstruments.com)) (сл. 10) и Coo Recorder v.7.3 (Larson, 2003) (сл. 11). Користећи програм C Dendro v.7.3 (Larson, 2010) урађена је корелациона анализа ширине година. Хронологије су укрштене и синхронизоване у PAST-5<sup>TM</sup> (сл. 12) дендрохронолошком софтверу, користећи и визуелна поређења на екрану и статистичке параметре. Индивидуалне ширине година су стандардизоване користећи ARSTAN (Cook, Krusic, 2005) (сл. 13) да би уклониле трендове везане за старост и елиминисале из хронологије, а самим тим упросечиле хронологије.

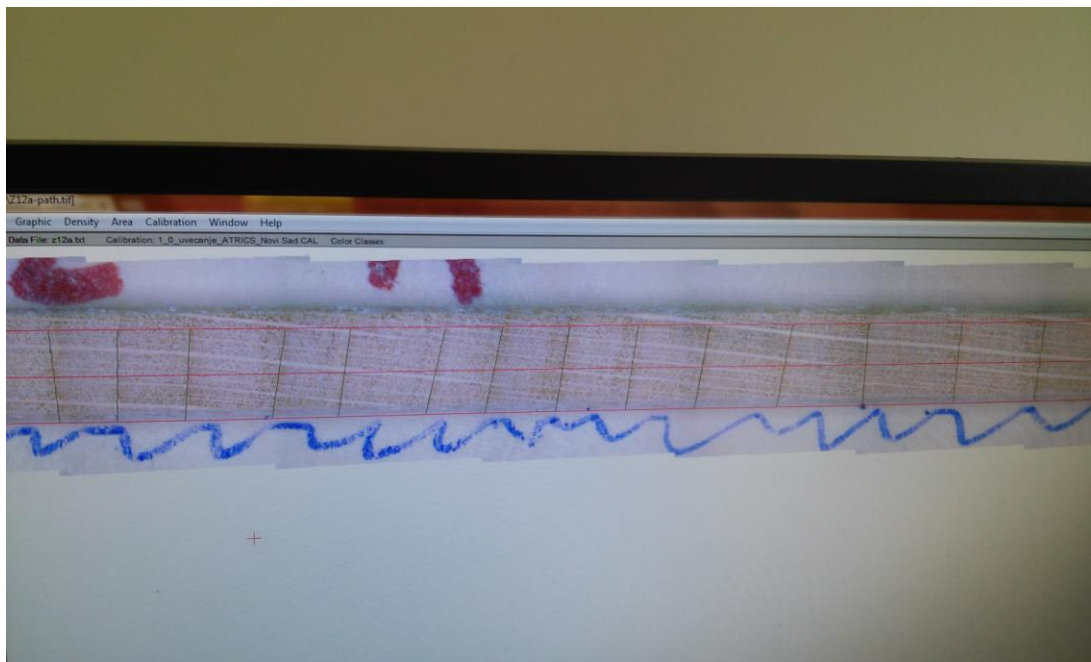
BootRes пакет у оквиру програма R Studio (Zang, 2010) је омогућио израчунавање просте Пирсонове корелације између фактора околине (температура ваздуха и падавина) и ширине година. На апсциси малим словима су означени месеци пре формирања года, а великим словима месеце након формирања года. Значајне корелације су приказане тамнијом бојом. У свим анализама кориштен је bootstrapping статистички приступ, што је повећало поузданост резултата. Treeclim је софтвер који су развили Занг и Бионди (Zang, Biondi, 2015) омогућио је корелациону и регресиону анализу климе и раста стабала. R пакет је коришћен за конструкцију климатских дијаграма (сл. 14), према Волтеру и Литу (Walter, Lieth, 1967).

Средњи месечни климатски подаци узети су из базе климатских података е-OBS за метеоролошке станице на којим се налазе узорковани локалитети, или за најближе метеоролошке станице, уколико нису постојали подаци за узорковане метеоролошке станице (Haylock et al., 2008). С обзиром да су нам доступни потпуни климатски подаци од 1950. године до данас, а старост стабала у истраживаним састојинама је била знатно већа (и до 300 година на појединачним стаблима), дужине хронологија су прилагођене климатским подацима. Пошто се спроводе дендроеколошка истраживања није потребно приказивати потпуне хронологије као код неких других

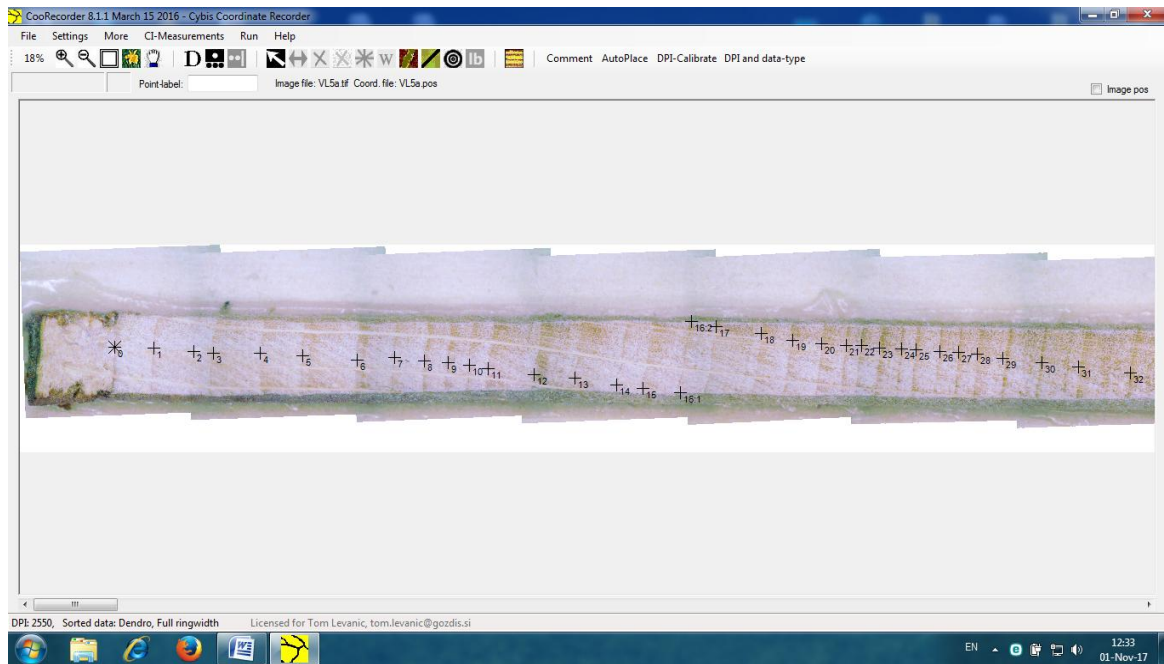
дендрохронолошких истраживања, па смо зато дужине хронологија прилагодили временском периоду за који имамо доступне климатске податке (1950-2015).



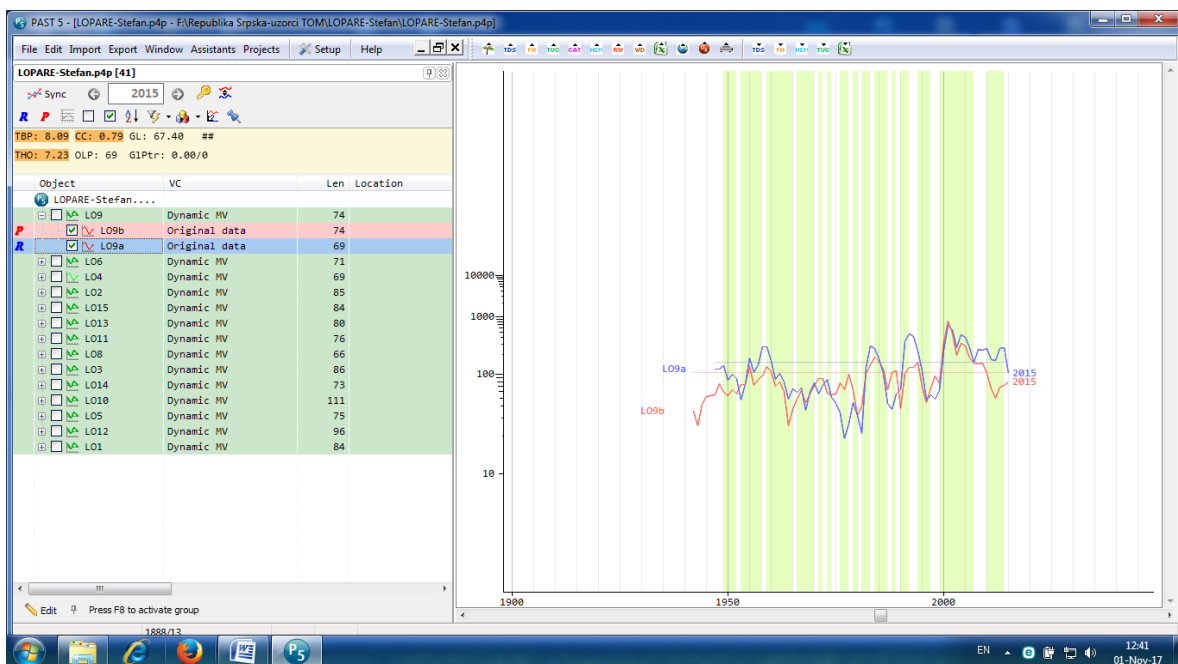
Слика 9: Скенирање извртака помоћу Atrics система



Слика 10: Мерење ширине прстена прираста помоћу софтвера WinDENDRO

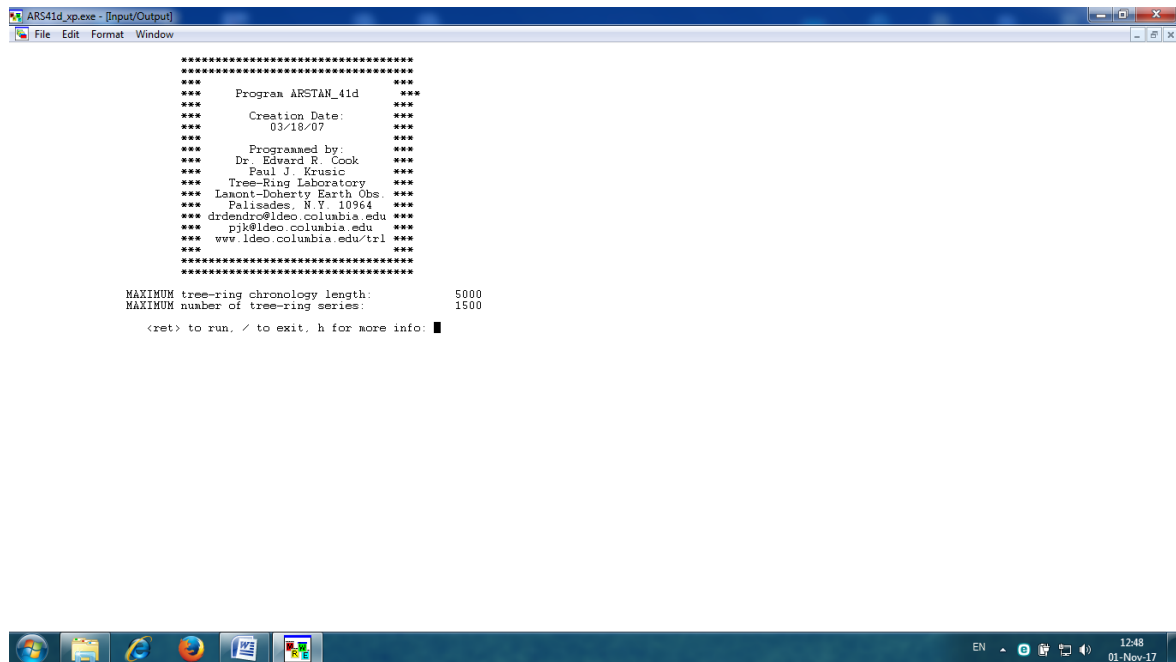


Слика 11: Мерење ширине прстена прираста помоћу софтвера Coo Recorder-а 8.1.

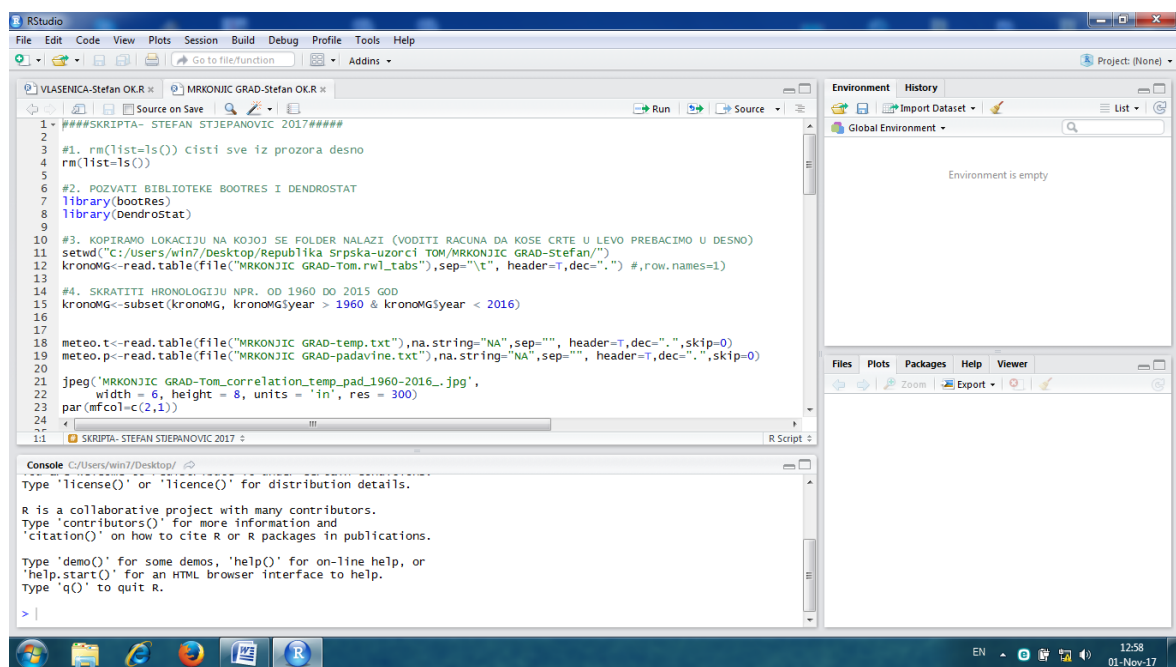


Слика 12: Укрштање и синхронизовање хронологија у дендрохронолошком софтверу PAST-5™





Слика 13: Стандардизовање индивидуалних ширина година и упросечавање хронологија у дендрохронолошком софтверу ARSTAN



#### 4.2.2. ПРИКУПЉАЊЕ И ОБРАДА КЛИМАТОЛОШКИХ ПОДАТАКА

Климатске карактеристике истраживаних подручја су анализирани коришћењем средњих месечних температура и месечних количина падавина за период 1950-2013 (2015) на локалитетима приказаним у табели 1. За дугорочну климатску анализу и избор сушних година климатолошки подаци су подељени на 4 различита климатска периода који ће у даљем тексту бити означени као климатологија 1 (1951-1980), климатологија 2 (1961-1990), климатологија 3 (1971-2000) и климатологија 4 (1981-2010). Ова подела је урађена у циљу анализе промене климе посматраних подручја, а вредности климатских елеманата за изабране климатолошке периоде налазе се у табелама 2, 3, 4 и 5.

Процена сушних услова урађена је у односу на одступање годишње температуре и количине падавина од нормале (просечне вредности за изабраних 30 година). Године у којим је средња годишња температура била изнад климатолошког просека и годишња количина падавине испод климатолошког просека сматране су за "сушне" године (Вонасци, 1993; Љубинков, Вонасци, 2011).

Валтеров (Walter) климадијаграм се често користи за приказивање варијације средње годишње температуре ваздуха и количине падавина. Он показује однос средње месечне температуре ваздуха и месечне количине падавина за вишегодишњи период. На ординату се наносе скале за температуру ( $^{\circ}\text{C}$ ) и падавине (mm), а на апсцису месеци у току године у односу 1:3 или 1:2. Ако се крива температуре налази испод криве падавина сматра се да нема аридности, у супротном случају аридност постоји. Графикон приказан у размери 1:3 може показати умерену сушу, а графикон приказан у размери 1:2 показује јаку сушу (Penzar, Penzar, 1985).

Табела 2: Климатске карактеристике локалитета за период (1951-1980)

| КЛИМАТОЛОГИЈА 1 (1951-1980) |        |       |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |                         |      |
|-----------------------------|--------|-------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------------------------|------|
| ЛОКАЛИТЕТ                   |        | МЕСЕЦ |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     | СРЕДЊА<br>ГОД. ВРЕДНОСТ |      |
|                             |        | ЈАН   | ФЕБ  | МАР | АПР  | МАЈ  | ЈУН  | ЈУЛ  | АВГ  | СЕП  | ОКТ  | НОВ |                         | ДЕЦ  |
| ЛОПАРЕ                      | t (°C) | -1,0  | 1,4  | 5,3 | 10,2 | 14,6 | 18,2 | 19,5 | 19,1 | 15,3 | 10,3 | 5,7 | 1,1                     | 10,0 |
|                             | H (mm) | 49    | 49   | 45  | 61   | 81   | 89   | 79   | 67   | 56   | 51   | 65  | 67                      | 759  |
| ВЛАСЕНИЦА                   | t (°C) | -2,9  | -0,9 | 2,6 | 7,0  | 11,6 | 15,1 | 16,6 | 16,5 | 13,0 | 8,2  | 3,7 | -0,9                    | 7,5  |
|                             | H (mm) | 54    | 53   | 50  | 65   | 87   | 88   | 81   | 68   | 66   | 68   | 76  | 71                      | 827  |
| ЈАХОРИНА                    | t (°C) | -2,9  | -1,3 | 1,9 | 5,9  | 10,6 | 14,1 | 15,8 | 15,9 | 12,4 | 7,7  | 3,5 | -1,0                    | 6,9  |
|                             | H (mm) | 64    | 61   | 56  | 64   | 78   | 79   | 68   | 62   | 70   | 86   | 90  | 80                      | 858  |
| СРБАЦ                       | t (°C) | -0,3  | 2,1  | 6,1 | 11,0 | 15,6 | 19,2 | 20,7 | 20,1 | 16,4 | 11,3 | 6,3 | 1,7                     | 10,9 |
|                             | H (mm) | 53    | 52   | 48  | 66   | 73   | 81   | 69   | 64   | 56   | 59   | 80  | 73                      | 774  |
| МРКОЊИЋ ГРАД                | t (°C) | -1,6  | 0,1  | 3,4 | 7,7  | 12,3 | 15,9 | 17,7 | 17,3 | 13,6 | 8,8  | 4,4 | 0,1                     | 8,3  |
|                             | H (mm) | 75    | 73   | 70  | 84   | 82   | 87   | 63   | 73   | 71   | 98   | 124 | 109                     | 1009 |
| ИСТОЧНИ ДРВАР               | t (°C) | -2,9  | -1,5 | 1,6 | 5,7  | 10,4 | 14,0 | 15,8 | 15,5 | 11,9 | 7,2  | 3,0 | -1,2                    | 6,6  |
|                             | H (mm) | 80    | 77   | 79  | 93   | 87   | 90   | 64   | 81   | 79   | 111  | 139 | 116                     | 1096 |
| ФРУШКА ГОРА                 | t (°C) | -1,2  | 1,1  | 5,4 | 10,8 | 15,7 | 19,2 | 20,6 | 19,9 | 16,0 | 10,8 | 5,8 | 1,1                     | 10,4 |
|                             | H (mm) | 38    | 41   | 37  | 47   | 63   | 82   | 64   | 55   | 39   | 40   | 53  | 54                      | 613  |
| КОСМАЈ                      | t (°C) | -0,6  | 1,6  | 5,5 | 10,8 | 15,5 | 19,0 | 20,5 | 20,1 | 16,3 | 11,0 | 6,3 | 1,6                     | 10,6 |
|                             | H (mm) | 43    | 41   | 42  | 54   | 82   | 87   | 74   | 59   | 47   | 46   | 52  | 54                      | 681  |
| ВРШАЧКИ БРЕГ                | t (°C) | -0,5  | 1,5  | 5,8 | 11,3 | 16,2 | 19,6 | 21,1 | 20,8 | 17,0 | 11,6 | 6,6 | 1,8                     | 11,1 |
|                             | H (mm) | 40    | 42   | 35  | 52   | 74   | 83   | 64   | 52   | 40   | 39   | 50  | 54                      | 625  |
| ИСТОЧНА БОРАЊА              | t (°C) | -1,5  | 0,8  | 4,5 | 9,4  | 13,9 | 17,5 | 18,8 | 18,5 | 14,8 | 9,8  | 5,2 | 0,6                     | 9,4  |
|                             | H (mm) | 48    | 47   | 46  | 61   | 87   | 92   | 83   | 71   | 59   | 53   | 64  | 64                      | 775  |
| ЖЕЉИН                       | t (°C) | -2,2  | 0,1  | 3,9 | 9,1  | 13,7 | 17,1 | 18,6 | 18,5 | 14,7 | 9,5  | 5,0 | 0,1                     | 9,0  |
|                             | H (mm) | 43    | 42   | 44  | 56   | 93   | 86   | 72   | 61   | 52   | 52   | 59  | 55                      | 715  |
| КУКАВИЦА                    | t (°C) | -1,3  | 1,1  | 4,8 | 10,0 | 14,6 | 18,1 | 19,8 | 19,6 | 15,7 | 10,4 | 5,7 | 0,8                     | 9,9  |
|                             | H (mm) | 37    | 42   | 45  | 51   | 70   | 69   | 50   | 46   | 44   | 51   | 60  | 53                      | 618  |
| ГОЛИЈА                      | t (°C) | -5,0  | -2,9 | 0,6 | 5,5  | 10,2 | 13,5 | 15,0 | 14,9 | 11,4 | 6,7  | 2,5 | -2,5                    | 5,8  |
|                             | H (mm) | 44    | 39   | 41  | 50   | 81   | 77   | 69   | 62   | 55   | 64   | 68  | 56                      | 706  |
| ВЛАСИНА                     | t (°C) | -4,8  | -2,9 | 0,3 | 5,3  | 10,0 | 13,5 | 15,4 | 15,4 | 11,6 | 6,5  | 2,0 | -2,7                    | 5,8  |
|                             | H (mm) | 35    | 38   | 44  | 53   | 83   | 83   | 60   | 53   | 42   | 51   | 54  | 49                      | 645  |
| БАБИН ЗУБ                   | t (°C) | -3,3  | -1,3 | 2,6 | 8,1  | 12,9 | 16,4 | 18,4 | 18,3 | 14,4 | 9,1  | 3,9 | -0,5                    | 8,3  |
|                             | H (mm) | 42    | 44   | 47  | 61   | 98   | 98   | 72   | 58   | 55   | 50   | 58  | 50                      | 733  |

Табела 3: Климатске карактеристике локалитета за период (1961-1990)

| КЛИМАТОЛОГИЈА 2 (1961-1990) |        |       |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |      |                         |
|-----------------------------|--------|-------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-------------------------|
| ЛОКАЛИТЕТ                   |        | МЕСЕЦ |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |      | СРЕДЊА<br>ГОД. ВРЕДНОСТ |
|                             |        | ЈАН   | ФЕБ  | МАР | АПР  | МАЈ  | ЈУН  | ЈУЛ  | АВГ  | СЕП  | ОКТ  | НОВ | ДЕЦ  |                         |
| ЛОПАРЕ                      | t (°C) | -1,1  | 1,4  | 5,4 | 10,3 | 14,9 | 17,8 | 19,4 | 18,8 | 15,3 | 10,4 | 5,3 | 0,7  | 9,9                     |
|                             | H (mm) | 48    | 45   | 52  | 66   | 78   | 95   | 78   | 69   | 54   | 48   | 63  | 60   | 756                     |
| ВЛАСЕНИЦА                   | t (°C) | -2,9  | -0,9 | 2,7 | 7,2  | 11,9 | 14,8 | 16,5 | 16,3 | 13,0 | 8,3  | 3,3 | -1,4 | 7,4                     |
|                             | H (mm) | 57    | 54   | 59  | 71   | 83   | 97   | 81   | 72   | 66   | 63   | 77  | 68   | 848                     |
| ЈАХОРИНА                    | t (°C) | -2,9  | -1,2 | 2,0 | 6,0  | 10,8 | 13,8 | 15,8 | 15,6 | 12,4 | 7,9  | 3,1 | -1,5 | 6,8                     |
|                             | H (mm) | 67    | 64   | 64  | 69   | 73   | 87   | 69   | 69   | 71   | 81   | 94  | 77   | 885                     |
| СРБАЦ                       | t (°C) | -0,4  | 2,1  | 6,3 | 11,1 | 15,8 | 18,9 | 20,6 | 20,0 | 16,4 | 11,3 | 5,9 | 1,3  | 10,8                    |
|                             | H (mm) | 52    | 50   | 55  | 67   | 70   | 84   | 64   | 64   | 57   | 56   | 78  | 65   | 762                     |
| МРКОЊИЋ ГРАД                | t (°C) | -1,9  | -0,1 | 3,4 | 7,7  | 12,5 | 15,5 | 17,6 | 17,0 | 13,4 | 8,7  | 3,8 | -0,6 | 8,1                     |
|                             | H (mm) | 76    | 78   | 81  | 91   | 85   | 93   | 60   | 74   | 77   | 95   | 124 | 102  | 1036                    |
| ИСТОЧНИ ДРВАР               | t (°C) | -3,2  | -1,7 | 1,5 | 5,7  | 10,5 | 13,6 | 15,8 | 15,2 | 11,7 | 7,2  | 2,4 | -1,8 | 6,4                     |
|                             | H (mm) | 81    | 85   | 88  | 99   | 91   | 96   | 61   | 82   | 88   | 108  | 140 | 111  | 1130                    |
| ФРУШКА ГОРА                 | t (°C) | -1,2  | 1,3  | 5,7 | 11,0 | 16,0 | 18,9 | 20,4 | 19,8 | 16,2 | 10,9 | 5,4 | 0,8  | 10,4                    |
|                             | H (mm) | 38    | 34   | 39  | 50   | 57   | 82   | 60   | 54   | 39   | 35   | 50  | 45   | 583                     |
| КОСМАЈ                      | t (°C) | -0,6  | 1,7  | 5,9 | 10,9 | 15,8 | 18,7 | 20,4 | 19,9 | 16,3 | 11,0 | 5,9 | 1,3  | 10,6                    |
|                             | H (mm) | 44    | 39   | 47  | 54   | 77   | 92   | 66   | 56   | 48   | 40   | 52  | 51   | 666                     |
| ВРШАЧКИ БРЕГ                | t (°C) | -0,6  | 1,7  | 6,1 | 11,3 | 16,3 | 19,1 | 20,6 | 20,3 | 16,8 | 11,6 | 6,2 | 1,5  | 10,9                    |
|                             | H (mm) | 38    | 37   | 39  | 53   | 70   | 83   | 65   | 54   | 44   | 36   | 47  | 52   | 618                     |
| ИСТОЧНА БОРАЊА              | t (°C) | -1,6  | 0,8  | 4,7 | 9,5  | 14,2 | 17,1 | 18,8 | 18,3 | 14,8 | 9,9  | 4,8 | 0,2  | 9,3                     |
|                             | H (mm) | 48    | 45   | 52  | 66   | 83   | 98   | 80   | 70   | 58   | 47   | 63  | 59   | 769                     |
| ЖЕЉИН                       | t (°C) | -2,2  | 0,2  | 4,2 | 9,3  | 13,9 | 16,8 | 18,4 | 18,2 | 14,7 | 9,6  | 4,4 | -0,3 | 8,9                     |
|                             | H (mm) | 46    | 41   | 47  | 56   | 86   | 92   | 67   | 57   | 51   | 43   | 59  | 55   | 700                     |
| КУКАВИЦА                    | t (°C) | -1,6  | 0,9  | 5,0 | 10,0 | 14,7 | 17,6 | 19,4 | 19,2 | 15,4 | 10,2 | 5,0 | 0,2  | 9,7                     |
|                             | H (mm) | 38    | 41   | 48  | 50   | 63   | 74   | 47   | 45   | 41   | 41   | 61  | 51   | 600                     |
| ГОЛИЈА                      | t (°C) | -4,9  | -2,9 | 0,9 | 5,6  | 10,3 | 13,1 | 14,9 | 14,7 | 11,4 | 6,8  | 2,0 | -2,7 | 5,8                     |
|                             | H (mm) | 48    | 39   | 42  | 52   | 77   | 86   | 67   | 65   | 58   | 54   | 69  | 55   | 712                     |
| ВЛАСИНА                     | t (°C) | -4,7  | -2,9 | 0,6 | 5,4  | 10,0 | 13,1 | 15,1 | 15,0 | 11,7 | 6,6  | 1,6 | -2,8 | 5,7                     |
|                             | H (mm) | 37    | 39   | 44  | 53   | 76   | 81   | 58   | 49   | 39   | 41   | 54  | 50   | 621                     |
| БАБИН ЗУБ                   | t (°C) | -3,5  | -1,4 | 2,9 | 8,3  | 13,1 | 16,1 | 18,2 | 18,1 | 14,4 | 9,2  | 3,5 | -0,9 | 8,2                     |
|                             | H (mm) | 40    | 42   | 48  | 59   | 87   | 93   | 68   | 58   | 49   | 41   | 56  | 51   | 692                     |

Табела 4: Климатске карактеристике локалитета за период (1971-2000)

| КЛИМАТОЛОГИЈА 3 (1971-2000) |        |       |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |                         |      |
|-----------------------------|--------|-------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------------------------|------|
| ЛОКАЛИТЕТ                   |        | МЕСЕЦ |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     | СРЕДЊА<br>ГОД. ВРЕДНОСТ |      |
|                             |        | ЈАН   | ФЕБ  | МАР | АПР  | МАЈ  | ЈУН  | ЈУЛ  | АВГ  | СЕП  | ОКТ  | НОВ |                         | ДЕЦ  |
| ЛОПАРЕ                      | t (°C) | -0,3  | 1,6  | 5,6 | 10,1 | 15,1 | 18,0 | 19,7 | 19,4 | 15,2 | 10,3 | 4,8 | 1,0                     | 10,0 |
|                             | H (mm) | 48    | 41   | 48  | 61   | 68   | 96   | 76   | 65   | 59   | 60   | 66  | 55                      | 743  |
| ВЛАСЕНИЦА                   | t (°C) | -2,1  | -0,7 | 2,9 | 7,0  | 12,2 | 15,2 | 17,0 | 16,8 | 12,9 | 8,3  | 2,8 | -1,0                    | 7,6  |
|                             | H (mm) | 54    | 53   | 57  | 74   | 77   | 97   | 78   | 70   | 75   | 75   | 78  | 66                      | 854  |
| ЈАХОРИНА                    | t (°C) | -2,1  | -1,0 | 2,2 | 5,9  | 11,1 | 14,3 | 16,3 | 16,1 | 12,4 | 8,0  | 2,7 | -1,1                    | 7,1  |
|                             | H (mm) | 60    | 64   | 63  | 77   | 71   | 81   | 67   | 67   | 79   | 88   | 93  | 75                      | 885  |
| СРБАЦ                       | t (°C) | 0,5   | 2,4  | 6,7 | 11,0 | 16,1 | 19,1 | 21,0 | 20,6 | 16,3 | 11,2 | 5,5 | 1,8                     | 11,0 |
|                             | H (mm) | 46    | 43   | 47  | 64   | 65   | 79   | 61   | 59   | 65   | 68   | 78  | 61                      | 736  |
| МРКОЊИЋ ГРАД                | t (°C) | -1,1  | 0,2  | 3,8 | 7,6  | 12,7 | 15,9 | 18,1 | 17,7 | 13,4 | 8,8  | 3,5 | -0,1                    | 8,4  |
|                             | H (mm) | 69    | 71   | 75  | 92   | 83   | 85   | 58   | 64   | 92   | 108  | 122 | 98                      | 1017 |
| ИСТОЧНИ ДРВАР               | t (°C) | -2,2  | -1,4 | 2,0 | 5,6  | 10,8 | 13,9 | 16,2 | 15,9 | 11,7 | 7,3  | 2,1 | -1,3                    | 6,7  |
|                             | H (mm) | 76    | 79   | 84  | 102  | 91   | 91   | 58   | 69   | 104  | 123  | 139 | 111                     | 1127 |
| ФРУШКА ГОРА                 | t (°C) | -0,2  | 1,5  | 5,9 | 10,8 | 16,2 | 19,1 | 20,6 | 20,3 | 16,1 | 10,8 | 5,0 | 1,2                     | 10,6 |
|                             | H (mm) | 35    | 29   | 36  | 48   | 54   | 82   | 60   | 56   | 44   | 48   | 51  | 43                      | 586  |
| КОСМАЈ                      | t (°C) | 0,2   | 1,9  | 6,0 | 10,8 | 16,0 | 19,0 | 20,7 | 20,4 | 16,3 | 11,0 | 5,3 | 1,6                     | 10,8 |
|                             | H (mm) | 40    | 36   | 44  | 55   | 70   | 94   | 65   | 63   | 52   | 51   | 51  | 48                      | 669  |
| ВРШАЧКИ БРЕГ                | t (°C) | 0,3   | 1,9  | 6,2 | 11,2 | 16,5 | 19,3 | 20,8 | 20,8 | 16,7 | 11,5 | 5,7 | 1,8                     | 11,1 |
|                             | H (mm) | 34    | 33   | 35  | 55   | 65   | 87   | 72   | 55   | 51   | 42   | 43  | 48                      | 620  |
| ИСТОЧНА БОРАЊА              | t (°C) | -0,7  | 1,0  | 4,9 | 9,3  | 14,5 | 17,5 | 19,1 | 18,8 | 14,8 | 9,8  | 4,3 | 0,6                     | 9,5  |
|                             | H (mm) | 49    | 42   | 50  | 64   | 75   | 103  | 79   | 68   | 63   | 60   | 65  | 56                      | 774  |
| ЖЕЉИН                       | t (°C) | -1,4  | 0,3  | 4,3 | 9,1  | 14,0 | 17,1 | 18,8 | 18,5 | 14,6 | 9,5  | 3,9 | 0,1                     | 9,1  |
|                             | H (mm) | 42    | 38   | 47  | 57   | 78   | 89   | 68   | 60   | 59   | 52   | 58  | 54                      | 702  |
| КУКАВИЦА                    | t (°C) | -0,9  | 1,0  | 5,0 | 9,7  | 14,6 | 17,9 | 19,7 | 19,4 | 15,2 | 10,0 | 4,4 | 0,4                     | 9,7  |
|                             | H (mm) | 36    | 37   | 43  | 52   | 63   | 66   | 48   | 45   | 53   | 47   | 57  | 48                      | 595  |
| ГОЛИЈА                      | t (°C) | -3,8  | -2,7 | 1,0 | 5,4  | 10,5 | 13,6 | 15,3 | 15,0 | 11,4 | 6,9  | 1,5 | -2,4                    | 6,0  |
|                             | H (mm) | 44    | 41   | 44  | 57   | 78   | 85   | 68   | 68   | 71   | 63   | 71  | 57                      | 747  |
| ВЛАСИНА                     | t (°C) | -4,0  | -2,8 | 0,6 | 5,2  | 10,1 | 13,5 | 15,5 | 15,3 | 11,5 | 6,6  | 1,0 | -2,6                    | 5,8  |
|                             | H (mm) | 34    | 36   | 43  | 57   | 72   | 73   | 55   | 46   | 45   | 42   | 49  | 43                      | 595  |
| БАБИН ЗУБ                   | t (°C) | -2,9  | -1,2 | 3,0 | 8,1  | 13,2 | 16,4 | 18,5 | 18,4 | 14,3 | 9,1  | 2,9 | -0,8                    | 8,3  |
|                             | H (mm) | 37    | 39   | 44  | 62   | 85   | 89   | 69   | 57   | 54   | 46   | 52  | 46                      | 680  |

Табела 5: Климатске карактеристике локалитета за период (1981-2010)

| КЛИМАТОЛОГИЈА 4 (1981-2010) |        |       |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |                         |      |
|-----------------------------|--------|-------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------------------------|------|
| ЛОКАЛИТЕТ                   |        | МЕСЕЦ |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     | СРЕДЊА<br>ГОД. ВРЕДНОСТ |      |
|                             |        | ЈАН   | ФЕБ  | МАР | АПР  | МАЈ  | ЈУН  | ЈУЛ  | АВГ  | СЕП  | ОКТ  | НОВ |                         | ДЕЦ  |
| ЛОПАРЕ                      | t (°C) | -0,2  | 1,4  | 5,8 | 10,6 | 15,6 | 18,5 | 20,4 | 20,1 | 15,4 | 10,9 | 5,4 | 1,1                     | 10,4 |
|                             | H (mm) | 50    | 41   | 57  | 61   | 71   | 104  | 75   | 65   | 66   | 65   | 65  | 60                      | 780  |
| ВЛАСЕНИЦА                   | t (°C) | -2,0  | -0,9 | 3,0 | 7,6  | 12,7 | 15,7 | 17,7 | 17,5 | 13,1 | 8,9  | 3,4 | -0,9                    | 8,0  |
|                             | H (mm) | 57    | 56   | 65  | 71   | 76   | 103  | 79   | 69   | 81   | 76   | 81  | 72                      | 886  |
| ЈАХОРИНА                    | t (°C) | -2,1  | -1,3 | 2,3 | 6,5  | 11,6 | 14,8 | 16,9 | 16,8 | 12,5 | 8,5  | 3,1 | -1,0                    | 7,4  |
|                             | H (mm) | 64    | 67   | 69  | 74   | 71   | 88   | 66   | 64   | 85   | 86   | 98  | 84                      | 916  |
| СРБАЦ                       | t (°C) | 0,6   | 2,3  | 6,8 | 11,6 | 16,6 | 19,6 | 21,7 | 21,2 | 16,5 | 11,7 | 6,1 | 1,8                     | 11,4 |
|                             | H (mm) | 48    | 44   | 52  | 63   | 66   | 84   | 56   | 59   | 74   | 66   | 74  | 66                      | 752  |
| МРКОЊИЋ ГРАД                | t (°C) | -1,1  | 0,0  | 3,9 | 8,2  | 13,3 | 16,4 | 18,8 | 18,4 | 13,5 | 9,3  | 4,0 | 0,0                     | 8,7  |
|                             | H (mm) | 75    | 74   | 79  | 91   | 82   | 88   | 51   | 62   | 95   | 98   | 124 | 107                     | 1026 |
| ИСТОЧНИ ДРВАР               | t (°C) | -2,3  | -1,6 | 2,0 | 6,2  | 11,3 | 14,5 | 17,0 | 16,6 | 11,8 | 7,8  | 2,6 | -1,3                    | 7,1  |
|                             | H (mm) | 83    | 85   | 89  | 101  | 90   | 93   | 52   | 66   | 107  | 112  | 143 | 120                     | 1141 |
| ФРУШКА ГОРА                 | t (°C) | -0,2  | 1,3  | 6,0 | 11,3 | 16,7 | 19,5 | 21,3 | 20,9 | 16,3 | 11,3 | 5,5 | 1,1                     | 10,9 |
|                             | H (mm) | 37    | 30   | 41  | 48   | 57   | 87   | 60   | 54   | 51   | 54   | 52  | 47                      | 618  |
| КОСМАЈ                      | t (°C) | 0,4   | 1,9  | 6,2 | 11,4 | 16,6 | 19,6 | 21,6 | 21,2 | 16,6 | 11,6 | 6,0 | 1,7                     | 11,2 |
|                             | H (mm) | 42    | 38   | 47  | 53   | 61   | 89   | 64   | 60   | 56   | 52   | 52  | 51                      | 665  |
| ВРШАЧКИ БРЕГ                | t (°C) | 0,4   | 1,7  | 6,2 | 11,7 | 17,0 | 19,7 | 21,6 | 21,5 | 17,0 | 12,0 | 6,3 | 1,8                     | 11,4 |
|                             | H (mm) | 37    | 34   | 37  | 53   | 57   | 82   | 65   | 57   | 54   | 42   | 46  | 49                      | 613  |
| ИСТОЧНА БОРАЊА              | t (°C) | -0,6  | 0,8  | 5,1 | 9,9  | 15,0 | 18,0 | 19,9 | 19,6 | 15,1 | 10,4 | 4,9 | 0,7                     | 9,9  |
|                             | H (mm) | 51    | 43   | 58  | 61   | 74   | 106  | 77   | 67   | 69   | 65   | 66  | 61                      | 798  |
| ЖЕЉИН                       | t (°C) | -1,2  | 0,2  | 4,5 | 9,5  | 14,5 | 17,6 | 19,6 | 19,4 | 14,8 | 10,1 | 4,4 | 0,2                     | 9,5  |
|                             | H (mm) | 43    | 42   | 50  | 61   | 71   | 84   | 67   | 59   | 60   | 54   | 61  | 54                      | 706  |
| КУКАВИЦА                    | t (°C) | -0,8  | 0,8  | 5,3 | 10,1 | 15,0 | 18,4 | 20,4 | 20,2 | 15,4 | 10,5 | 4,8 | 0,6                     | 10,1 |
|                             | H (mm) | 39    | 41   | 45  | 58   | 57   | 63   | 45   | 46   | 50   | 50   | 60  | 52                      | 606  |
| ГОЛИЈА                      | t (°C) | -3,5  | -2,8 | 1,3 | 5,9  | 11,0 | 14,1 | 16,0 | 15,9 | 11,6 | 7,5  | 2,0 | -2,1                    | 6,4  |
|                             | H (mm) | 47    | 48   | 51  | 60   | 75   | 83   | 67   | 59   | 74   | 61   | 74  | 62                      | 761  |
| ВЛАСИНА                     | t (°C) | -3,7  | -2,9 | 0,8 | 5,5  | 10,4 | 13,9 | 16,1 | 16,0 | 11,7 | 7,1  | 1,5 | -2,4                    | 6,2  |
|                             | H (mm) | 38    | 41   | 47  | 59   | 67   | 70   | 53   | 48   | 46   | 46   | 52  | 49                      | 618  |
| БАБИН ЗУБ                   | t (°C) | -2,7  | -1,3 | 3,2 | 8,5  | 13,7 | 16,9 | 19,2 | 19,2 | 14,6 | 9,5  | 3,4 | -0,9                    | 8,6  |
|                             | H (mm) | 42    | 39   | 47  | 59   | 76   | 90   | 68   | 59   | 56   | 47   | 51  | 51                      | 685  |

## 5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У овом поглављу су приказани резултати истраживања и упоређени са резултатима истраживача који су се бавили сличном проблематиком. Резултати су приказани по локалитетима, а затим су груписани и обједињени према географским зонама и надморским висинама. Поглавље се састоји из 7 подпоглавља у којим су обрађена дескриптивна статистика за ширину година стабала букве, приказане хронологије и анализе климатских карактеристика подручја, представљене климатске промене које су уочене, приказане корелације између температуре ваздуха и ширине година и температуре ваздуха и количине падавина, као и утицај екстремних временских прилика на раст стабала букве.

### 5.1. ДЕСКРИПТИВНА СТАТИСТИКА

#### 5.1.1. ЛОПАРЕ

У таб. 6 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Лопаре. Из табеле се може видети колико је стабала од 15 узоркованих имало јаке аутокорелације (тј. значајна међусобна поклапања) и која су то стабла која су ушла у даљу статистичку обраду. За ширину година сваког стабла израчуната је аритметичка средина, медијана, стандардна девијација, показатељ асиметрије и аутокорелација.

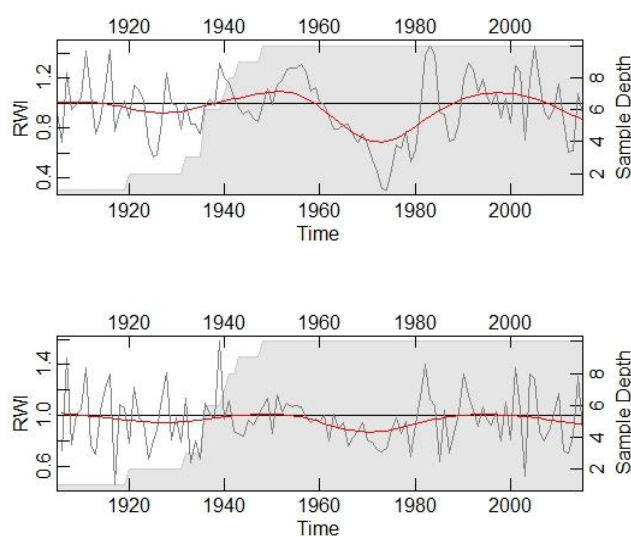
Највећу просечну ширину година имало је стабло број 15 (2,769 mm) а најмању стабло број 5 (1,256 mm). Због постојања екстремних вредности израчуната је и медијана као показатељ који је мање осетљив на екстремне податке од аритметичке средине. Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 15 и износи 1,975 mm, а најмања на стаблу број 5 и износи 0,940 mm. Највећа вредност стандардне девијације, као показатељ просечног одступања података од аритметичке средине, утврђена је на стаблу број 15 (2,068 mm) а најмања код стабла број 5 (0,837 mm).

Код нормалног распореда показатељ симетрије има вредност 0, док одступања од те вредности указују на асиметричан распоред. Уколико се одступања налазе у интервалу од -0,5 до +0,5 реч је о умереној асиметрији, док одступања изнад овог интервала указују на знатну асиметричност распореда. Стабла број 12 и 14 била су умерено позитивно асиметрична, док су остала стабла имала значајну позитивну асиметрију. Код свих стабала уочене су високе вредности аутокорелације што указује на добро поклапање хронологија стабала узоркованих на локалитету Лопаре.

Табела 6: Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Лопаре

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина годова | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорељација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1948                | 2015             | 2,149                  | 1,930    | 1,538                 | 0,671              | 0,819          |
| 2                | 1936                | 2015             | 2,205                  | 1,865    | 1,418                 | 0,566              | 0,800          |
| 4                | 1936                | 2015             | 1,659                  | 1,230    | 1,396                 | 0,991              | 0,812          |
| 5                | 1941                | 2015             | 1,256                  | 0,940    | 0,837                 | 0,827              | 0,735          |
| 10               | 1905                | 2015             | 1,604                  | 1,180    | 1,189                 | 1,385              | 0,881          |
| 11               | 1940                | 2015             | 1,931                  | 1,880    | 1,211                 | 1,253              | 0,803          |
| 12               | 1920                | 2015             | 1,733                  | 1,735    | 0,839                 | 0,238              | 0,875          |
| 13               | 1936                | 2015             | 1,421                  | 1,125    | 1,111                 | 0,866              | 0,894          |
| 14               | 1943                | 2015             | 1,966                  | 1,580    | 1,299                 | 0,326              | 0,855          |
| 15               | 1932                | 2015             | 2,769                  | 1,975    | 2,068                 | 0,832              | 0,835          |

На сл. 15 приказана је хронологија букве са аутокорељацијом и без аутокорељације на локалитету Лопаре.



Слика 15: Хронологија стабала букве на локалитету Лопаре са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)



### 5.1.2. ВЛАСЕНИЦА

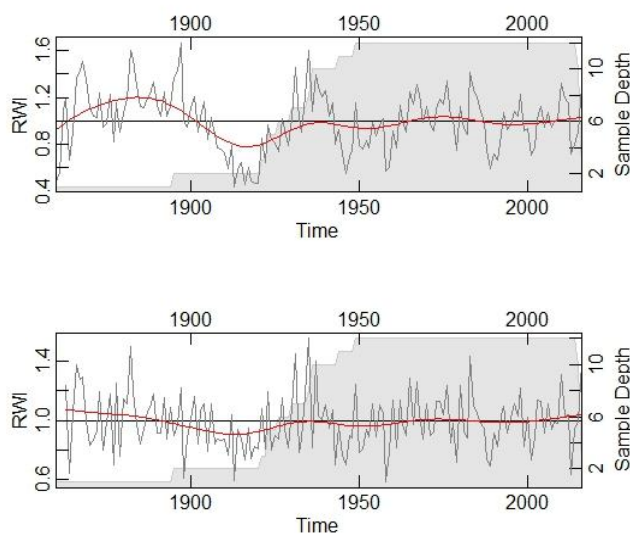
У таб. 7 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Власеница.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 10 (2,050 mm) а најмању стабло број 4 (1,428 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 10 и стаблу број 11 и износила је 2,050 mm а најмања на стаблу број 2 и стаблу број 14 (1,260 mm). Највећа вредност стандардне девијације утврђена је на стаблу број 7 (1,023 mm) а најмања код стабла број 4 (0,683 mm). Стабла 4, 7, 10, 11, 14 и 15 имала су умерено позитивну асиметрију, стабло број 8 умерено негативну асиметрију а остала стабла су имала значајну позитивну асиметрију. Код свих стабала уочене су високе вредности аутокорејације што указује на добро поклапање хронологија на овом локалитету.

**Табела 7:** Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Власеница

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина година | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорејација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1930                | 2015             | 1,739                  | 1,800    | 0,811                 | 0,698              | 0,700          |
| 2                | 1860                | 2015             | 1,421                  | 1,260    | 0,731                 | 0,521              | 0,794          |
| 3                | 1921                | 2015             | 1,564                  | 1,410    | 0,765                 | 1,324              | 0,763          |
| 4                | 1923                | 2015             | 1,428                  | 1,380    | 0,683                 | 0,445              | 0,739          |
| 5                | 1936                | 2015             | 1,921                  | 1,845    | 0,818                 | 0,663              | 0,728          |
| 7                | 1923                | 2015             | 1,554                  | 1,740    | 1,023                 | 0,129              | 0,850          |
| 8                | 1944                | 2015             | 1,889                  | 1,865    | 0,774                 | -0,203             | 0,688          |
| 10               | 1935                | 2015             | 2,050                  | 2,050    | 0,734                 | 0,172              | 0,546          |
| 11               | 1936                | 2015             | 1,968                  | 2,050    | 1,018                 | 0,193              | 0,736          |
| 12               | 1895                | 2015             | 1,643                  | 1,630    | 0,993                 | 0,525              | 0,849          |
| 14               | 1926                | 2015             | 1,503                  | 1,260    | 0,833                 | 0,451              | 0,858          |
| 15               | 1949                | 2015             | 2,001                  | 1,920    | 1,017                 | 0,160              | 0,755          |

На сл. 16 приказана је хронологија букве са аутокорељацијом и без аутокорељације на локалитету Власеница.



**Слика 16:** Хронологија стабала букве на локалитету Власеница са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

### 5.1.3. ЈАХОРИНА

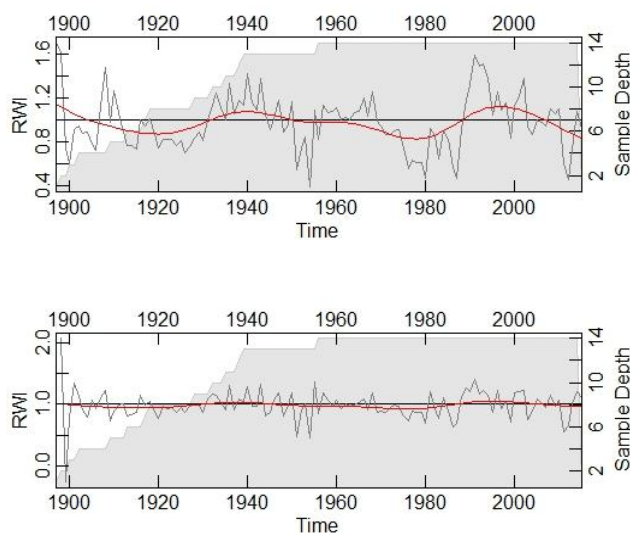
У таб. 8 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Јахорина.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 10 (2,050 mm) а најмању стабло број 4 (1,428 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 2 и износи 1,925 mm, а најмања на стаблу број 15 и износи 1,080 mm. Највећа вредност стандардне девијације утврђена је на стаблу број 9 (1,568 mm) а најмања код стабла број 3 (0,524 mm). Стабла 1 и 3 имала су умерено позитивну асиметрију, док су остала стабла имала значајну позитивну асиметрију. Код свих стабала, осим стабла број 1 су уочене високе вредности аутокорељације што указује на добро поклапање хронологија стабала букве на овом локалитету.

Табела 8: Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Јахорина

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина годова | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорелација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1928                | 2014             | 1,836                  | 1,910    | 0,585                 | 0,193              | 0,493          |
| 2                | 1913                | 2014             | 1,996                  | 1,925    | 0,785                 | 0,671              | 0,674          |
| 3                | 1918                | 2014             | 1,459                  | 1,500    | 0,524                 | 0,158              | 0,639          |
| 4                | 1939                | 2014             | 1,971                  | 1,835    | 0,838                 | 0,908              | 0,626          |
| 5                | 1902                | 2014             | 1,912                  | 1,820    | 0,800                 | 0,319              | 0,639          |
| 6                | 1909                | 2014             | 1,737                  | 1,615    | 0,956                 | 0,836              | 0,586          |
| 8                | 1932                | 2014             | 1,649                  | 1,270    | 1,382                 | 2,372              | 0,694          |
| 9                | 1916                | 2014             | 1,768                  | 1,100    | 1,568                 | 1,222              | 0,902          |
| 10               | 1897                | 2014             | 1,624                  | 1,355    | 1,003                 | 1,217              | 0,815          |
| 11               | 1935                | 2014             | 1,812                  | 1,460    | 1,107                 | 0,921              | 0,840          |
| 12               | 1898                | 2014             | 1,869                  | 1,490    | 1,381                 | 1,987              | 0,844          |
| 13               | 1938                | 2014             | 1,945                  | 1,370    | 1,548                 | 1,074              | 0,862          |
| 14               | 1900                | 2014             | 1,559                  | 1,300    | 0,946                 | 0,930              | 0,839          |
| 15               | 1956                | 2014             | 1,696                  | 1,080    | 1,135                 | 0,474              | 0,852          |

На сл. 17 приказана је хронологија букве са аутокорељацијом и без аутокорељације на локалитету Јахорина.



**Слика 17:** Хронологија стабала букве на локалитету Јахорина са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

#### 5.1.4. СРБАЦ

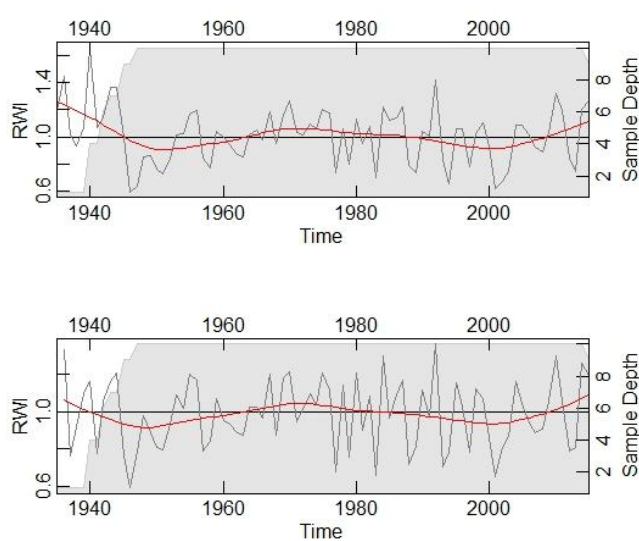
У таб. 9 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Србац.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 2 (1,539 mm) а најмању стабло број 6 (0,727 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 11 и износи 1,480 mm, а најмања на стаблу број 6 и износи 0,700 mm. Највећа вредност стандардне девијације утврђена је на стаблу број 2 (0,790 mm) а најмања код стабла број 6 (0,224 mm). Стабла 7, 9 и 11 имала су умерено позитивну асиметрију, док су остала стабла имала значајну позитивну асиметрију. Код већине стабала су уочене високе вредности аутокорељације што указује на добро поклапање хронологија стабала букве на овом локалитету.

Табела 9: Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Србац

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина годова | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокореелација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| 2                | 1940                | 2015             | 1,539                  | 1,380    | 0,790                 | 1,425              | 0,807           |
| 4                | 1945                | 2015             | 1,114                  | 1,080    | 0,380                 | 0,551              | 0,529           |
| 6                | 1947                | 2015             | 0,727                  | 0,700    | 0,224                 | 0,637              | 0,451           |
| 7                | 1935                | 2015             | 1,349                  | 1,280    | 0,420                 | 0,476              | 0,768           |
| 8                | 1942                | 2015             | 1,355                  | 1,320    | 0,439                 | 0,559              | 0,561           |
| 9                | 1945                | 2015             | 0,965                  | 0,910    | 0,257                 | 0,298              | 0,507           |
| 10               | 1943                | 2015             | 0,795                  | 0,760    | 0,328                 | 1,666              | 0,362           |
| 11               | 1940                | 2015             | 1,474                  | 1,480    | 0,539                 | 0,272              | 0,520           |
| 13               | 1942                | 2015             | 1,209                  | 1,125    | 0,574                 | 0,512              | 0,740           |
| 14               | 1940                | 2015             | 1,427                  | 1,465    | 0,493                 | 0,552              | 0,522           |

На сл. 18 приказана је хронологија букве са аутокореелацијом и без аутокореелације на локалитету Србац.



Слика 18: Хронологија стабала букве на локалитету Србац са аутокореелацијом (горе) и без аутокореелације (доле)

### 5.1.5. МРКОЊИЋ ГРАД

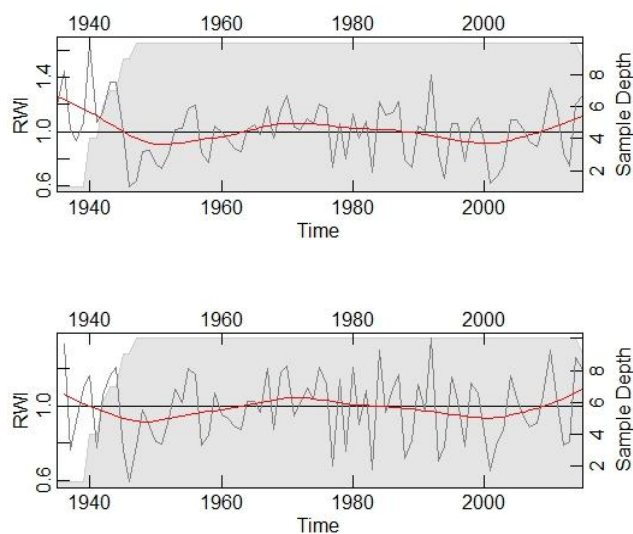
У таб. 10 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Мркоњић Град.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 6 (2,869 mm) а најмању стабло број 9 (1,216 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 6 и износи 2,64 mm, а најмања на стаблу број 9 и износи 0,88 mm. Највећа вредност стандардне девијације утврђена је на стаблу број 2 (1,460 mm) а најмања код стабла број 12 (0,900 mm). Стабла 4 и 6 имала су умерено позитивну асиметрију, док су остала стабла имала значајну позитивну асиметрију. Код свих стабала уочене су високе вредности аутокорејације што указује на добро поклапање хронологија на овом локалитету.

**Табела 10:** Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Мркоњић Град

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина година | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорејација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1948                | 2015             | 2,113                  | 1,54     | 1,247                 | 0,776              | 0,748          |
| 2                | 1945                | 2015             | 2,070                  | 1,46     | 1,460                 | 1,218              | 0,828          |
| 3                | 1938                | 2015             | 2,374                  | 2,34     | 1,222                 | 1,133              | 0,801          |
| 4                | 1909                | 2015             | 2,185                  | 1,87     | 1,300                 | 0,403              | 0,865          |
| 6                | 1959                | 2015             | 2,869                  | 2,64     | 1,020                 | 0,326              | 0,617          |
| 7                | 1956                | 2015             | 2,162                  | 1,98     | 0,983                 | 0,568              | 0,816          |
| 9                | 1930                | 2015             | 1,216                  | 0,88     | 0,915                 | 1,466              | 0,869          |
| 11               | 1947                | 2015             | 2,224                  | 2,05     | 1,185                 | 0,870              | 0,718          |
| 12               | 1917                | 2015             | 1,736                  | 1,63     | 0,900                 | 0,581              | 0,797          |
| 13               | 1946                | 2015             | 1,778                  | 1,49     | 1,160                 | 1,133              | 0,782          |

На сл. 19 приказана је хронологија букве са аутокорејацијом и без аутокорејације на локалитету Мркоњић Град.



**Слика 19:** Хронологија стабала букве на локалитету Мркоњић Град са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

### 5.1.6. ИСТОЧНИ ДРВАР

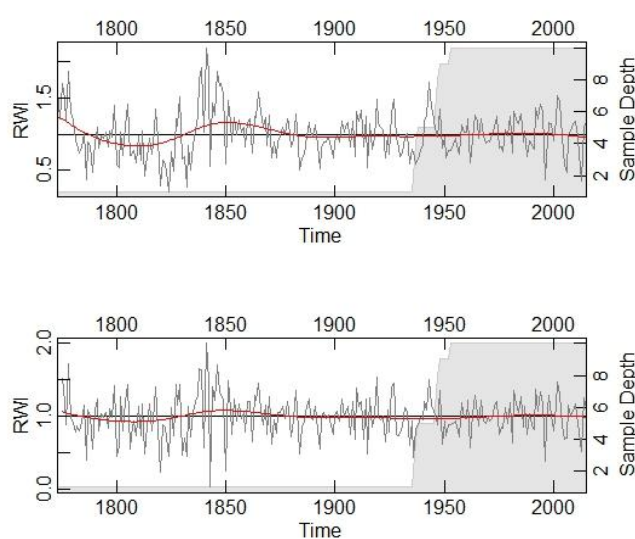
У таб. 11 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Источни Дрвар.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 5 (1,782 mm) а најмању стабло број 14 (0,819 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 5 и износи 1,840 mm, а најмања на стаблу број 14 и износи 0,800 mm. Највећа вредност стандардне девијације утврђена је на стаблу број 5 (0,698 mm) а најмања код стабла број 14 (0,385 mm). Стабло број 5 имало је умерену негативну асиметрију, стабла број 1 и број 3 имала су значајну позитивну асиметрију, док су остала стабла имала умерену позитивну асиметрију. Код свих стабала уочене су високе вредности аутокорељације што указује на добро поклапање хронологија на посматраном локалитету.

Табела 11: Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Источни Дрвар

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина годова | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокореелација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| 1                | 1773                | 2015             | 0,979                  | 0,920    | 0,398                 | 0,665              | 0,570           |
| 2                | 1946                | 2015             | 1,520                  | 1,505    | 0,489                 | 0,188              | 0,486           |
| 3                | 1947                | 2015             | 1,070                  | 0,900    | 0,507                 | 0,714              | 0,687           |
| 4                | 1947                | 2015             | 1,149                  | 1,110    | 0,448                 | 0,129              | 0,264           |
| 5                | 1953                | 2015             | 1,782                  | 1,840    | 0,698                 | -0,087             | 0,622           |
| 10               | 1948                | 2015             | 1,092                  | 1,130    | 0,457                 | 0,241              | 0,509           |
| 11               | 1938                | 2015             | 1,386                  | 1,380    | 0,624                 | 0,280              | 0,681           |
| 12               | 1936                | 2015             | 1,103                  | 1,070    | 0,411                 | 0,384              | 0,586           |
| 13               | 1937                | 2015             | 1,035                  | 1,010    | 0,434                 | 0,215              | 0,463           |
| 14               | 1937                | 2015             | 0,819                  | 0,800    | 0,385                 | 0,370              | 0,581           |

На сл. 20 приказана је хронологија букве са аутокореелацијом и без аутокореелације на локалитету Источни Дрвар.



Слика 20: Хронологија стабала букве на локалитету Источни Дрвар са аутокореелацијом (горе) и без аутокореелације (доле)



### 5.1.7. ФРУШКА ГОРА

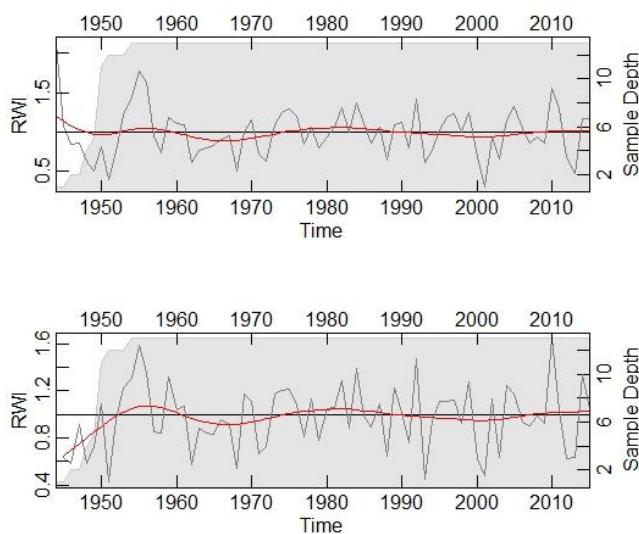
У таб. 12 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Фрушка Гора.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 5 (2,051 mm) а најмању стабло број 12 (1,330 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблима број 5 и број 9 и износила је 2,030 mm, а најмања на стаблу број 10 и износила је 1,215 mm. Највећа вредност стандардне девијације, као показатељ просечног одступања података од аритметичке средине утврђена је на стаблу број 11 (0,868 mm) а најмања код стабла број 12 (0,522 mm). Стабла број 5, 9 и 14 имала су умерену негативну асиметрију, стабла број 1, 2, 10, 12, 13, и 15 имала су умерену позитивну асиметрију, док су остала стабла имала значајну позитивну асиметрију. Код већине стабала уочене су ниске вредности аутокорејација што указује на слабије поклапање хронологија на локалитету Фрушка Гора.

**Табела 12:** Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Фрушка Гора

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина година | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорејација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1944                | 2015             | 1,679                  | 1,635    | 0,733                 | 0,165              | 0,485          |
| 2                | 1951                | 2015             | 1,724                  | 1,760    | 0,760                 | 0,349              | 0,502          |
| 3                | 1950                | 2015             | 1,792                  | 1,830    | 0,687                 | 0,665              | 0,284          |
| 4                | 1954                | 2015             | 2,045                  | 1,875    | 0,838                 | 0,700              | 0,358          |
| 5                | 1950                | 2015             | 2,051                  | 2,030    | 0,818                 | -0,066             | 0,373          |
| 8                | 1946                | 2015             | 1,359                  | 1,280    | 0,575                 | 1,012              | 0,553          |
| 9                | 1950                | 2015             | 2,022                  | 2,030    | 0,569                 | -0,136             | 0,290          |
| 10               | 1948                | 2015             | 1,343                  | 1,215    | 0,653                 | 0,441              | 0,631          |
| 11               | 1950                | 2015             | 1,979                  | 1,900    | 0,868                 | 0,824              | 0,460          |
| 12               | 1949                | 2015             | 1,330                  | 1,340    | 0,522                 | 0,067              | 0,311          |
| 13               | 1950                | 2015             | 1,952                  | 1,945    | 0,790                 | 0,001              | 0,447          |
| 14               | 1950                | 2015             | 1,751                  | 1,795    | 0,607                 | -0,218             | 0,333          |
| 15               | 1948                | 2015             | 1,718                  | 1,690    | 0,664                 | 0,092              | 0,447          |

На сл. 21 приказана је хронологија букве са аутокорељацијом и без аутокорељације на локалитету Фрушка Гора.



**Слика 21:** Хронологија стабала букве на локалитету Фрушка Гора са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

### 5.1.8. КОСМАЈ

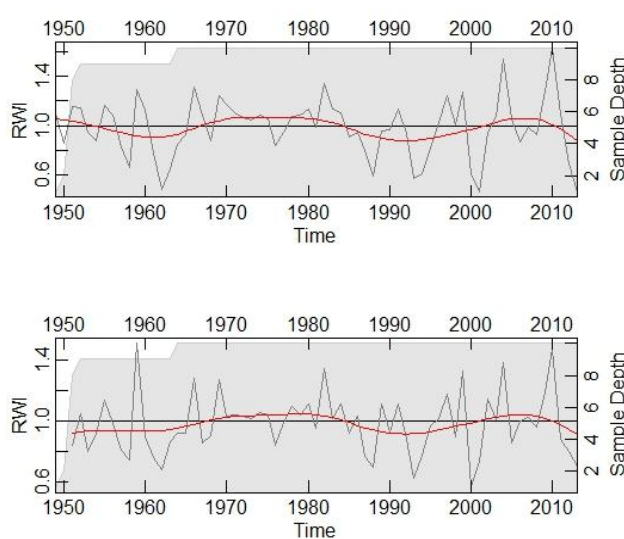
У таб. 13 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Космај.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 10 (4,127 mm) а најмању стабло број 13 (2,330 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 10 и износила је 4,025 mm а најмања на стаблу број 13 и износила је 1,120 mm. Највећа вредност стандардне девијације уочена је на стаблу број 1 (1,788 mm) а најмања код стабла број 13 (1,103 mm). Стабла број 8 и 10 имала су умерену негативну асиметрију, стабла број 1 и 12 умерену позитивну асиметрију, док су остала стабла имала значајну позитивну асиметрију. Код већине стабала уочене су високе вредности аутокорељација што указује на добро поклапање хронологија на локалитету Космај.

Табела 13: Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Космај

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина годова | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорељација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1949                | 2013             | 3,453                  | 2,980    | 1,788                 | 0,312              | 0,843          |
| 2                | 1952                | 2013             | 3,038                  | 2,795    | 1,647                 | 0,574              | 0,756          |
| 6                | 1951                | 2013             | 2,539                  | 2,460    | 1,113                 | 0,660              | 0,618          |
| 8                | 1951                | 2013             | 3,418                  | 3,680    | 1,379                 | -0,143             | 0,675          |
| 9                | 1951                | 2013             | 2,749                  | 2,600    | 1,326                 | 0,554              | 0,727          |
| 10               | 1964                | 2013             | 4,127                  | 4,025    | 1,480                 | -0,132             | 0,424          |
| 11               | 1951                | 2013             | 2,920                  | 2,580    | 1,496                 | 0,725              | 0,700          |
| 12               | 1950                | 2013             | 3,167                  | 3,085    | 1,301                 | 0,103              | 0,576          |
| 13               | 1951                | 2013             | 2,330                  | 2,120    | 1,103                 | 0,831              | 0,576          |
| 14               | 1951                | 2013             | 3,308                  | 3,080    | 1,340                 | 0,970              | 0,687          |

На сл. 22 приказана је хронологија букве са аутокорељацијом и без аутокорељације на локалитету Космај.



Слика 22: Хронологија стабала букве на локалитету Космај са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

### 5.1.9. ВРШАЧКИ БРЕГ

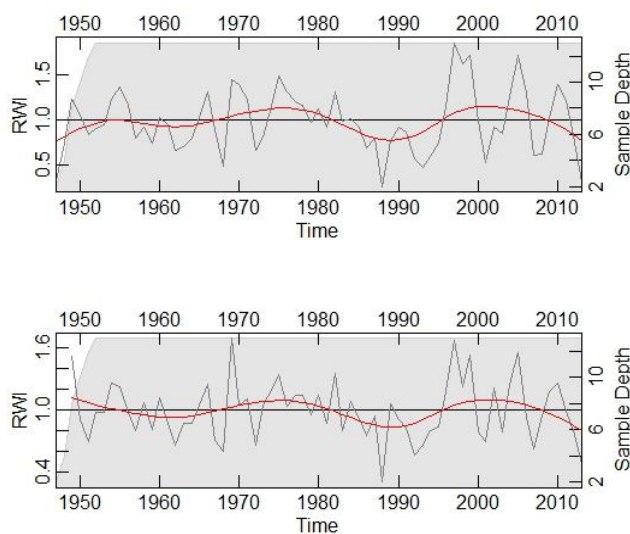
У таб. 14 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Вршачки Брег.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 15 (3,086 mm) а најмању стабло број 13 (1,405 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 2 и износила је 2,980 mm а најмања на стаблу број 13 и износила је 1,320 mm. Највећа вредност стандардне девијације уочена је на стаблу број 10 (1,454 mm) а најмања код стабла број 13 (0,780 mm). Стабла број 2, 10, 12, 13 и 15 имала су умерену позитивну асиметрију, док су остала стабла имала јаку позитивну асиметрију. На овом локалитету аутокорелације су биле углавном јаке.

**Табела 14:** Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Вршачки Брег

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина година | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорелација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1947                | 2013             | 1,956                  | 1,920    | 0,852                 | 0,762              | 0,518          |
| 2                | 1952                | 2013             | 3,042                  | 2,980    | 1,149                 | 0,309              | 0,477          |
| 4                | 1949                | 2013             | 2,334                  | 2,240    | 1,040                 | 0,688              | 0,601          |
| 5                | 1951                | 2013             | 1,705                  | 1,570    | 0,841                 | 0,529              | 0,479          |
| 6                | 1949                | 2013             | 2,347                  | 2,420    | 0,931                 | 0,788              | 0,499          |
| 7                | 1950                | 2013             | 2,382                  | 2,260    | 1,097                 | 1,112              | 0,564          |
| 9                | 1949                | 2013             | 2,070                  | 1,640    | 1,175                 | 0,758              | 0,739          |
| 10               | 1948                | 2013             | 3,038                  | 2,870    | 1,454                 | 0,249              | 0,541          |
| 11               | 1947                | 2013             | 2,255                  | 2,060    | 1,043                 | 0,872              | 0,556          |
| 12               | 1950                | 2013             | 2,244                  | 2,255    | 0,994                 | 0,260              | 0,531          |
| 13               | 1948                | 2013             | 1,405                  | 1,320    | 0,780                 | 0,189              | 0,611          |
| 14               | 1951                | 2013             | 3,064                  | 2,740    | 1,369                 | 0,634              | 0,459          |
| 15               | 1949                | 2013             | 3,086                  | 2,860    | 1,354                 | 0,472              | 0,546          |

На сл. 23 приказана је хронологија букве са аутокорељацијом и без аутокорељације на локалитету Вршачки Брег.



**Слика 23:** Хронологија стабала букве на локалитету Вршачки Брег са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

### 5.1.10. ИСТОЧНА БОРАЊА

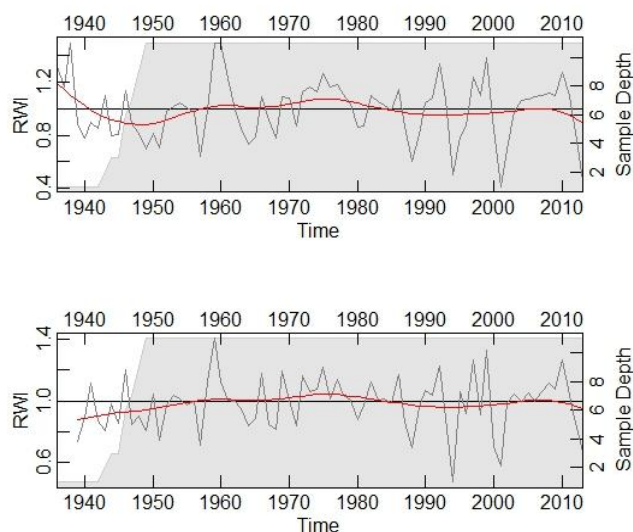
У таб. 15 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Источна Борања.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 13 (3,984 mm) а најмању стабло број 6 (2,204 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 13 и износила је 3,397 mm а најмања на стаблу број 6 и износила је 2,215 mm. Највећа вредност стандардне девијације уочена је на стаблу број 7 (1,843 mm) а најмања код стабла број 6 (0,970 mm). Стабла број 1, 9, 11 и 14 имала су умерену позитивну асиметрију, стабла број 4 и 12 умерену негативну асиметрију, стабло број 13 имало је значајну негативну асиметрију, а остала стабла су имала значајну позитивну асиметрију. На овом локалитету аутокорелације су биле јаке код скоро свих стабала.

Табела 15: Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Источна Борања

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина годова | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорељација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1936                | 2013             | 3.133                  | 3.080    | 1.403                 | 0.330              | 0.735          |
| 4                | 1946                | 2013             | 2.853                  | 2.870    | 1.081                 | -0.089             | 0.421          |
| 5                | 1948                | 2013             | 2.869                  | 2.805    | 1.039                 | 0.528              | 0.588          |
| 6                | 1946                | 2013             | 2.204                  | 2.215    | 0.970                 | 2.004              | 0.650          |
| 7                | 1949                | 2013             | 3.682                  | 3.390    | 1.843                 | 0.552              | 0.827          |
| 9                | 1944                | 2013             | 2.596                  | 2.440    | 1.616                 | 0.353              | 0.797          |
| 10               | 1943                | 2013             | 2.891                  | 2.750    | 1.179                 | 1.303              | 0.628          |
| 11               | 1947                | 2013             | 2.561                  | 2.400    | 1.246                 | 0.346              | 0.722          |
| 12               | 1948                | 2013             | 3.543                  | 3.660    | 0.997                 | -0.463             | 0.648          |
| 13               | 1946                | 2013             | 3,984                  | 3.970    | 1.090                 | -0.572             | 0.435          |
| 14               | 1949                | 2013             | 3.226                  | 2.980    | 1.354                 | 0.422              | 0.775          |

На сл. 24 приказана је хронологија букве са аутокорељацијом и без аутокорељације на локалитету Источна Борања.



**Слика 24:** Хронологија стабала букве на локалитету Источна Борања са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

### 5.1.11. ЖЕЉИН

У таб. 16 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Жељин.

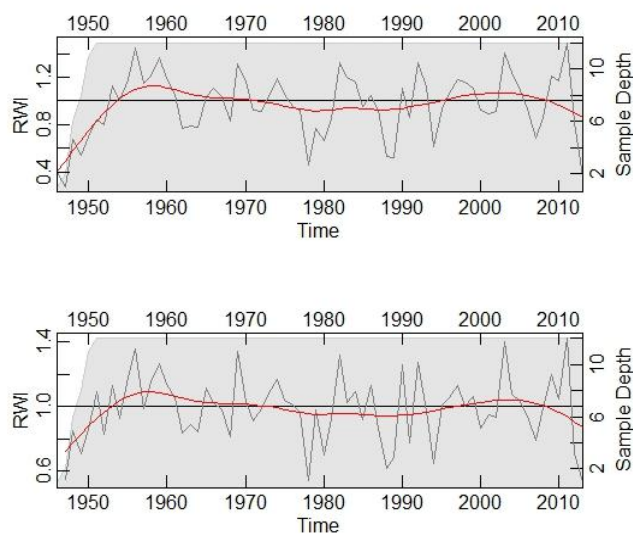
Највећу просечну ширину година имало је стабло број 12 (3,765 mm) а најмању стабло број 6 (1,660 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 12 и износила је 3,630 mm а најмања на стаблу број 6 и износила је 1,410 mm. Највећа вредност стандардне девијације уочена је на стаблу број 11 (1,681 mm) а најмања код стабла број 3 (0,763 mm). Стабла број 5, 6, 9, 12 и 14 имала су умерену позитивну асиметрију, стабла број 3, 7, 8 и 15 умерену негативну асиметрију, а остала стабла су имала значајну позитивну асиметрију. На овом локалитету аутокорелације су биле углавном јаке код скоро свих стабала.

Табела 16: Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Жељин

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина годова | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорељација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 2                | 1949                | 2013             | 2,693                  | 2,520    | 0,965                 | 0,721              | 0,673          |
| 3                | 1949                | 2013             | 2,573                  | 2,620    | 0,763                 | -0,261             | 0,346          |
| 5                | 1948                | 2013             | 1,742                  | 1,710    | 0,773                 | 0,020              | 0,476          |
| 6                | 1950                | 2013             | 1,660                  | 1,410    | 0,838                 | 0,339              | 0,736          |
| 7                | 1946                | 2013             | 3,071                  | 3,000    | 1,197                 | -0,081             | 0,668          |
| 8                | 1948                | 2013             | 2,863                  | 2,780    | 0,884                 | -0,173             | 0,473          |
| 9                | 1948                | 2013             | 2,671                  | 2,600    | 0,979                 | 0,268              | 0,612          |
| 10               | 1948                | 2013             | 2,443                  | 2,290    | 1,034                 | 0,580              | 0,572          |
| 11               | 1950                | 2013             | 3,172                  | 3,015    | 1,681                 | 0,615              | 0,810          |
| 12               | 1950                | 2013             | 3,765                  | 3,630    | 1,205                 | 0,157              | 0,458          |
| 14               | 1951                | 2013             | 2,827                  | 2,650    | 1,091                 | 0,308              | 0,267          |
| 15               | 1947                | 2013             | 2,303                  | 2,300    | 0,937                 | -0,215             | 0,698          |

На сл. 25 приказана је хронологија букве са аутокорељацијом и без аутокорељације на локалитету Жељин.





**Слика 25:** Хронологија стабала букве на локалитету Жељин са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

#### 5.1.12. КУКАВИЦА

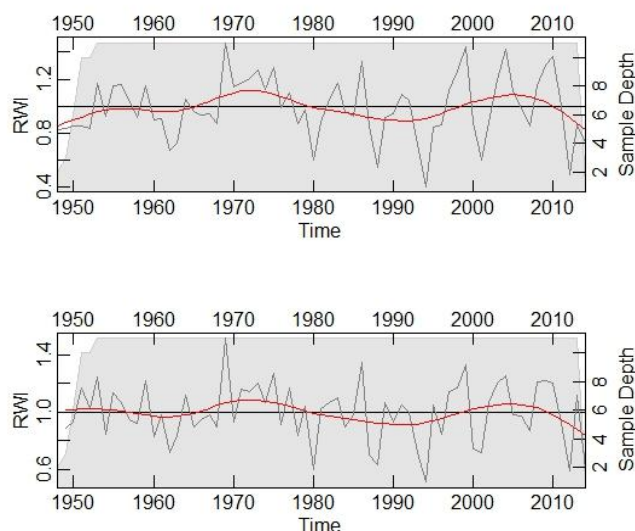
У таб. 17 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Кукавица.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 9 (4,462 mm) а најмању стабло број 15 (2,610 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 12 и износила је 3,810 mm а најмања на стаблу број 15 и износила је 2,690 mm. Највећа вредност стандардне девијације уочена је на стаблу број 9 (1,510 mm) а најмања код стабла број 2 (0,836 mm). Стабла број 2 и 12 имала су умерену негативну асиметрију, а сва остала стабла су имала умерену позитивну асиметрију. На овом локалитету аутокорелације су биле углавном слабе код скоро свих стабала.

Табела 17: Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Кукавица

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина<br>голова | Медијана | Стандардна<br>девијација | Нормална<br>расподела | Аутокорељација |
|------------------|---------------------|------------------|---------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|----------------|
| 1                | 1950                | 2013             | 3,131                     | 3,140    | 1,136                    | 0,110                 | 0,740          |
| 2                | 1951                | 2013             | 3,485                     | 3,590    | 0,836                    | -0,384                | 0,488          |
| 3                | 1953                | 2013             | 3,760                     | 3,770    | 1,403                    | 0,184                 | 0,401          |
| 4                | 1951                | 2013             | 3,464                     | 3,530    | 1,408                    | 0,086                 | 0,722          |
| 9                | 1949                | 2013             | 4,462                     | 4,320    | 1,510                    | 0,434                 | 0,608          |
| 10               | 1948                | 2013             | 2,921                     | 2,820    | 0,916                    | 0,049                 | 0,415          |
| 11               | 1948                | 2013             | 3,377                     | 3,355    | 1,113                    | 0,352                 | 0,550          |
| 12               | 1951                | 2013             | 3,749                     | 3,810    | 1,294                    | -0,152                | 0,543          |
| 13               | 1951                | 2013             | 4,188                     | 3,980    | 1,347                    | 0,352                 | 0,609          |
| 14               | 1950                | 2013             | 2,978                     | 2,810    | 1,321                    | 0,333                 | 0,735          |
| 15               | 1950                | 2013             | 2,610                     | 2,690    | 0,997                    | 0,322                 | 0,569          |

На сл. 26 приказана је хронологија букве са аутокорељацијом и без аутокорељације на локалитету Кукавица.



**Слика 26:** Хронологија стабала букве на локалитету Кукавица са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

### 5.1.13. ГОЛИЈА

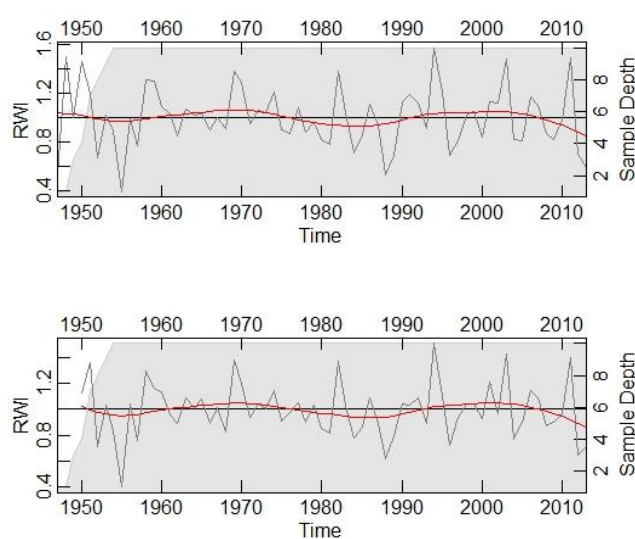
У таб. 18 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Голија.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 1 (3,203 mm) а најмању стабло број 9 (1,290 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 1 и износила је 3,300 mm, а најмања на стаблу број 9 и износила је 1,235 mm. Највећа вредност стандардне девијације уочена је на стаблу број 7 (1,446 mm) а најмања код стабла број 10 (0,627 mm). Стабло број 15 имало је значајну позитивну асиметрију, стабло број 1 значајну негативну асиметрију, а сва остала стабла су имала умерену позитивну асиметрију. На овом локалитету аутокорелације су биле углавном слабе код скоро свих стабала.

Табела 18: Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Голија

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина годова | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорељација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1953                | 2013             | 3,203                  | 3,300    | 0,849                 | -0,867             | 0,298          |
| 2                | 1949                | 2013             | 2,771                  | 2,770    | 1,028                 | 0,339              | 0,335          |
| 3                | 1952                | 2013             | 2,026                  | 2,010    | 0,674                 | 0,132              | 0,541          |
| 7                | 1954                | 2013             | 2,870                  | 2,820    | 1,446                 | 0,065              | 0,827          |
| 8                | 1951                | 2013             | 2,083                  | 2,100    | 0,994                 | 0,348              | 0,549          |
| 9                | 1950                | 2013             | 1,290                  | 1,235    | 0,643                 | 0,253              | 0,398          |
| 10               | 1951                | 2013             | 1,458                  | 1,480    | 0,627                 | 0,348              | 0,407          |
| 13               | 1949                | 2013             | 1,775                  | 1,730    | 0,670                 | 0,217              | 0,559          |
| 14               | 1951                | 2013             | 2,367                  | 2,390    | 0,856                 | 0,062              | 0,489          |
| 15               | 1947                | 2013             | 1,669                  | 1,560    | 0,927                 | 0,539              | 0,696          |

На сл. 27 приказана је хронологија букве са аутокорељацијом и без аутокорељације на локалитету Голија.



Слика 27: Хронологија стабала букве на локалитету Голија са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

### 5.1.14. ВЛАСИНА

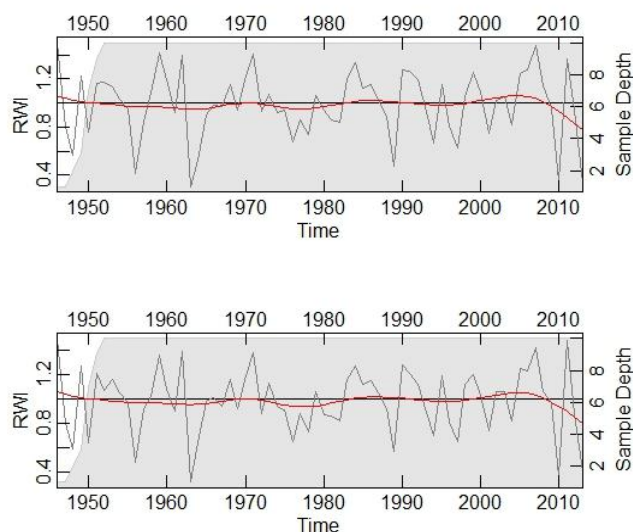
У таб. 19 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Власина.

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 1 (1,767 mm) а најмању стабло број 2 (0,741 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 1 и износила је 1,760 mm, а најмања на стаблу број 2 и износила је 0,785 mm. Највећа вредност стандардне девијације уочена је на стаблу број 7 (0,776 mm) а најмања код стабла број 6 (0,298 mm). Стабла број 1, 3, 10 и 15 имала су умерену негативну асиметрију, стабла број 5, 6, 8 и 9 умерену позитивну асиметрију, а сва остала стабла су имала значајну позитивну асиметрију. На овом локалитету аутокорелације су биле углавном слабе код већине стабала.

**Табела 19:** Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Власина

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина година | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорелација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1951                | 2013             | 1,767                  | 1,760    | 0,592                 | -0,199             | 0,143          |
| 2                | 1950                | 2013             | 0,741                  | 0,785    | 0,401                 | 0,778              | 0,236          |
| 3                | 1948                | 2013             | 1,097                  | 1,065    | 0,475                 | -0,134             | 0,598          |
| 5                | 1950                | 2013             | 1,496                  | 1,520    | 0,602                 | 0,099              | 0,456          |
| 6                | 1946                | 2013             | 0,826                  | 0,795    | 0,298                 | 0,156              | 0,161          |
| 7                | 1952                | 2013             | 1,321                  | 1,175    | 0,776                 | 1,711              | 0,557          |
| 8                | 1950                | 2013             | 1,321                  | 1,295    | 0,560                 | 0,047              | 0,375          |
| 9                | 1950                | 2013             | 0,907                  | 0,915    | 0,393                 | 0,340              | 0,315          |
| 10               | 1951                | 2013             | 0,889                  | 0,840    | 0,330                 | -0,093             | 0,255          |
| 15               | 1949                | 2013             | 1,263                  | 1,200    | 0,453                 | -0,060             | 0,313          |

На сл. 28 приказана је хронологија букве са аутокорелацијом и без аутокорелације на локалитету Власина.



**Слика 28:** Хронологија стабала букве на локалитету Власина са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

### 5.1.15. СТАРА ПЛАНИНА (БАБИН ЗУБ)

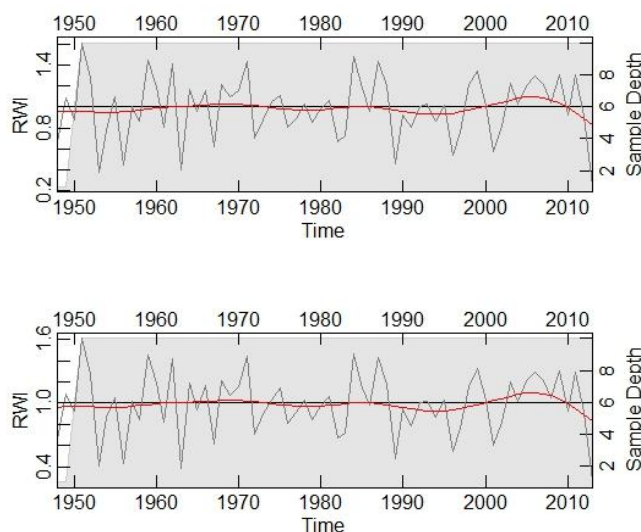
У таб. 20 приказани су неки показатељи дескриптивне статистике за узоркована стабла на локалитету Стара Планина (Бабин Зуб).

Највећу просечну ширину година имало је стабло број 2 (1,668 mm) а најмању стабло број 13 (0,903 mm). Највећа вредност медијане констатована је на стаблу број 2 и износила је 1,62 mm, а најмања на стаблу број 13 и износила је 0,88 mm. Највећа вредност стандардне девијације уочена је на стаблу број 2 (0,634 mm) а најмања код стабла број 13 (0,354 mm). Стабла број 12 и 14 имала су умерену негативну асиметрију, стабло број 13 значајну позитивну асиметрију, а сва остала стабла су имала умерену позитивну асиметрију. На овом локалитету аутокорелације су биле углавном слабе код већине стабала.

**Табела 20:** Дескриптивна статистика стабала букве на локалитету Стара Планина (Бабин Зуб)

| Редни бр. стабла | Почетак хронологије | Крај хронологије | Просечна ширина годова | Медијана | Стандардна девијација | Нормална расподела | Аутокорелација |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 1                | 1951                | 2013             | 0,982                  | 0,95     | 0,434                 | 0,350              | 0,142          |
| 2                | 1951                | 2013             | 1,668                  | 1,62     | 0,634                 | 0,238              | 0,130          |
| 3                | 1948                | 2013             | 1,276                  | 1,29     | 0,479                 | 0,392              | 0,125          |
| 5                | 1951                | 2013             | 1,176                  | 1,17     | 0,492                 | 0,033              | 0,128          |
| 6                | 1950                | 2013             | 1,298                  | 1,29     | 0,493                 | 0,066              | 0,433          |
| 10               | 1950                | 2013             | 1,203                  | 1,23     | 0,494                 | 0,436              | 0,095          |
| 11               | 1950                | 2013             | 1,221                  | 1,12     | 0,540                 | 0,212              | 0,424          |
| 12               | 1950                | 2013             | 1,475                  | 1,49     | 0,468                 | -0,237             | 0,075          |
| 13               | 1950                | 2013             | 0,903                  | 0,88     | 0,354                 | 0,519              | 0,234          |
| 14               | 1951                | 2013             | 1,446                  | 1,39     | 0,422                 | -0,075             | 0,028          |

На сл. 29 приказана је хронологија букве са аутокорелацијом и без аутокорелације на локалитету Стара Планина (Бабин Зуб).



**Слика 29:** Хронологија стабала букве на локалитету Стара Планина (Бабин Зуб) са аутокорељацијом (горе) и без аутокорељације (доле)

#### 5.1.16. ДЕСКРИПТИВНА СТАТИСТИКА ЗА СВЕ УЗОРКОВАНЕ ЛОКАЛИТЕТЕ

У таб. 21 су приказани неки од показатеља дескриптивне статистике стабала букве која су узоркована на 15 локалитета (6 локалитета у Републици Српској и 9 локалитета у Републици Србији).

Из табеле се може видети почетак и крај хронологија, просечна ширина година, медијана, стандардна девијација, нормална расподела и аутокорељација.



Табела 21: Дескриптивна статистика стабала букве на свим узоркованим локалитетима

| Локалитет                       | Почетак<br>хронологије | Крај<br>хронологије | Просечна<br>ширина година | Медијана | Стандардна<br>девијација | Нормална<br>расподела | Аутокореелација |
|---------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|-----------------|
| Лопаре                          | 1905                   | 2015                | 1,649                     | 1,21     | 0,997                    | 1,081                 | 0,885           |
| Власеница                       | 1860                   | 2015                | 1,34                      | 1,09     | 0,712                    | 0,583                 | 0,899           |
| Јахорина                        | 1897                   | 2015                | 1,68                      | 1,5      | 0,727                    | 1,08                  | 0,829           |
| Србац                           | 1935                   | 2015                | 1,219                     | 1,18     | 0,286                    | 0,074                 | 0,448           |
| М. Град                         | 1909                   | 2015                | 1,761                     | 1,47     | 1,034                    | 0,882                 | 0,9             |
| И. Дрвар                        | 1773                   | 2015                | 0,975                     | 0,93     | 0,386                    | 0,716                 | 0,601           |
| Фрушка Гора                     | 1944                   | 2015                | 1,724                     | 1,705    | 0,584                    | 0,071                 | 0,365           |
| Космај                          | 1949                   | 2013                | 3,077                     | 3,08     | 1,017                    | 0,01                  | 0,665           |
| Вршачки Брег                    | 1947                   | 2013                | 2,25                      | 2,15     | 0,837                    | 0,289                 | 0,509           |
| И. Борања                       | 1936                   | 2013                | 2,892                     | 2,975    | 0,988                    | -0,036                | 0,743           |
| Жељин                           | 1946                   | 2013                | 2,564                     | 2,58     | 0,83                     | -0,177                | 0,62            |
| Куковица                        | 1948                   | 2013                | 3,359                     | 3,33     | 0,889                    | 0,247                 | 0,542           |
| Голија                          | 1947                   | 2013                | 2,074                     | 2,15     | 0,737                    | -0,049                | 0,585           |
| Власина                         | 1946                   | 2013                | 1,116                     | 1,16     | 0,316                    | -0,561                | 0,238           |
| Стара<br>Планина<br>(Бабин Зуб) | 1948                   | 2013                | 1,244                     | 1,275    | 0,353                    | -0,331                | -0,05           |

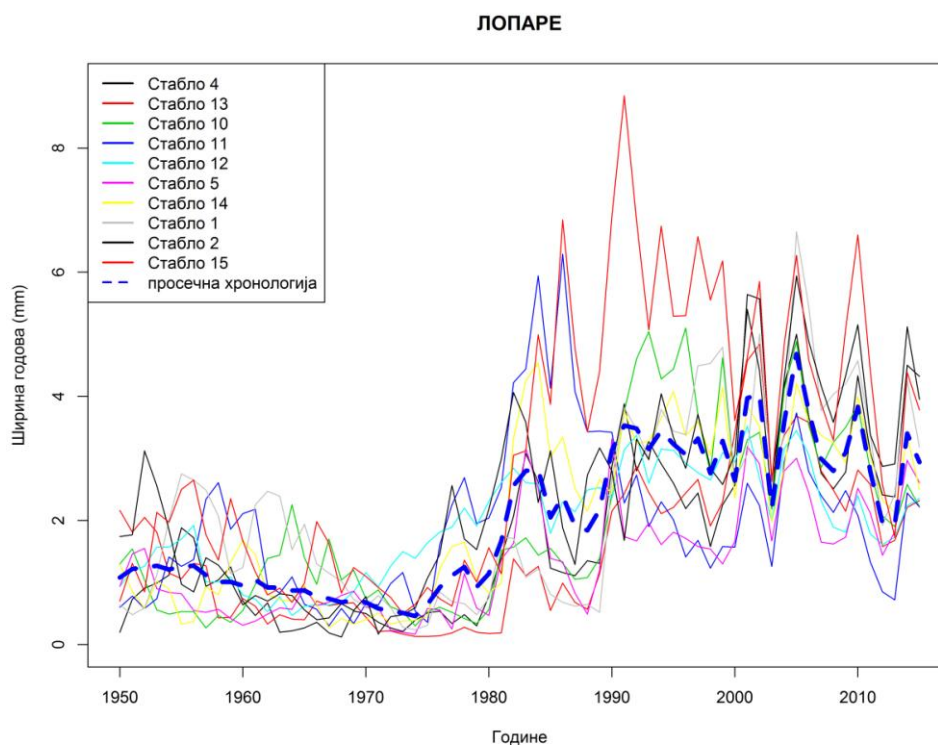
## 5.2. ХРОНОЛОГИЈЕ СТАБАЛА БУКВЕ

У поглављу 3.2. обрађене су хронологије стабала букве на узоркованим локалитетима у илирској и мезијској провинцији. Пуним, танким линијама приказане су хронологије стабала букве узорковане на датом локалитету, а испрекидана, дебља плава линија представља просечну хронологију свих узоркованих стабала.

### 5.2.1. ЛОПАРЕ

На сл. 30 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период на локалитету Лопаре, као и значајније смањење ширине година стабала букве 2013., 2008., 2003. и 1988. године. Године у којим је количина падавина била мања и средња годишња температура ваздуха већа од вишегодишњег (климатолошког) просека за период (1951-1980), узете су за изразито сушне године. На овом локалитету то су биле: 1951., 1952., 1953., 1957., 1958., 1960., 1961., 1971., 1979., 1982., 1983., 1988., 1990., 1992., 1993., 1994., 1997., 2000., 2003., 2008., 2011., 2012. и 2013 година.

На овом локалитету ширина година до 1980. године није прелазила 1 mm, а у периоду (1980-2015) она се креће у опсегу од 2 до 4 mm. То нам говори да су се стабла од 1980. године ослободила засене и почела интензивно да прирашћују.

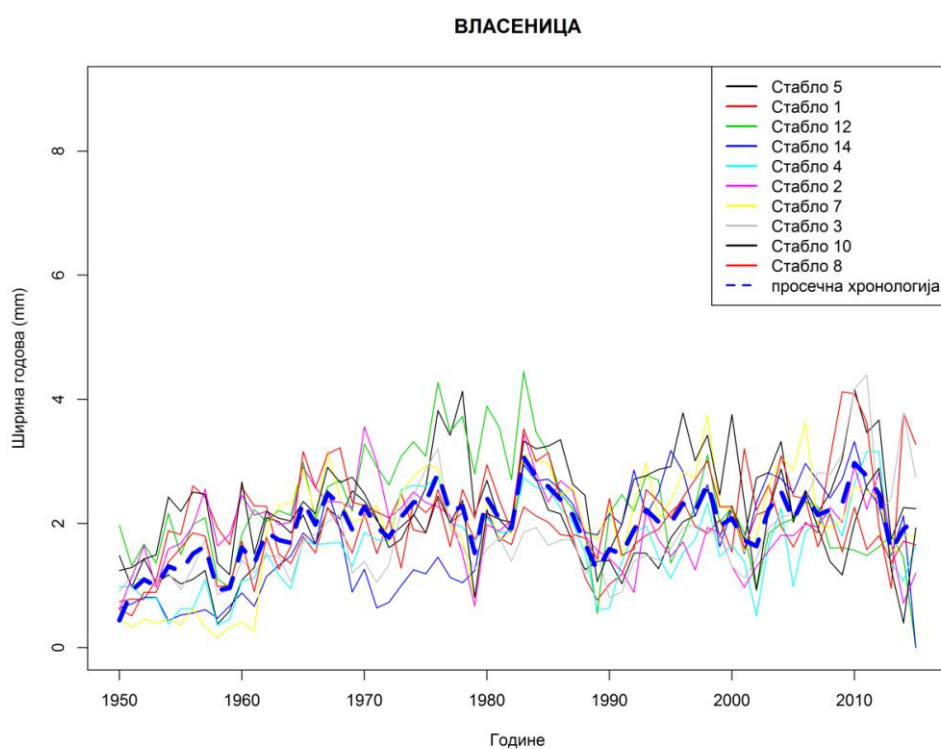


Слика 30: Хронологије стабала букве на локалитету Лопаре

### 5.2.2. ВЛАСЕНИЦА

На сл. 31 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за локалитет Власеница. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине година стабала букве 2013., 2008., 2003., 1988., 1982., 1978. и 1958. године. На овом локалитету сушне године биле су: 1951., 1952., 1953., 1957., 1958., 1960., 1961., 1967., 1972., 1982., 1988., 1990., 1992., 1993., 1994., 1997., 2000., 2003., 2008., 2011., 2012., 2013. и 2015. година.

Код локалитета Власеница можемо уочити да нема значајнијих одступања код ширине година посматраних стабала. Сва стабла су имала уједначену ширину година у периоду од 1950. до 2015. године. Ширина година се кретала ок 0,5 mm до 4 mm.

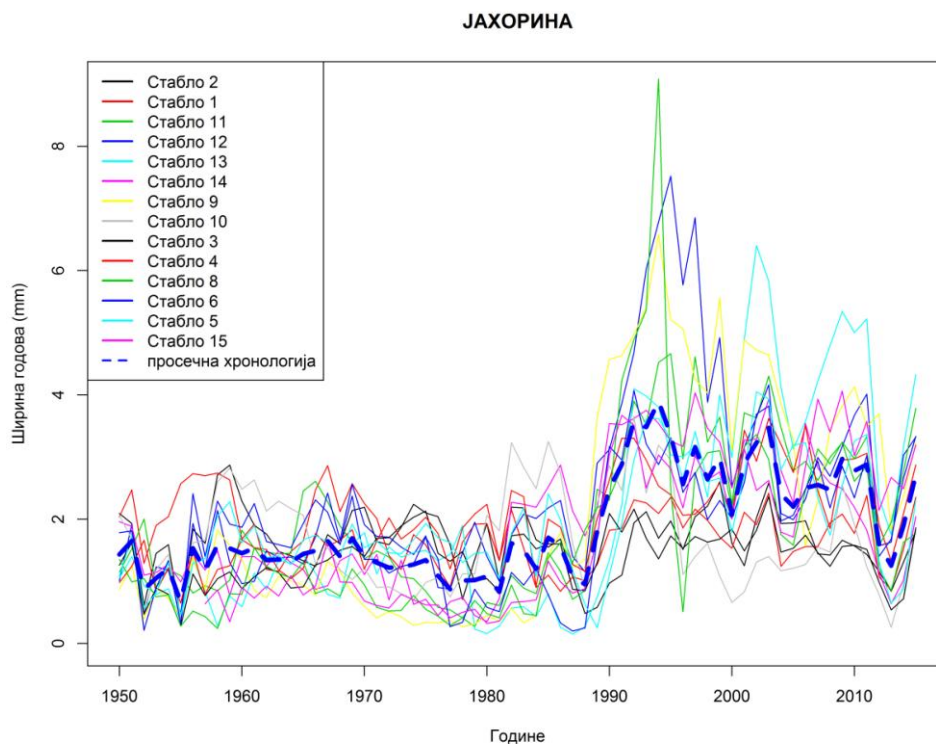


**Слика 31:** Хронологије стабала букве на локалитету Власеница

### 5.2.3. ЈАХОРИНА

На сл. 32 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период на локалитету Јахорина, као и значајније смањење ширине година стабала букве 2013., 2006., 2003., 2000., 1996., 1986., 1956. и 1952. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1952., 1953., 1957., 1958., 1960., 1961., 1972., 1982., 1986., 1990., 1992., 1993., 1994., 1997., 1998, 2000., 2003., 2008., 2011. и 2015. година.

На локалитету Јахорина ширина година до 1987. године кретала се до 2 mm, а у периоду (1987-2015) она се кретала у опсегу од 2 до 9 mm. То нам говори да су стабла букве у састојини на Јахорини до 1987. године трпела засену од конкуретних стабала и нису имала довољно светлости и простора да нормално расту и развијају се. Од 1987. године спроведене су јаче сече као мере неге и стабла су почела интензивно да прирашћују и образују широке годове.

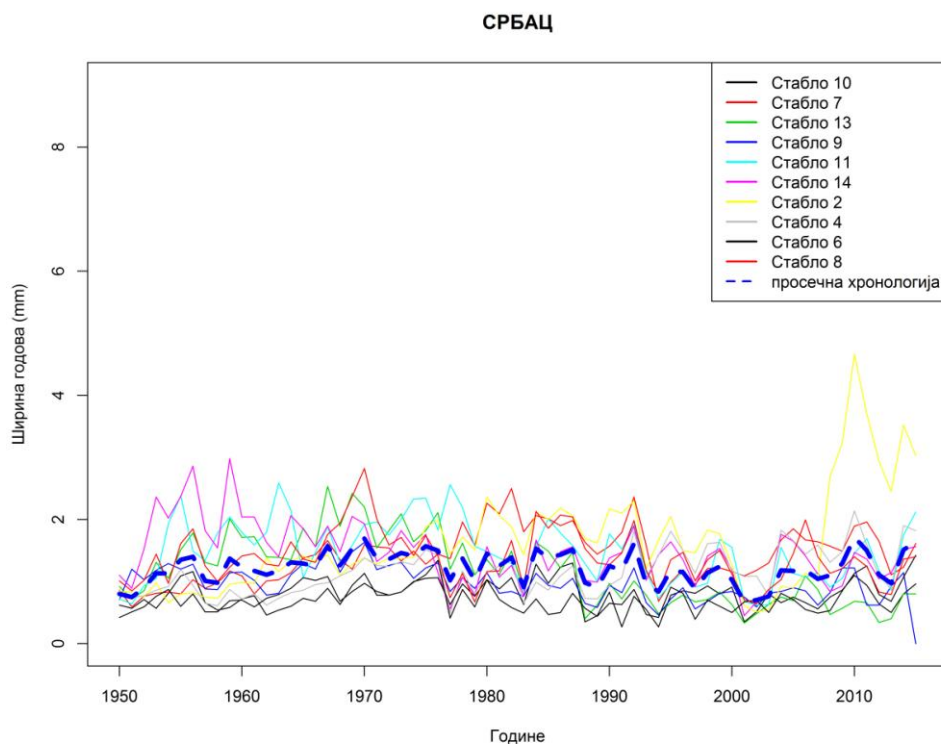


**Слика 32:** Хронологије стабала букве на локалитету Јахорина

#### 5.2.4. СРБАЦ

Са сл. 33 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине година стабала букве 2013., 2008., 2003., 1998., 1995., 1988., 1984., 1979., 1977., 1968. и 1957. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1952., 1953., 1957., 1958., 1961., 1967., 1968., 1975., 1982., 1983., 1988., 1989., 1990., 1992., 1993., 1994., 1997., 1998., 2000., 2003., 2006., 2007., 2008., 2009., 2011., 2012. и 2015. година.

Код локалитета Србац можемо уочити да нема значајнијих одступања код ширине година посматраних стабала. Сва стабла су имала уједначену ширину година у периоду од 1950. до 2015. године. Ширина година се кретала од 0,5 mm до 3 mm.

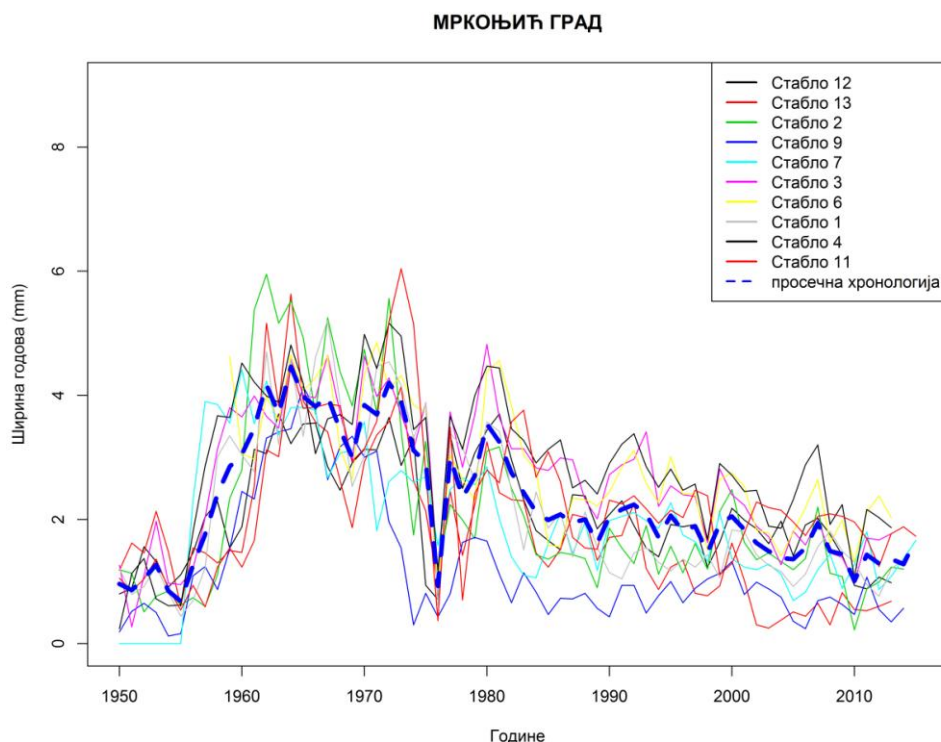


**Слика 33:** Хронологије стабала букве на локалитету Србац

### 5.2.5. МРКОЊИЋ ГРАД

Са сл. 34 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. На графикону уочавамо значајније смањење ширине годова стабала букве 1975. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1952., 1953., 1957., 1958., 1961., 1975., 1982., 1983., 1988., 1989., 1990., 1992., 1993., 1994., 1997., 1998., 2000., 2003., 2006., 2007., 2011., 2012. и 2015. година.

На слици се може уочити и да је ширина годова била већа у периоду од 1960. до 1980. године, него у периоду од 1980. године па до момента узимања узорака. У периоду до 1980. године састојином је редовно газдовано и ширине годова су се кретале у опсегу од 0,5 mm до 6 mm. Године 1980. донета је одлука да се овај локалитет издвоји из редовног газдовања и прогласи резерватом. Од тада у састојини на локалитету Мркоњић Град нису спровођене никакве узгојне и газдинске мере, што се манифесовало на смањење прираста и ширине годова.

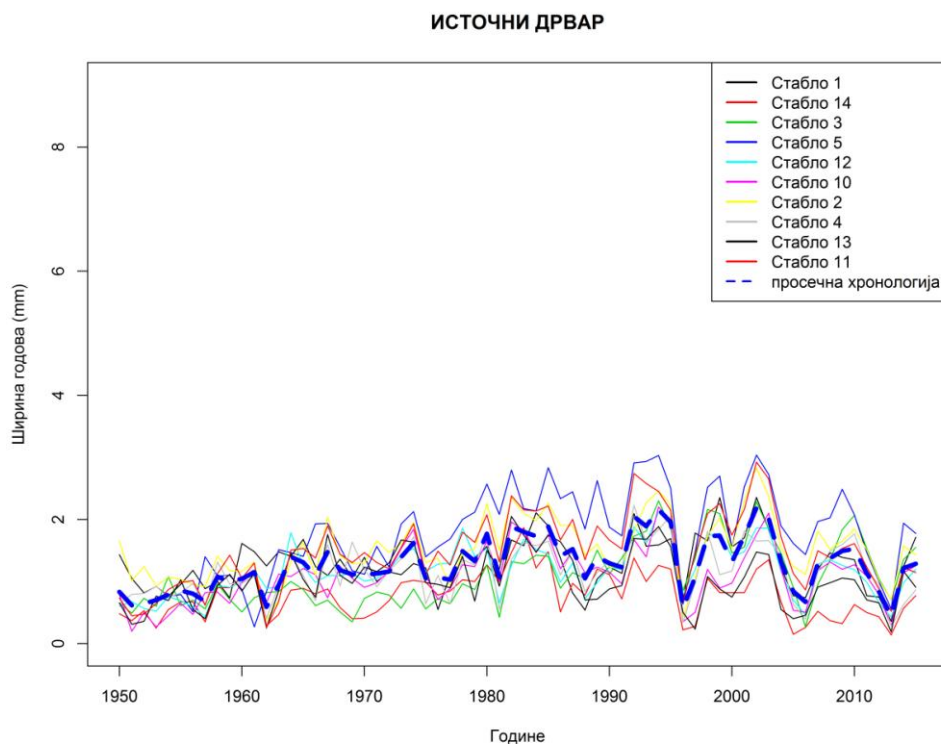


**Слика 34:** Хронологије стабала букве на локалитету Мркоњић Град

### 5.2.6. ИСТОЧНИ ДРВАР

Са сл. 35 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине годова стабала букве 2013., 2006., 1996., 1982. и 1963. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1952., 1953., 1957., 1958., 1961., 1975., 1982., 1983., 1988., 1989., 1990., 1993., 1994., 1997., 1998., 2000., 2003., 2006., 2011. и 2015. година.

На слици се може уочити и да је ширина годова уједначена за читав посматрани период од 1950. до 2015. године. Ширина годова се кретала у опсегу од 0,5 mm до 3 mm.



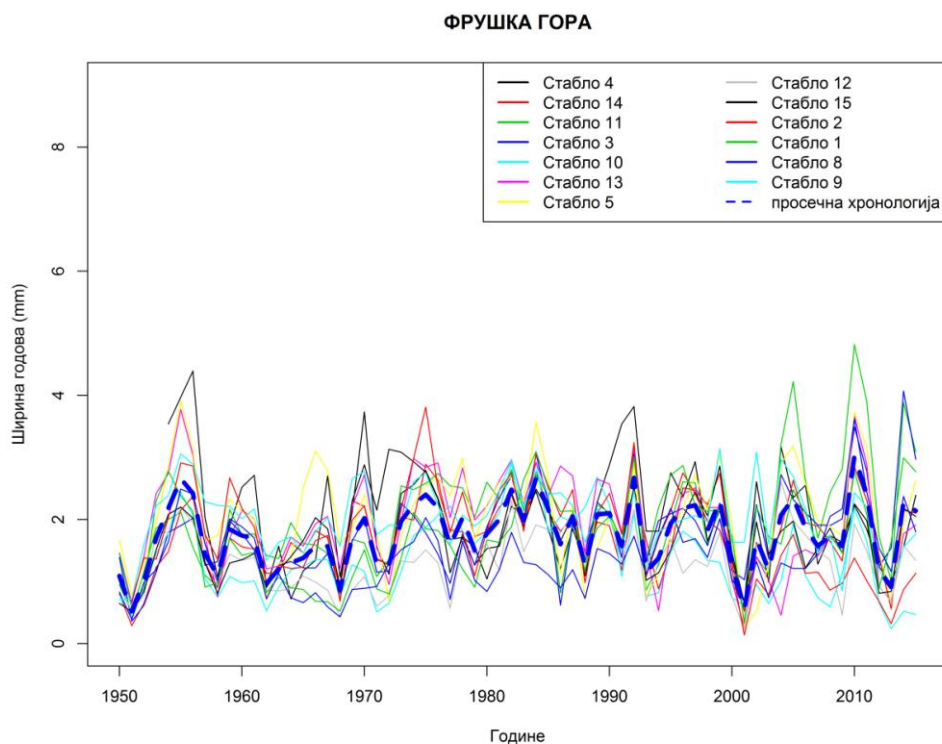
**Слика 35:** Хронологије стабала букве на локалитету Источни Дрвар

### 5.2.7. ФРУШКА ГОРА

На сл. број 36 пуним, танким линијама приказане су хронологије стабала букве узорковане на локалитету Фрушка Гора, а испрекидана, дебља плава линија представља просечну хронологију свих узоркованих стабала на овом локалитету.

Са слике можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине годова стабала букве 2013., 2008., 2001., 1994., 1992., 1989., 1972., 1968., 1958. и 1952. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1953., 1957., 1958., 1961., 1968., 1971., 1975., 1979., 1982., 1983., 1988., 1989., 1990., 1992., 1993., 1994., 2000., 2002., 2003., 2008., 2009., 2011. и 2012. година.

На слици се може уочити и да је ширина годова уједначена за читав посматрани период од 1950. до 2015. године. Ширина годова се кретала од 0,5 mm до 5 mm.



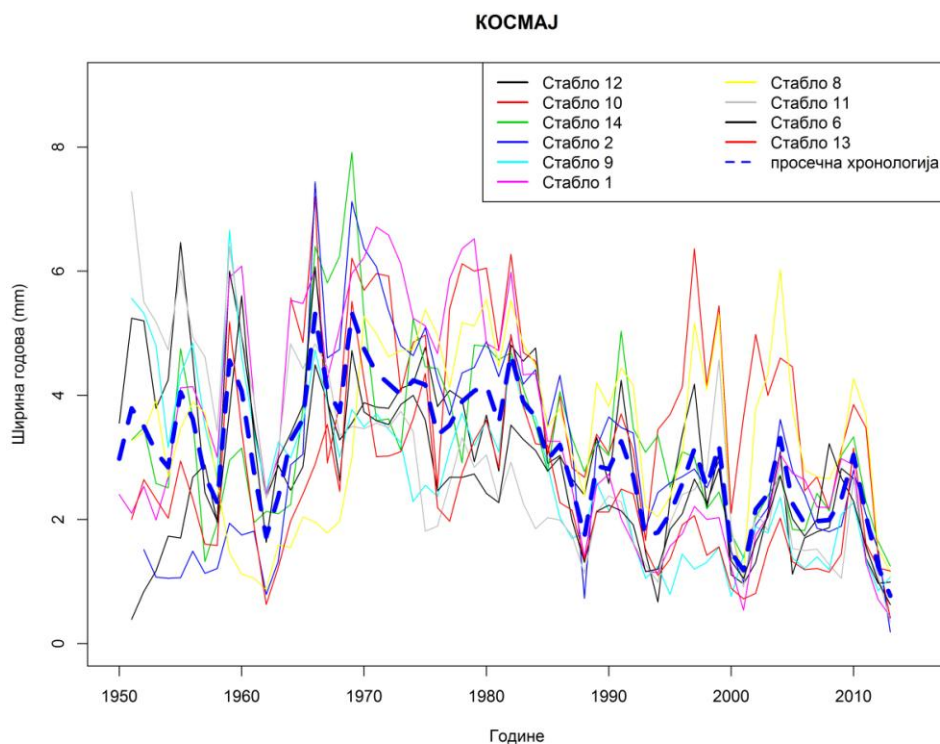
**Слика 36:** Хронологије стабала букве на локалитету Фрушка Гора

### 5.2.8. КОСМАЈ

Са сл. 37 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине годов стабала букве 2013., 2000., 1994, 1988., 1968., 1962. и 1958. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1952., 1957., 1958., 1960., 1961., 1966., 1967., 1968., 1972., 1982., 1983., 1988., 1990., 1992., 1993., 1994., 1998., 2000., 2003., 2008., 2011., 2012. и 2013. година.

На слици се може уочити и да је ширина годов уједначена за читав посматрани период од 1950. до 2015. године. Ширина годов се кретала у опсегу од 0,5 mm до 7,5 mm.



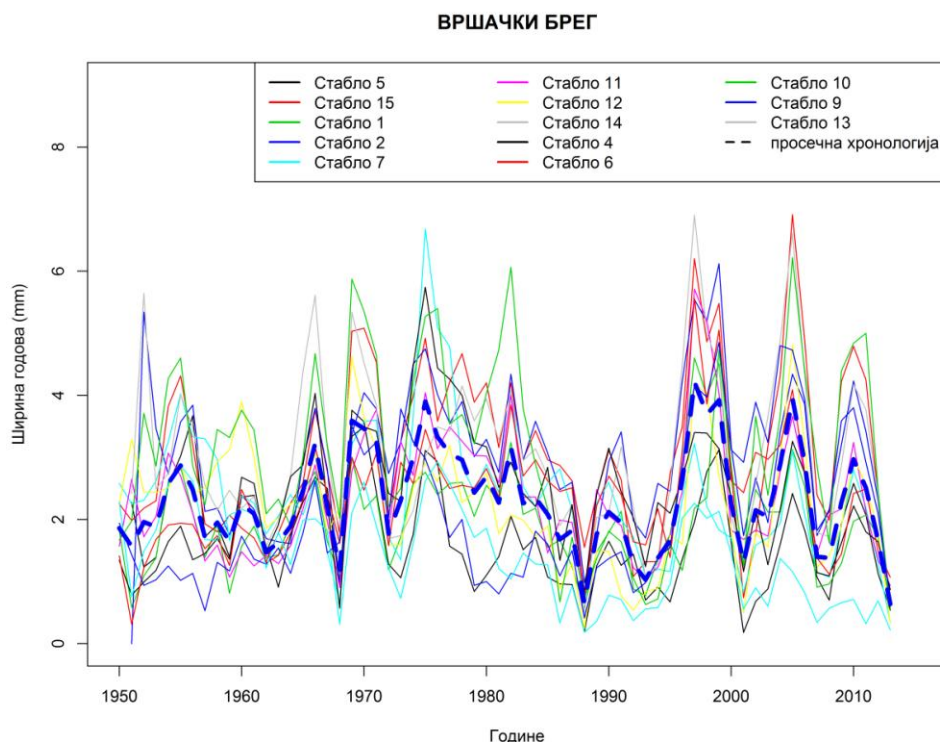


**Слика 37:** Хронологије стабала букве на локалитету Космај

### 5.2.9. ВРШАЧКИ БРЕГ

Са сл. 38 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине годова стабала букве 2013., 2008., 2002., 1994, 1988., 1972. и 1968. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1953., 1958., 1960., 1961., 1967., 1972., 1982., 1983., 1990., 1992., 1994., 1998., 2000., 2002., 2003., 2006., 2008., 2011. и 2012. година.

На слици се може уочити и да је ширина годова уједначена за читав посматрани период од 1950. до 2015. године. Ширина годова се кретала од 0,2 mm до 6,3 mm.

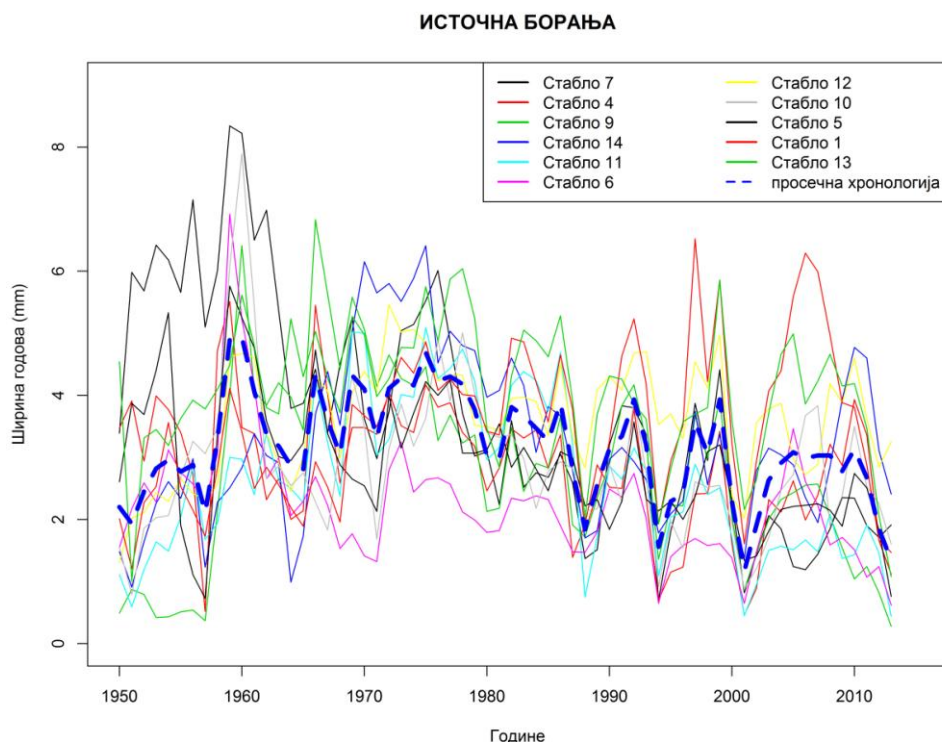


**Слика 38:** Хронологије стабала букве на локалитету Вршачки брег

### 5.2.10. ИСТОЧНА БОРАЊА

Са сл. 39 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине годова стабала букве 2013., 2001., 1994, 1988., 1982., 1972. и 1958. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1952., 1953., 1957., 1958., 1960., 1961., 1971., 1972., 1979., 1982., 1983., 1988., 1990., 1992., 1993., 1994., 2000., 2003., 2008., 2011., 2012. и 2013. година.

На слици се може уочити и да је ширина годова уједначена за читав посматрани период од 1950. до 2015. године. Ширина годова се кретала од 0,5 mm до 8,3 mm.

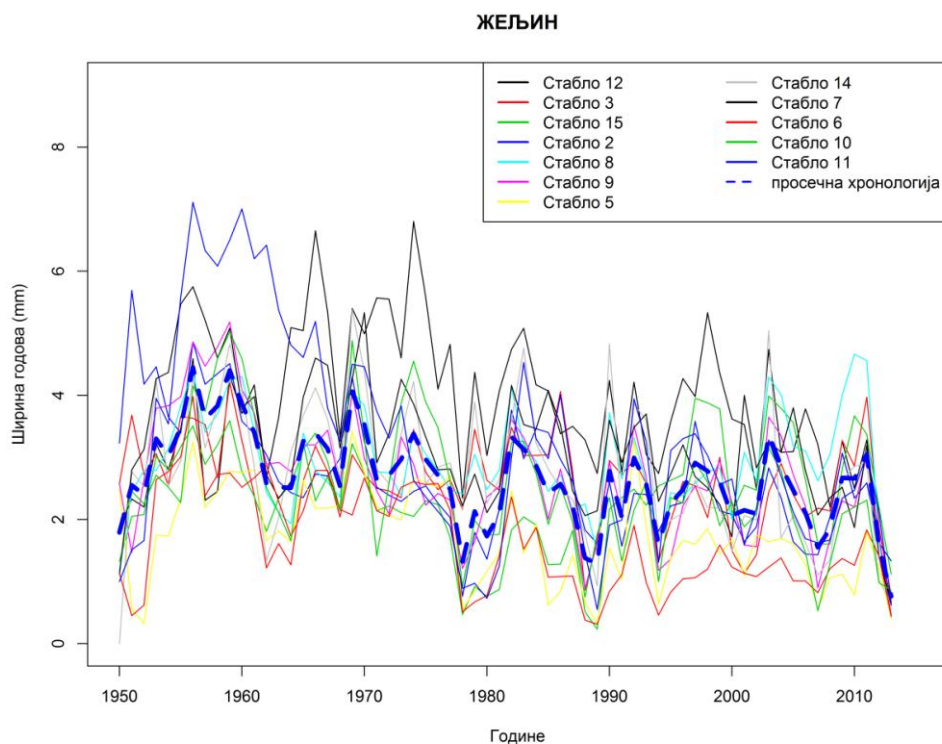


**Слика 39:** Хронологије стабала букве на локалитету Источна Борања

### 5.2.11. ЖЕЉИН

Са сл. 40 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине годова стабала букве 2013., 2008., 1994, 1992., 1988., 1982., 1978., 1967. и 1963. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1952., 1958., 1960., 1961., 1963., 1967., 1972., 1982., 1983., 1988., 1990., 1992., 1993., 1994., 2000., 2003., 2008., 2011., 2012. и 2013. година.

На слици се може уочити и да је ширина годова уједначена за читав посматрани период од 1950. до 2015. године. Ширина годова кретала се од 0,5 mm до 7 mm.

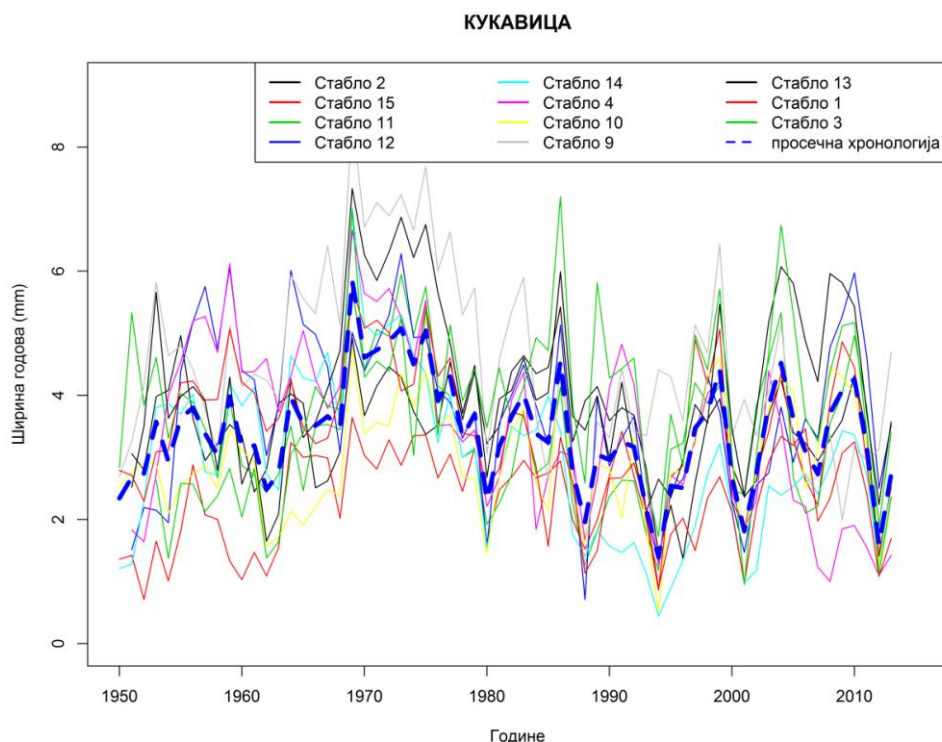


**Слика 40:** Хронологије стабала букве на локалитету Жељин

### 5.2.12. КУКАВИЦА

Са сл. 41 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине годова стабала букве 2013., 2008., 2001., 1994, 1988., 1980., 1968., 1963. и 1958. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1952., 1953., 1958., 1960., 1961., 1963., 1966., 1967., 1968., 1990., 1992., 1993., 1994., 2000., 2003., 2008., 2011., 2012. и 2013. година.

На слици се може уочити и да је ширина годова уједначена за читав посматрани период од 1950. до 2015. године. Ширина годова кретала се од 0,5 mm до 8 mm.

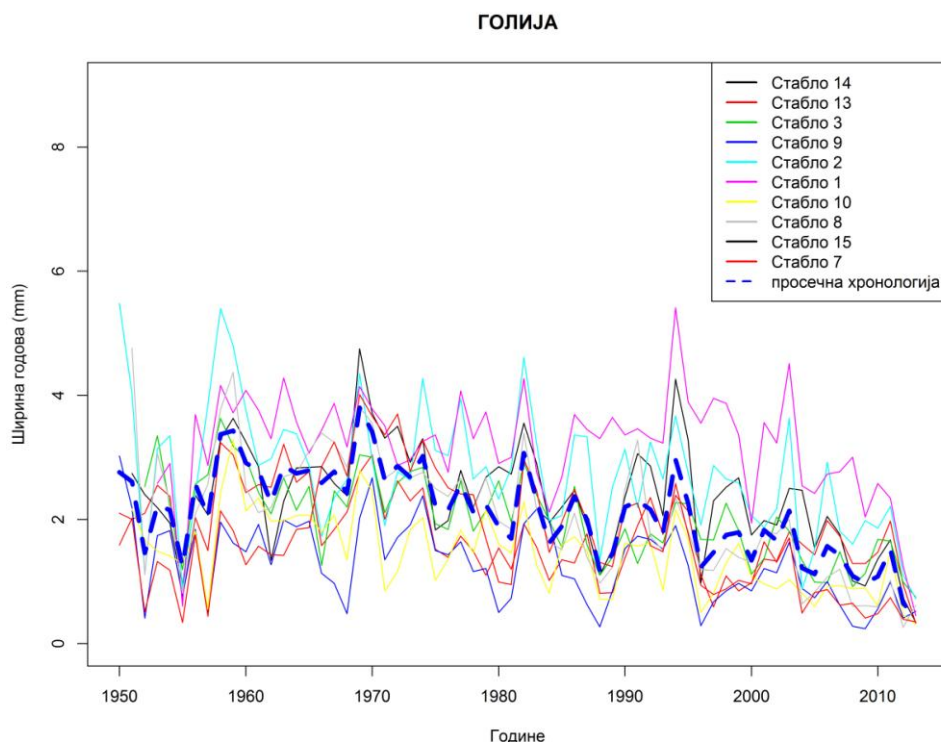


**Слика 41:** Хронологије стабала букве на локалитету Кукавица

### 5.2.13. ГОЛИЈА

Са сл. 42 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине годова стабала букве 2013., 2008., 1995, 1988., 1983., 1982., 1968., 1962., 1958., 1956. и 1952. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1952., 1953., 1957., 1958., 1960., 1961., 1963., 1966., 1968., 1982., 1983., 1988., 1990., 1992., 1993., 1994., 2000., 2008., 2011. и 2013. година.

На слици се може уочити и да је ширина годова уједначена за читав посматрани период од 1950. до 2015. године. Ширина годова кретала се од 0,5 mm до 5,5 mm.

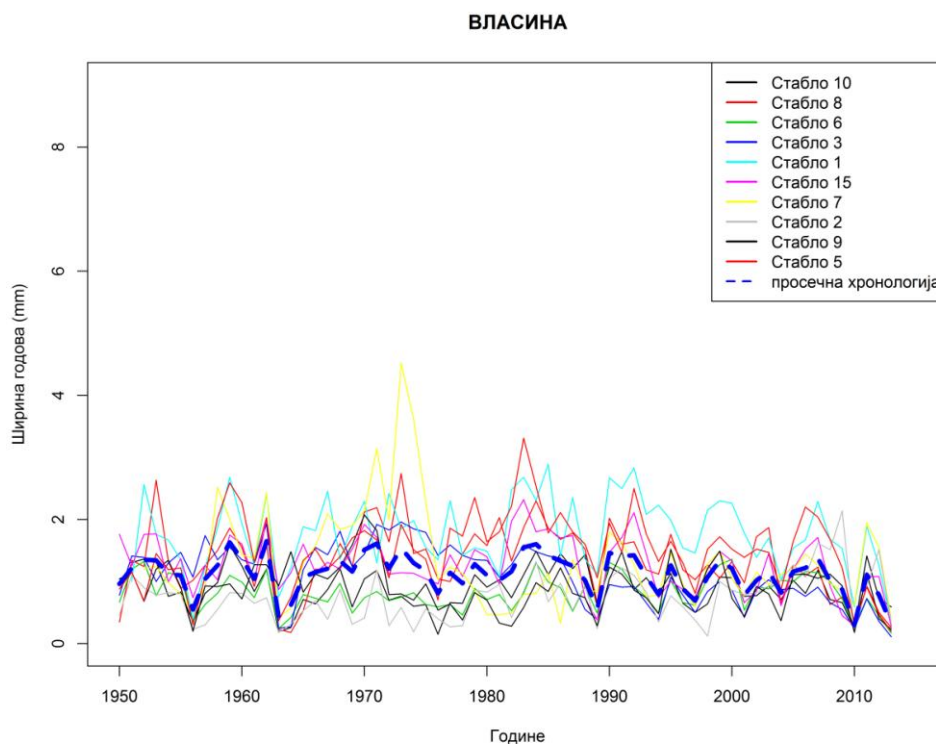


**Слика 42:** Хронологије стабала букве на локалитету Голија

#### 5.2.14. ВЛАСИНА

Са сл. 43 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине годова стабала букве 2013., 2010., 2003., 2001., 1997., 1994., 1989., 1963., 1961. и 1956. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1951., 1952., 1958., 1960., 1961., 1968., 1979., 1982., 1985., 1986., 1988., 1990., 1992., 1993., 1994., 1998., 1999., 2000., 2001., 2003 и 2011. година.

На слици се може уочити и да је ширина годова уједначена за читав посматрани период од 1950. до 2015. године. Ширина годова кретала се од 0,5 mm до 2,5 mm.

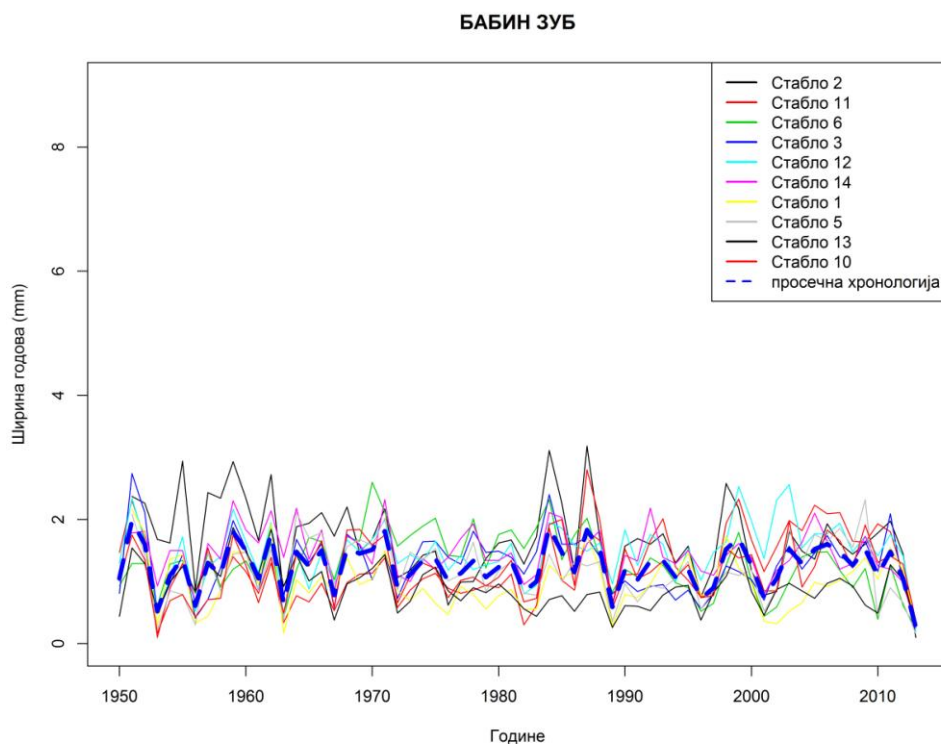


**Слика 43:** Хронологије стабала букве на локалитету Власина

### 5.2.15. СТАРА ПЛАНИНА (БАБИН ЗУБ)

Са сл. 44 можемо уочити добра међусобна поклапања хронологија стабала за посматрани период. Такође, на графикону уочавамо значајније смањење ширине годова стабала букве 2013., 2011., 2003., 1996, 1988., 1986., 1982., 1977., 1972., 1967., 1963., 1961., 1955. и 1952. године. Изразито сушне године на овом локалитету су биле: 1952., 1958., 1961., 1962., 1967., 1968., 1977., 1982., 1983., 1986., 1988., 1989., 1990., 1992., 1993., 1994., 2000., 2001., 2003., 2004., 2008., 2011., 2012. и 2013. година.

На слици се може уочити и да је ширина годова уједначена за читав посматрани период од 1950. до 2015. године. Ширина годова кретала се од 0,5 mm до 3 mm.

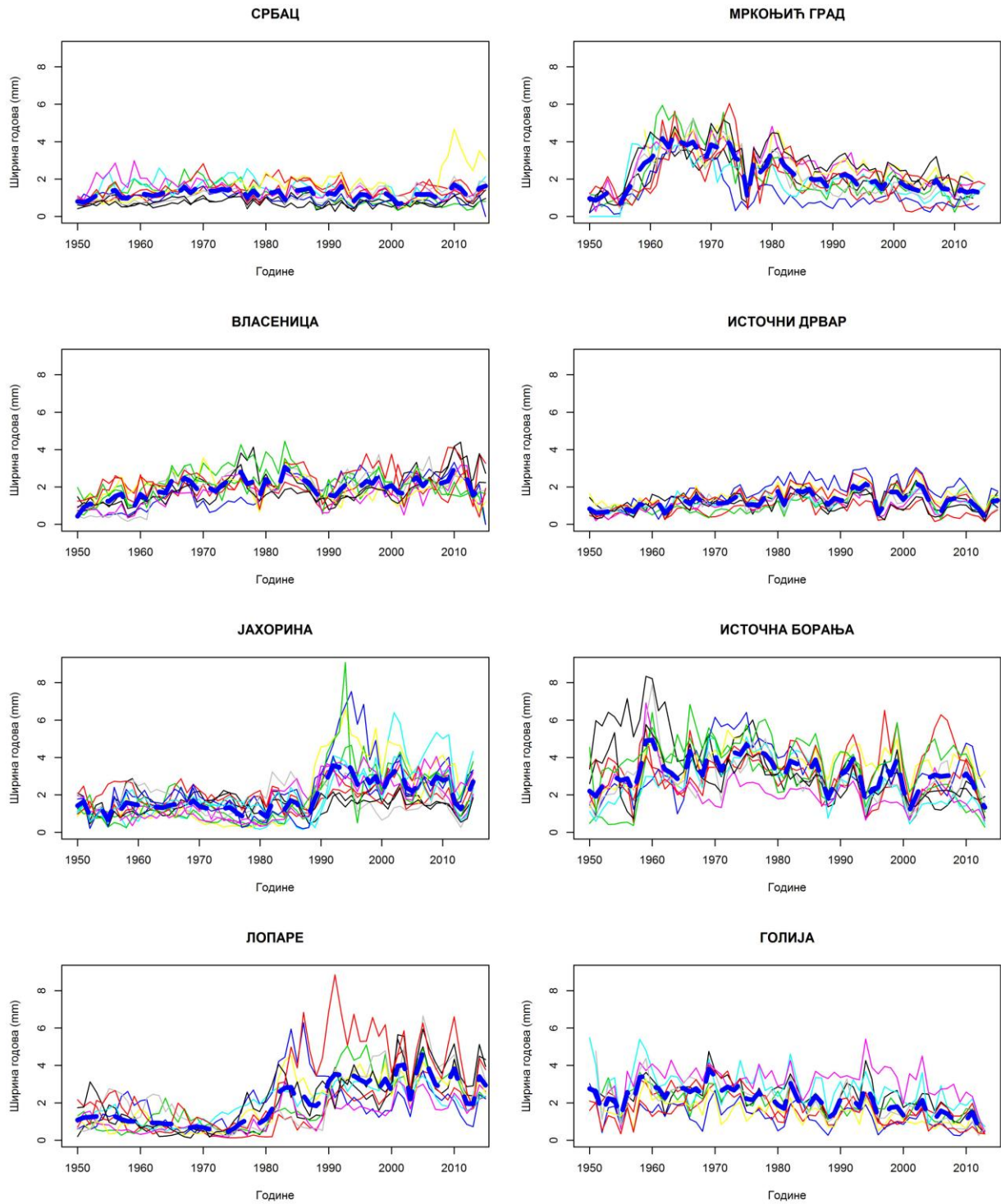


**Слика 44:** Хронологије стабала букве на локалитету Стара планина (Бабин зуб)

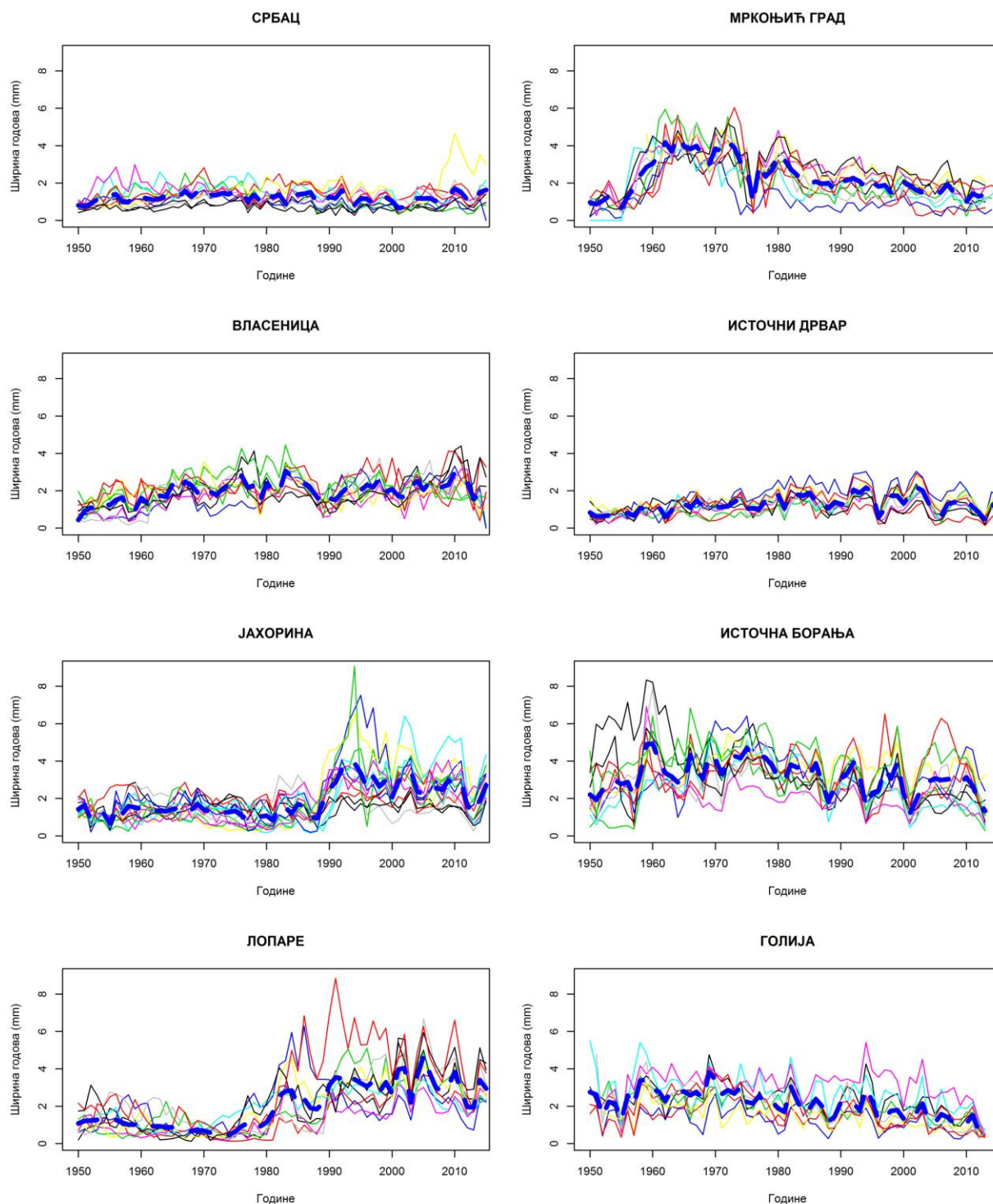
### **5.2.16. ХРОНОЛОГИЈЕ СТАБАЛА СВИХ АНАЛИЗИРАНИХ ЛОКАЛИТЕТА**

На сл. 45 приказане су све хронологије стабала букве анализираних локалитета из илирске провинције, а на сл. 46 све хронологије стабала букве са локалитета из мезијске провинције. Танким пуним линијама су представљене хронологије појединачних стабала букве, а плавом испрекиданом линијом просечна хронологија стабала букве за сваки локалитет.





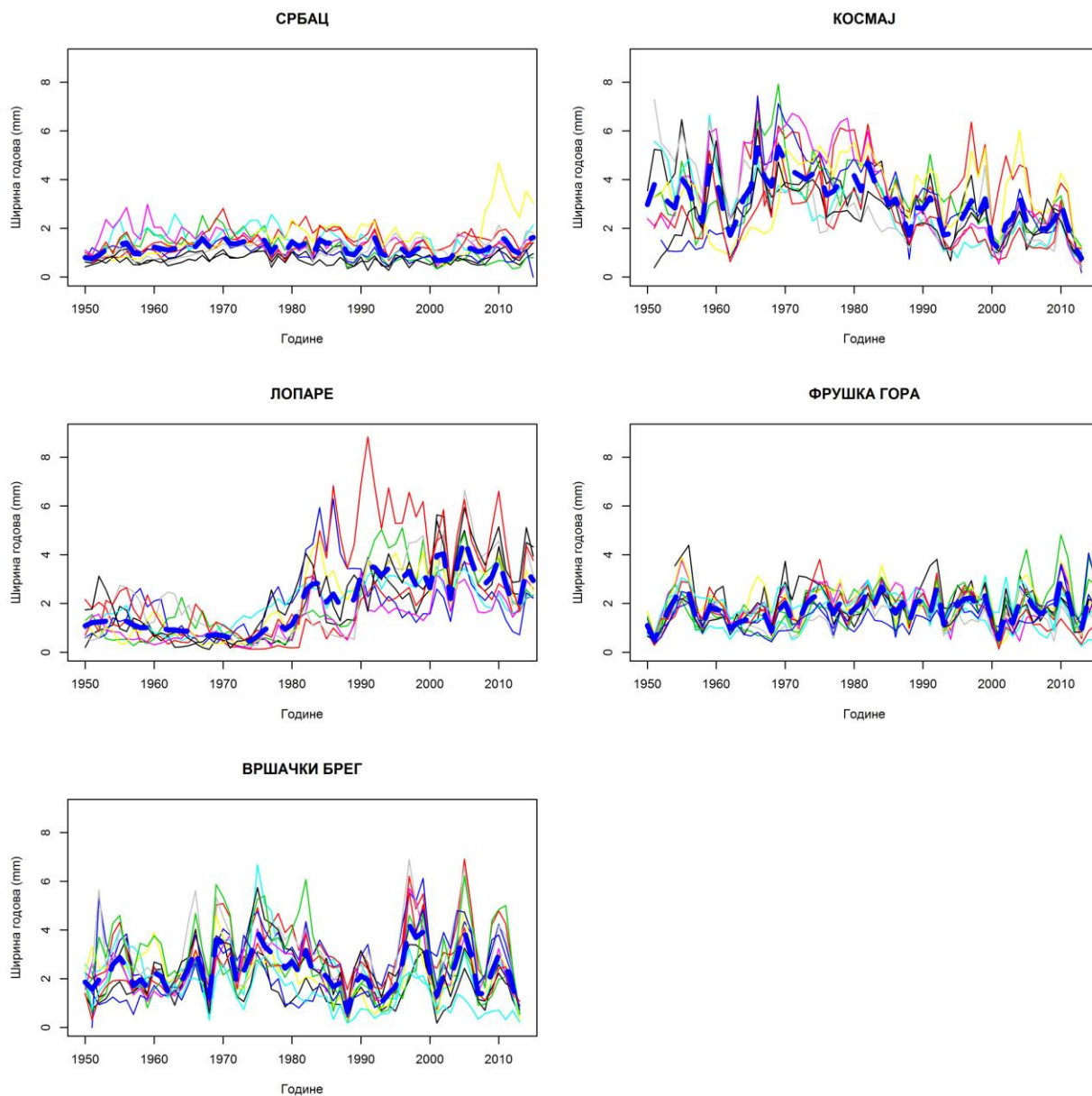
Слика 45: Хронологије стабала букве из илирске провинције



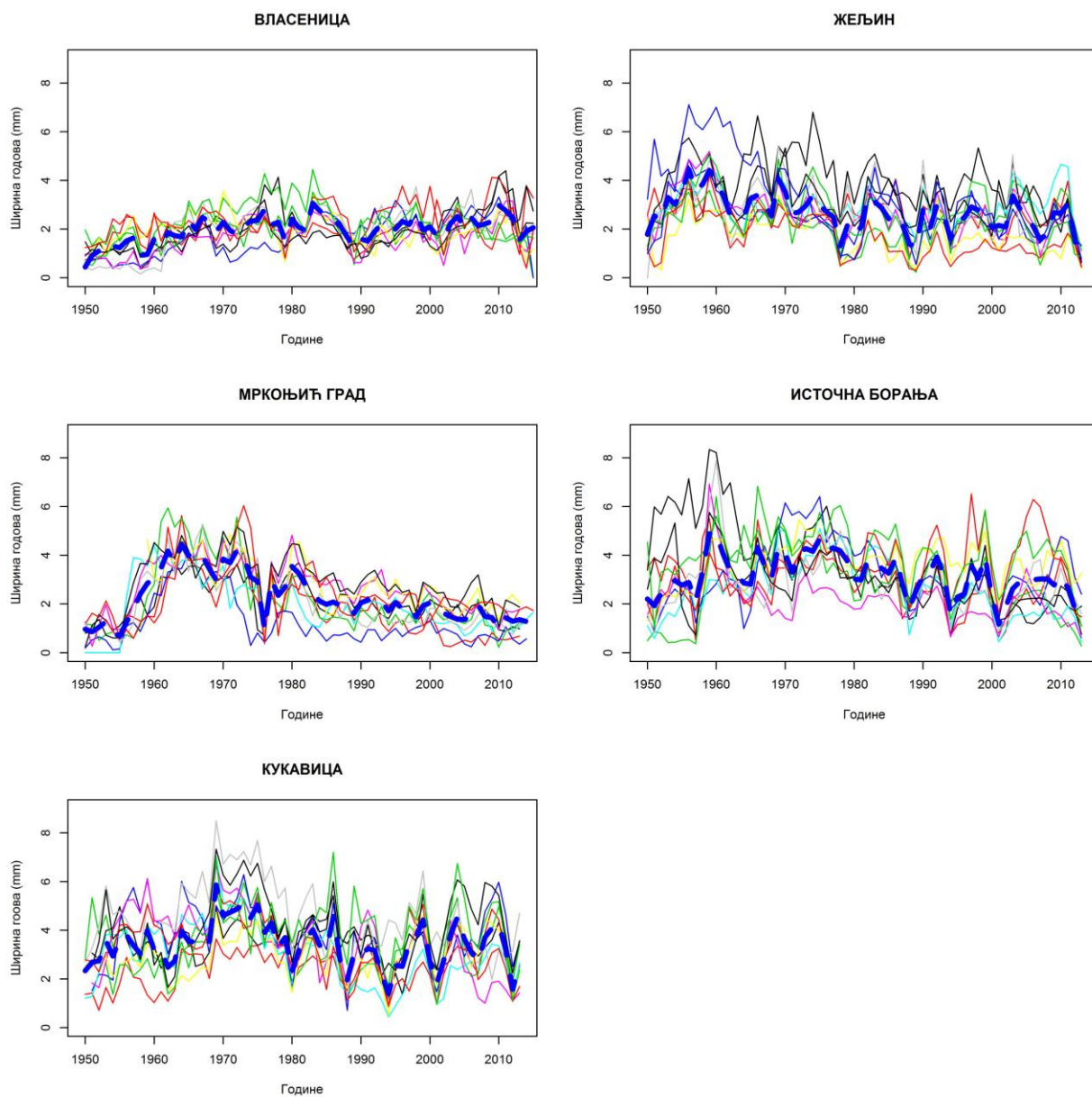
**Слика 46:** Хронологије стабала букве из мезијске провинције

На основу визуелног поређења сл. 45 и 46 може се приметити да хронологије из мезијске провинције имају израженије пикове у односу на хронологије из илирске провинције. Мезијску провинцију карактеришу мање количине падавина, што за букву (мезофилну врсту) дрвећа нису повољни услови за раст, па су вероватно климатска колебања значајније утицала на прираст.

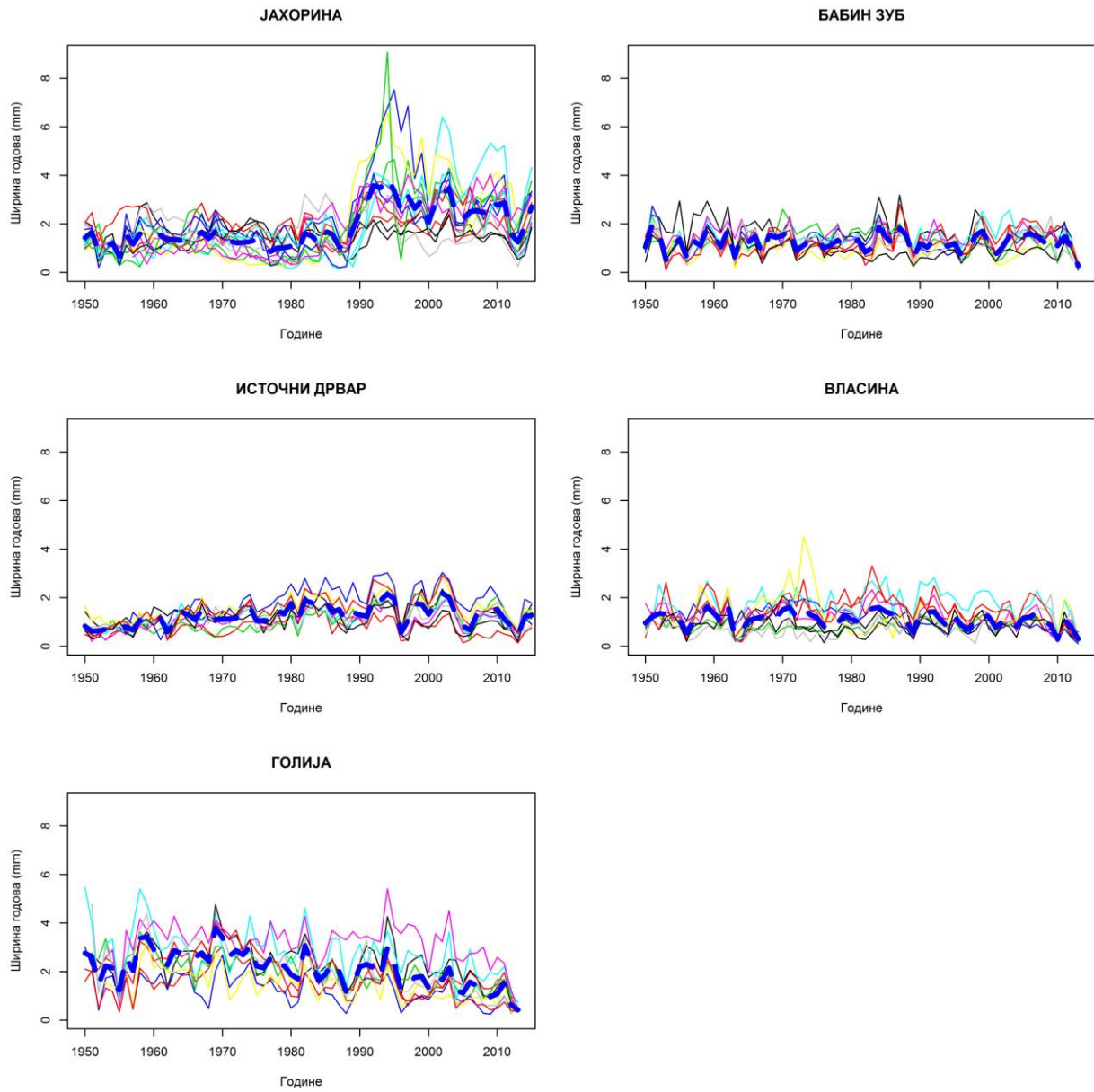
На сл. 47, 48 и 49 приказане су хронологије стабала букве на доњој граници, оптимуму и горњој граници вертикалног распрострањења букових шума у Србији и Републици Српској.



Слика 47: Хронологије стабала букве на доњој граници вертикалног распрострањења

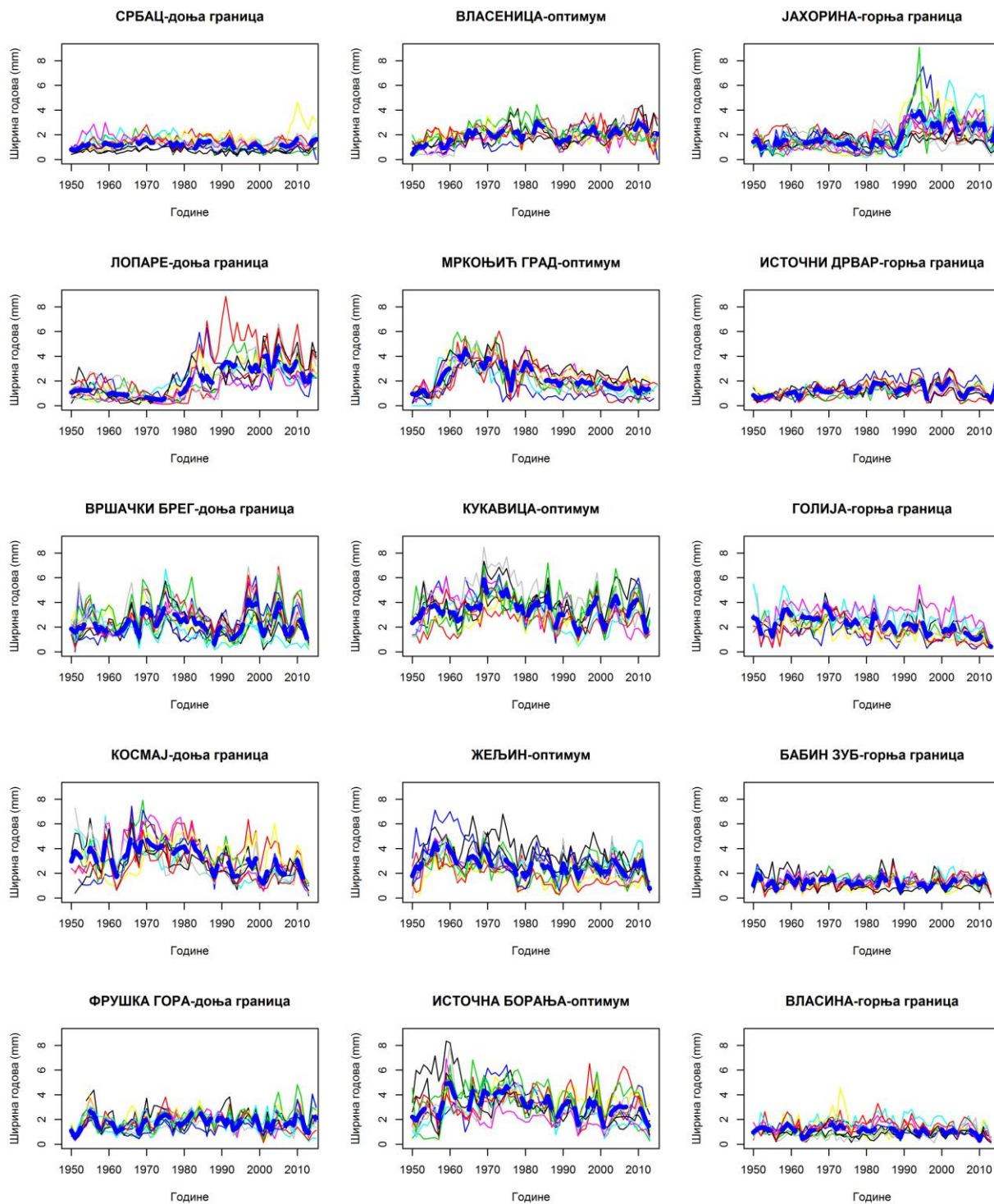


Слика 48: Хронологије стабала букве у оптимуму вертикалног распрострањења



Слика 49: Хронологије стабала букве на горњој граници вертикалног распрострањења

На сл. 50 приказане су све анализирани хронологије стабала букве разврстане у три колоне које представљају стабла букве узоркована на доњој ганици, у оптимуму и на горњој раници вертикалног распрострањења.



Слика 50: Хронологије стабала букве са свих анализираних локалитета распоређених по висинским зонама

Визуелним поређењем сл. 47, 48, 49 и 50 запажа се да су пикови израженији на доњој граници и у оптимуму него на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума у Србији и Републици Српској.

### 5.3. АНАЛИЗА КЛИМАТСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПОДРУЧЈА

У поглављу Анализа климатских карактеристика подручја су обрађени температурни и падавински режими истраживаних локалитета, као и Валтеров климадијаграм за изабране климатолошке периоде.

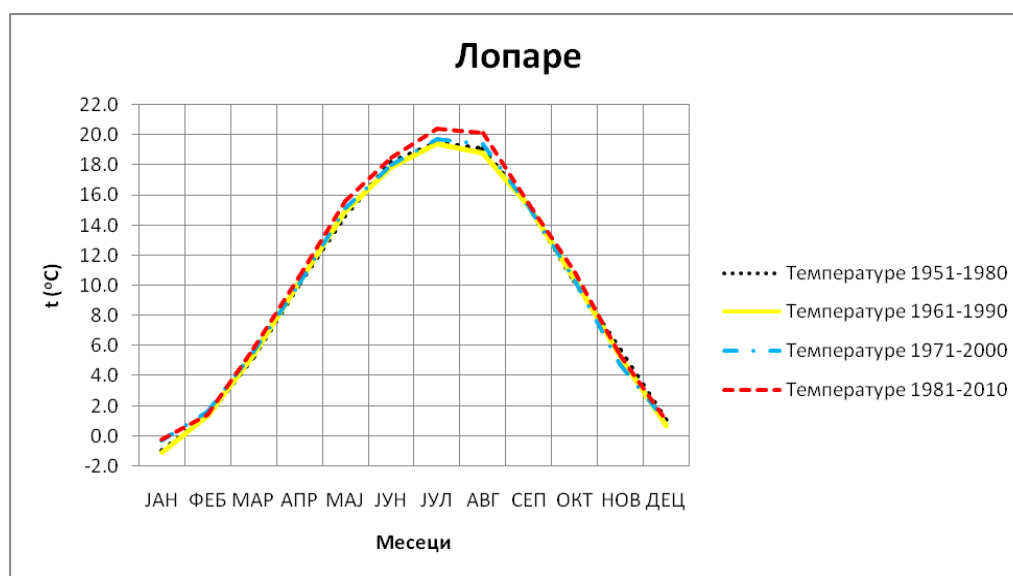
#### 5.3.1. ЛОПАРЕ

Температурни режим Лопара (сл. 51 и таб. 22), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 20 °C указује на континенталност овог места. Током сва четири климатолошка периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,6 °C) и током године (0,5 °C). Промене климе су најизраженије у пролеће и лето када може да се уочи пораст температуре од 0,7 °C односно 0,8 °C. Најмање су изражене промене температуре у јесен. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

Падавински режим има изражен максимум падавина у лето када је најкишнији месец јун али су значајне количине падавина забележене и у мају и јулу (сл. 52). Најмање падавина је забележено током зиме, а фебруар је био месец са најмањом количином падавина. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 22) је у распону од 6 до 8% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње и количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче али су оне релативно мале без наглашеног тренда. Међутим, јасно може да се уочи тренд пораста годишњег колебања месечних количина падавина.

**Табела 22:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МAM, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) у Лопарама

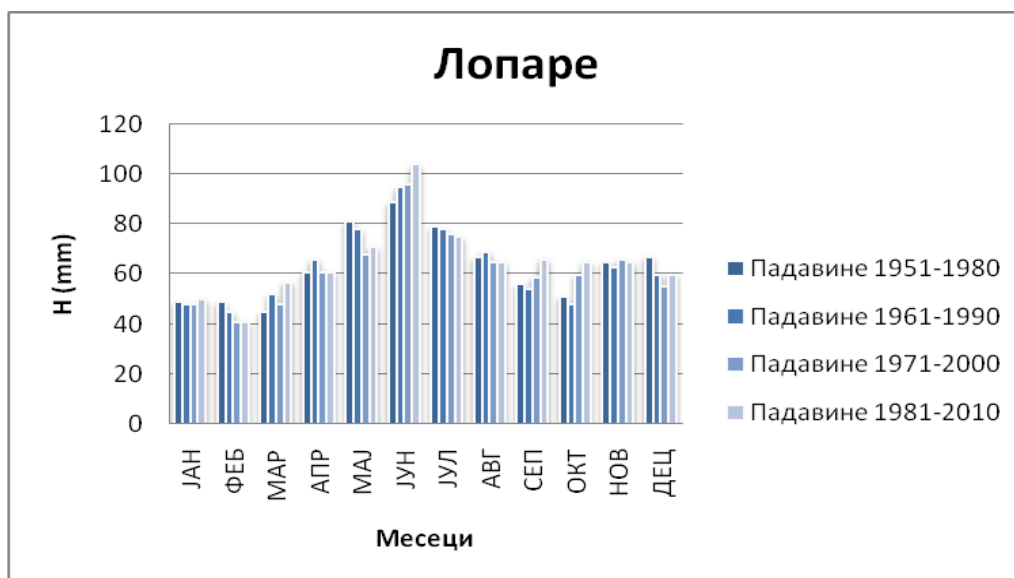
|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА  | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО  | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА <sup>1</sup> | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|-------|---------|-------|-------|-------------|---------------------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | 0,5   | 10,0    | 18,9  | 10,4  | 15,3        | 10,0                | 20,5             |
|             | Климатологија 2 | 0,3   | 10,2    | 18,7  | 10,3  | 15,3        | 9,9                 | 20,5             |
|             | Климатологија 3 | 0,8   | 10,3    | 19,0  | 10,1  | 15,4        | 10,0                | 20,0             |
|             | Климатологија 4 | 0,8   | 10,7    | 19,7  | 10,6  | 15,9        | 10,4                | 20,6             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 165,0 | 187,0   | 235,0 | 172,0 | 484,0       | 759,0               | 44               |
|             | Климатологија 2 | 153,0 | 196,0   | 242,0 | 165,0 | 488,0       | 756,0               | 50               |
|             | Климатологија 3 | 144,0 | 177,0   | 237,0 | 185,0 | 485,0       | 743,0               | 55               |
|             | Климатологија 4 | 151,0 | 189,0   | 244,0 | 196,0 | 507,0       | 780,0               | 63               |



**Слика 51:** Температурни режим за локалитет Лопаре

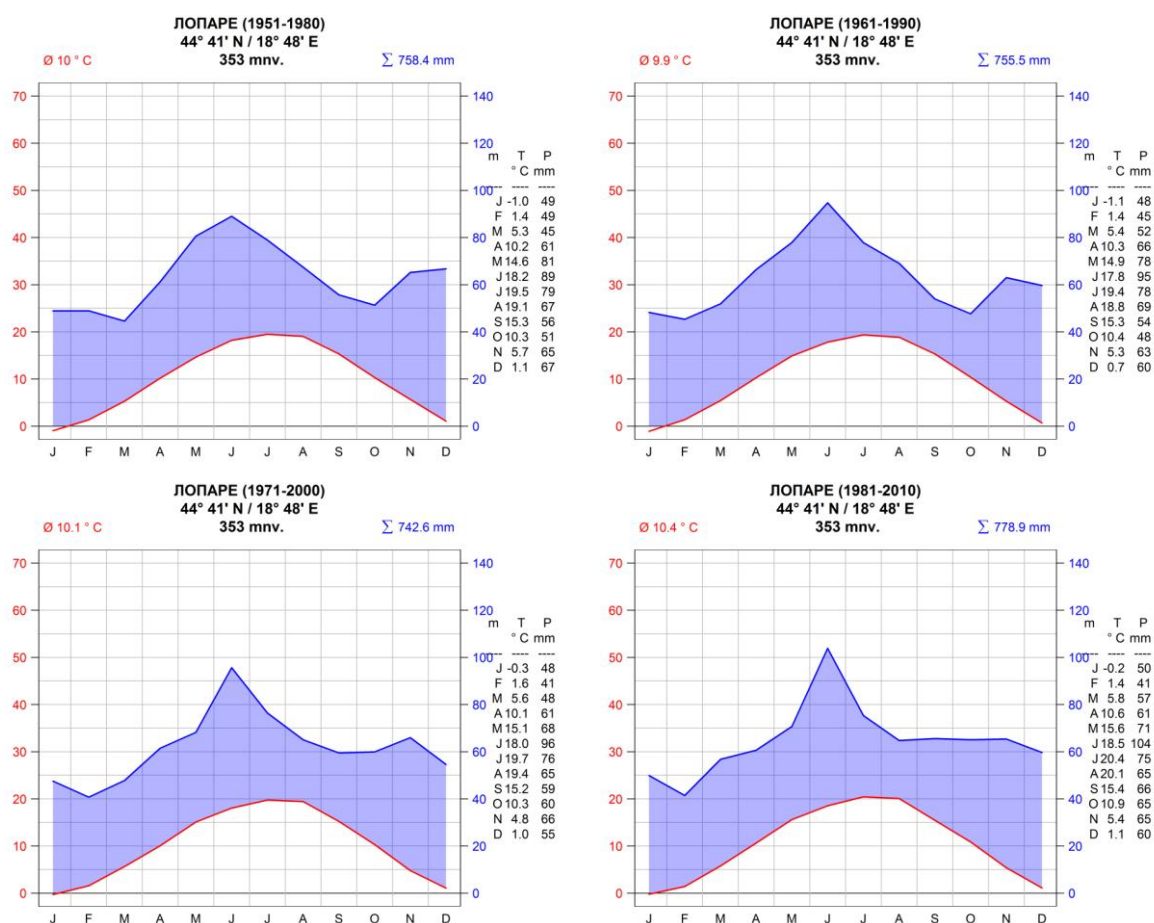
<sup>1</sup> У делу табеле који се односи на температуру у колони година налазе се средње годишње температуре ваздуха, а у делу табеле који се односи на падавине укупне годишње количине падавина у тридесетгодишњем периоду





Слика 52: Падавински режим за локалитет Лопаре

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 53) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 53: Валтеров климадијаграм за Лопаре

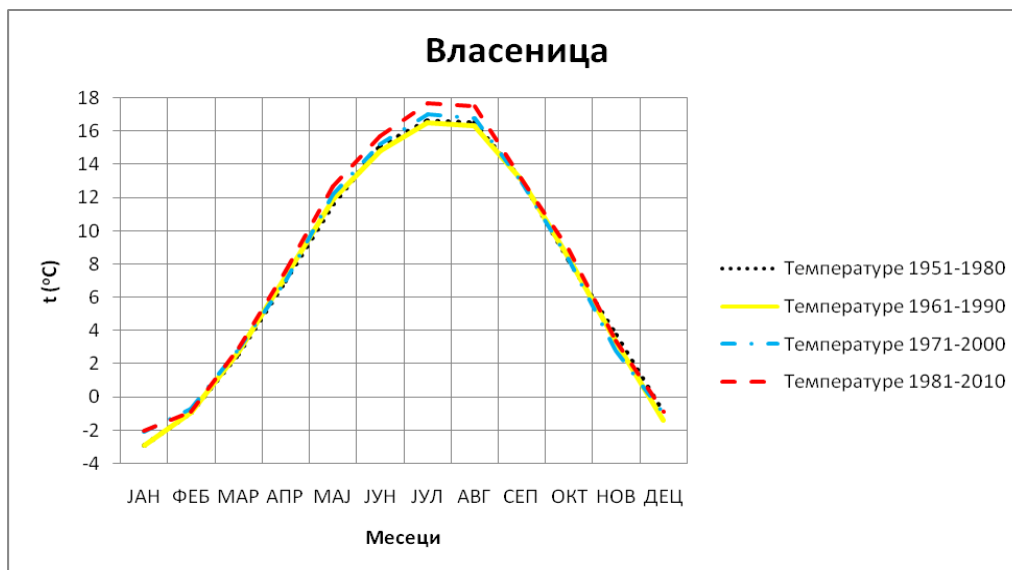
### 5.3.2. ВЛАСЕНИЦА

Температурни режим Власенице (сл. 54 и таб. 23), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 19 °С указује на континенталност овог места. Током сва четири климатолошка периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,7 °С) и током године (0,5 °С). Промене климе су најизраженије у пролеће и лето када може да се уочи пораст температуре од 0,7 °С односно 0,9 °С. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

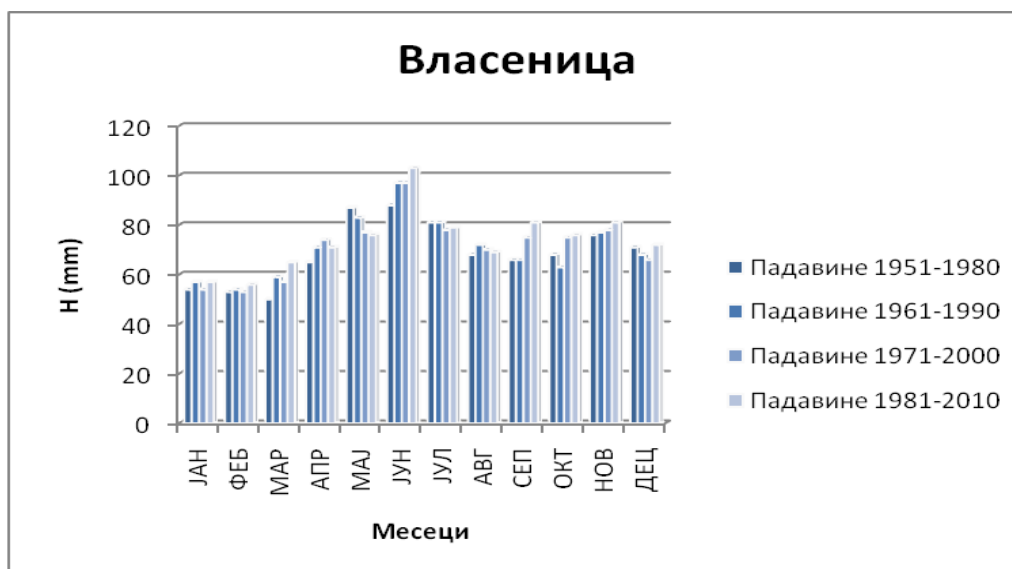
Падавински режим има изражен максимум падавина у лето када је најкишнији месец јун али су значајне количине падавина забележене и у мају (сл. 55). Најмање падавина је забележено током зиме, а месец са најмањом количином падавина био је фебруар. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 23) је 5% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Јасно може да се уочи тренд промене количине падавина током вегетационог периода и тренд пораста годишњег колебања месечних количина падавина

**Табела 23:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МAM, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) у Власеници

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | -1,6 | 7,1     | 16,1 | 8,3   | 12,6        | 7,5    | 19,5             |
|             | Климатологија 2 | -1,7 | 7,3     | 15,9 | 8,2   | 12,6        | 7,4    | 19,4             |
|             | Климатологија 3 | -1,3 | 7,4     | 16,3 | 8,0   | 12,8        | 7,6    | 19,1             |
|             | Климатологија 4 | -1,3 | 7,8     | 17,0 | 8,5   | 13,3        | 8,0    | 19,7             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 178  | 202     | 237  | 210   | 523         | 827    | 38               |
|             | Климатологија 2 | 179  | 213     | 250  | 206   | 533         | 848    | 43               |
|             | Климатологија 3 | 173  | 208     | 245  | 228   | 546         | 854    | 44               |
|             | Климатологија 4 | 185  | 212     | 251  | 238   | 555         | 886    | 47               |

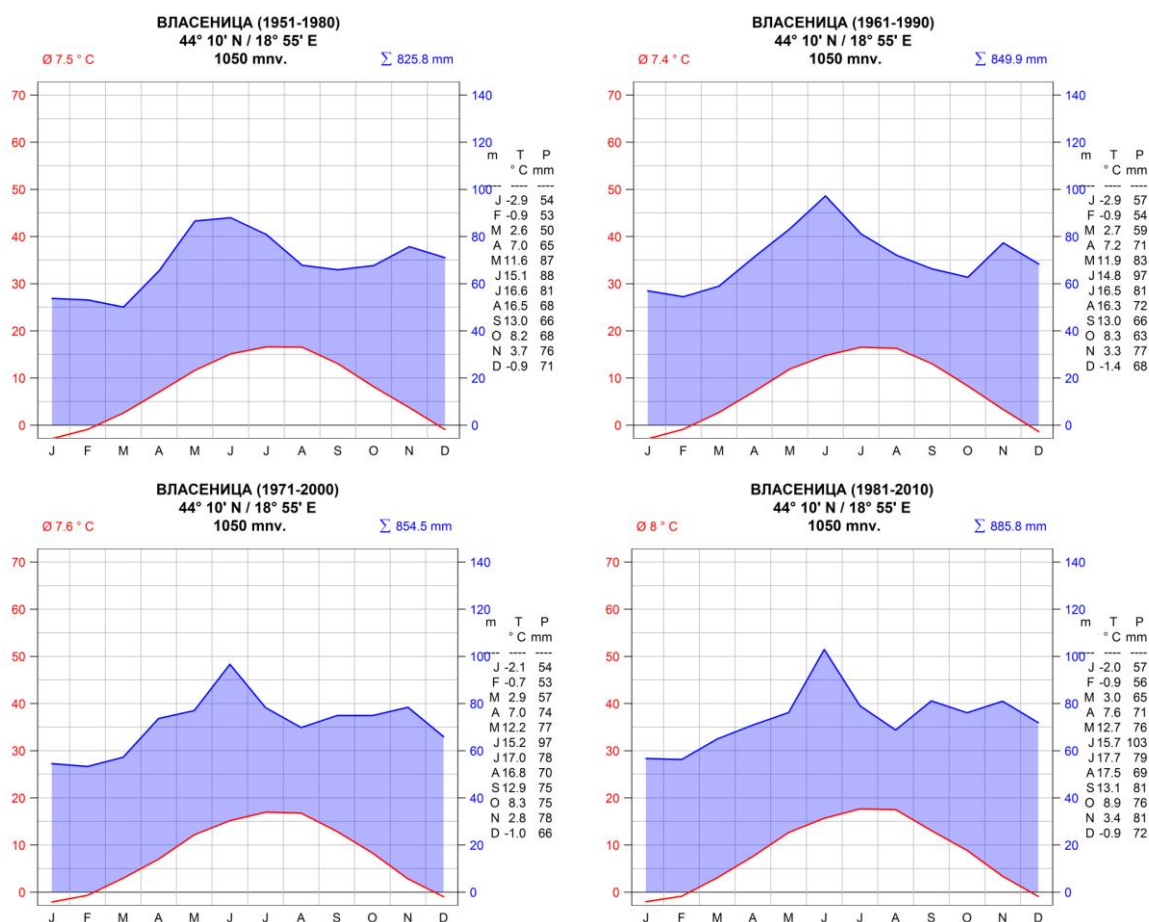


Слика 54: Температурни режим за локалитет Власеница



Слика 55: Падавински режим за локалитет Власеница

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 56) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 56: Валтеров климадијаграм за Власеницу

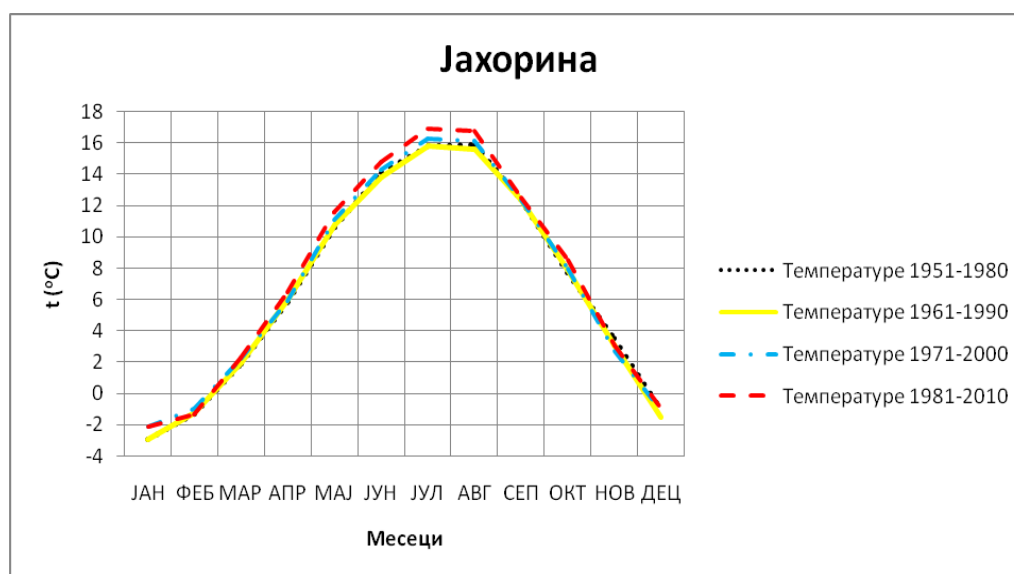
### 5.3.3. ЈАХОРИНА

Температурни режим Јахорине (сл. 57 и таб. 24), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 18 °C указује на континенталност овог места. Током сва четири климатолошка периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,7 °C). Промене климе су најизраженије у пролеће и лето када може да се уочи пораст температуре од 0,7 °C односно 0,9 °C. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

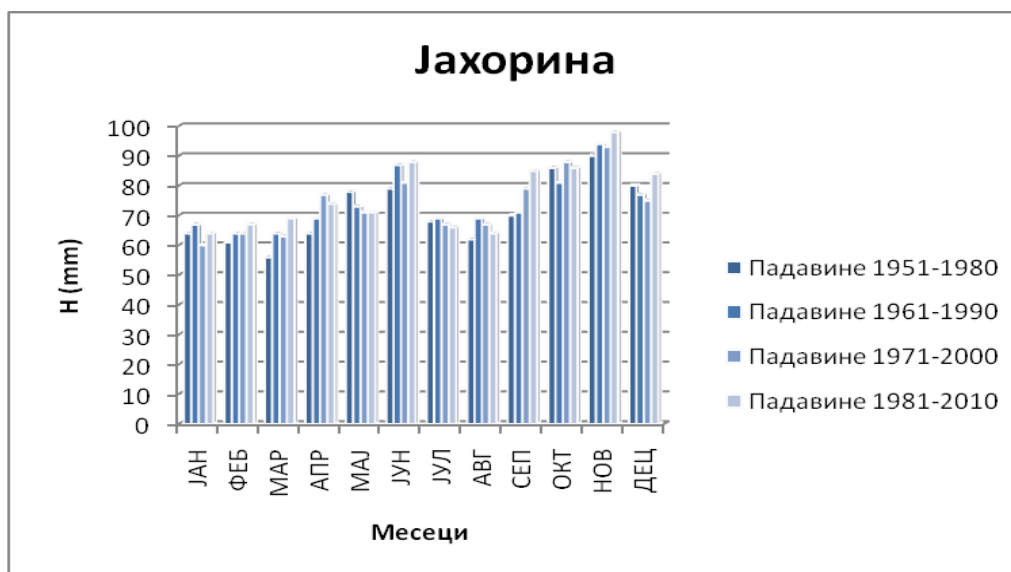
Падавински режим има изражен максимум падавина у јесен када је најкишнији месец новембар али су значајне количине падавина забележене и у јулу и октобру (сл. 58). Најмање падавина је забележено током зиме. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 24) је у распону од 3 до 4% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Јасно може да се уочи тренд промене годишње и количине падавина током вегетационог периода и у току године.

**Табела 24:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МAM, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) на Јахорини

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | -1,7 | 6,1     | 15,3 | 7,9   | 11,8        | 6,9    | 18,7             |
|             | Климатологија 2 | -1,9 | 6,3     | 15,1 | 7,8   | 11,8        | 6,8    | 18,7             |
|             | Климатологија 3 | -1,4 | 6,4     | 15,6 | 7,7   | 12,0        | 7,1    | 18,4             |
|             | Климатологија 4 | -1,5 | 6,8     | 16,2 | 8,0   | 12,5        | 7,4    | 19,0             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 205  | 198     | 209  | 246   | 507         | 858    | 34               |
|             | Климатологија 2 | 208  | 206     | 225  | 246   | 519         | 885    | 30               |
|             | Климатологија 3 | 199  | 211     | 215  | 260   | 530         | 885    | 33               |
|             | Климатологија 4 | 215  | 214     | 218  | 269   | 534         | 916    | 34               |

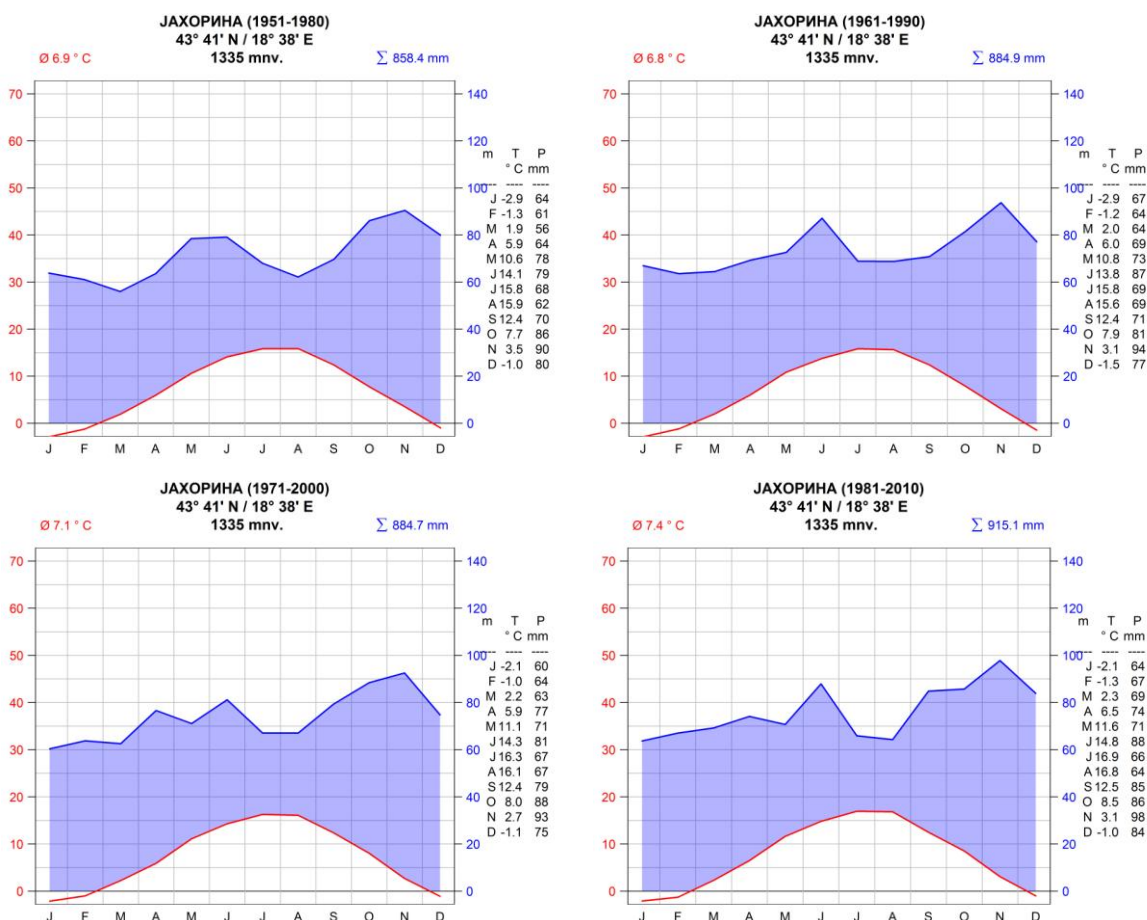


**Слика 57:** Температурни режим за локалитет Јахорина



Слика 58: Падавински режим за локалитет Јахорина

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 59) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 59: Валтеров климадијаграм за Јахорину

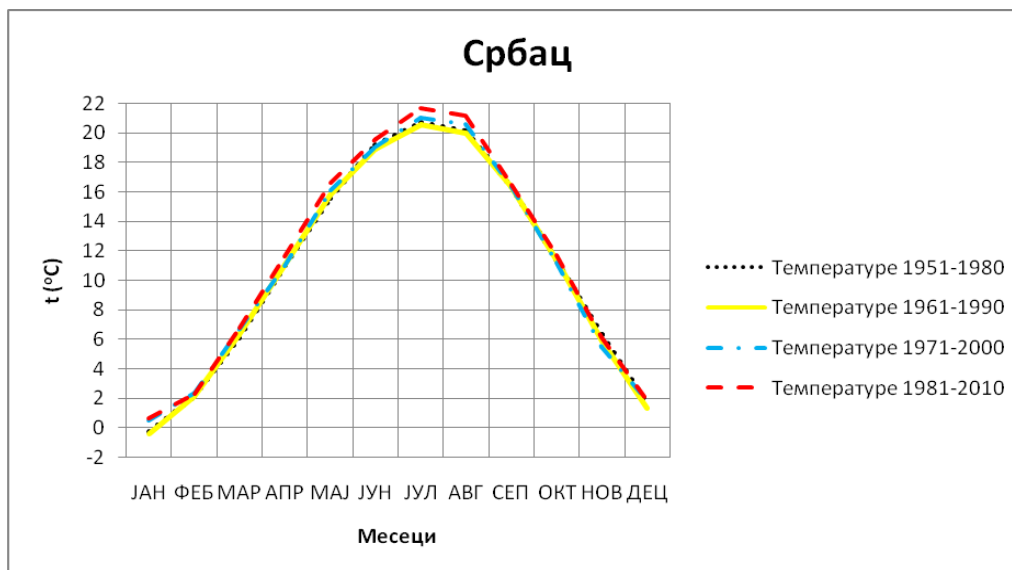
### 5.3.4. СРБАЦ

Температурни режим Српца (сл. 60 и таб. 25), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 20 °C указује на континенталност овог места. Током сва четири климатолошка периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,7 °C). Промене климе су најизраженије у пролеће и лето када може да се уочи пораст температуре од 0,8 °C односно 1 °C. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације до једног степена Целзијуса.

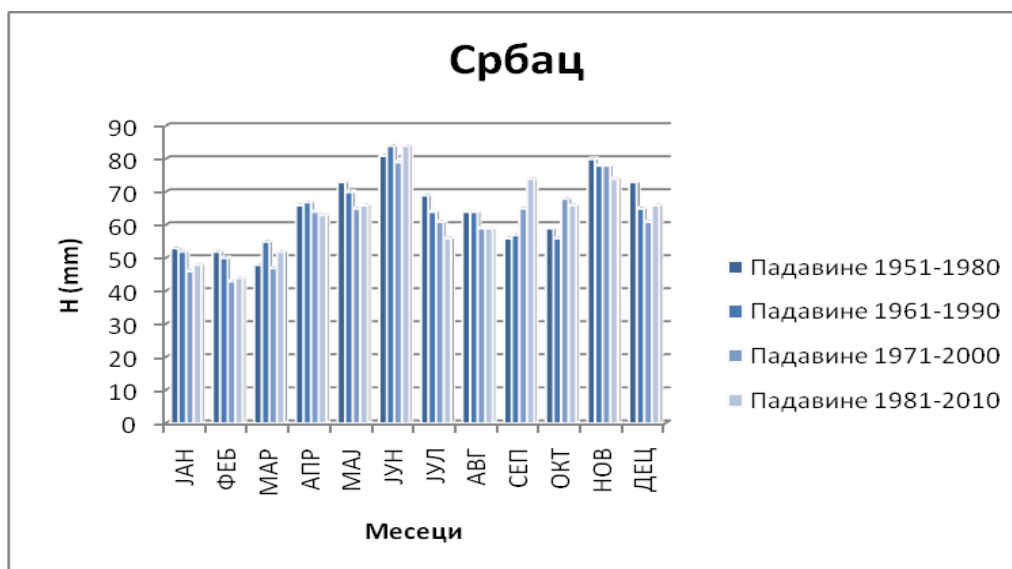
Падавински режим има изражен максимум падавина у лето када је најкишнији месец јун али су значајне количине падавина забележене и у новембру (сл. 61). Најмање падавина је забележено током зиме, а фебруар је био месец са најмањом количином падавина. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 25) је у распону од 4 до 5% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње и количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче али су оне релативно мале без наглашеног тренда. Међутим, јасно може да се уочи тренд пораста годишњег колебања месечних количина падавина.

**Табела 25:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МАМ, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) у Српцу

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | 1,2  | 10,9    | 20,0 | 11,3  | 16,3        | 10,9   | 21,0             |
|             | Климатологија 2 | 1,0  | 11,1    | 19,8 | 11,2  | 16,3        | 10,8   | 21,0             |
|             | Климатологија 3 | 1,6  | 11,3    | 20,2 | 11,0  | 16,5        | 11,0   | 20,5             |
|             | Климатологија 4 | 1,6  | 11,7    | 20,8 | 11,4  | 17,0        | 11,4   | 21,1             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 178  | 187     | 214  | 195   | 468         | 774    | 33               |
|             | Климатологија 2 | 167  | 192     | 212  | 191   | 462         | 762    | 34               |
|             | Климатологија 3 | 150  | 176     | 199  | 211   | 461         | 736    | 36               |
|             | Климатологија 4 | 158  | 181     | 199  | 214   | 468         | 752    | 40               |



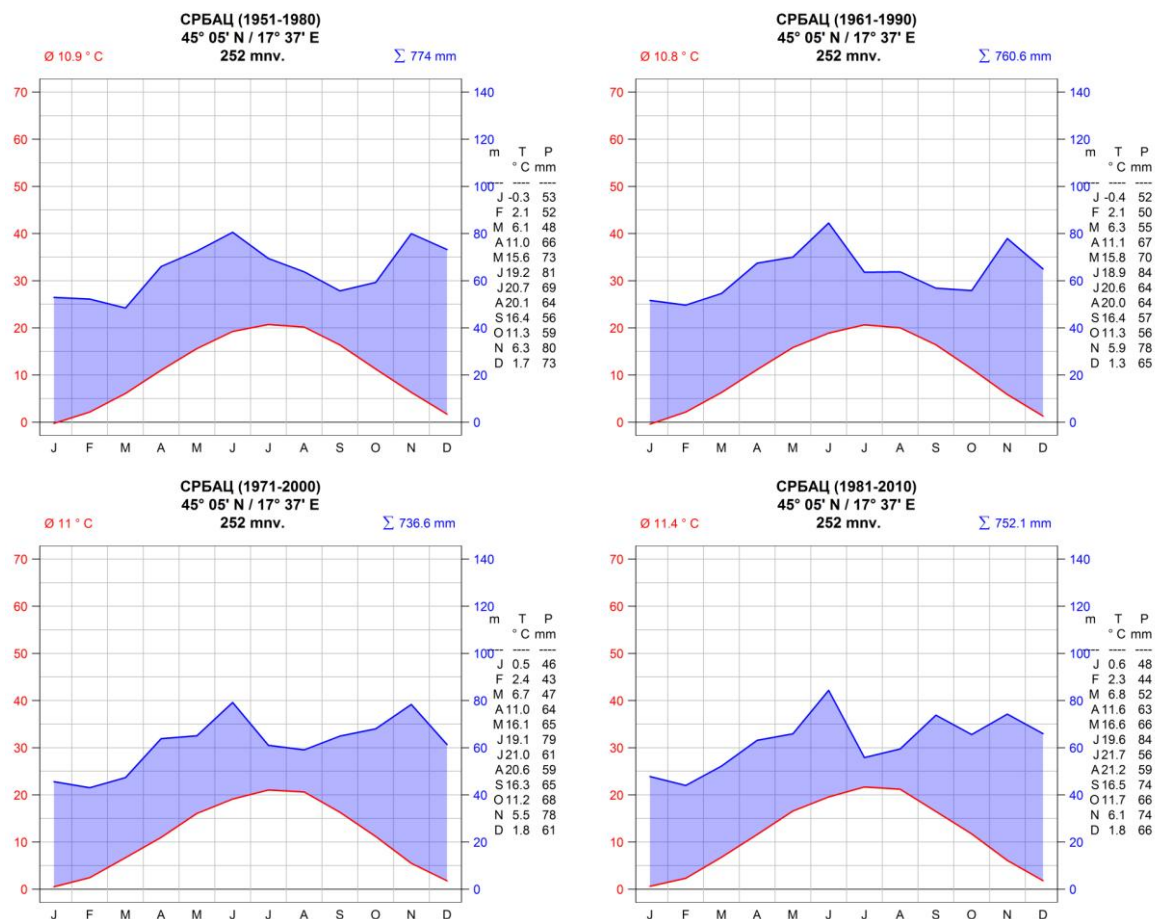
Слика 60: Температурни режим за локалитет Србац



Слика 61: Падавински режим за локалитет Србац

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 62) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.





Слика 62: Валтеров климадијаграм за Србац

### 5.3.5. МРКОЊИЋ ГРАД

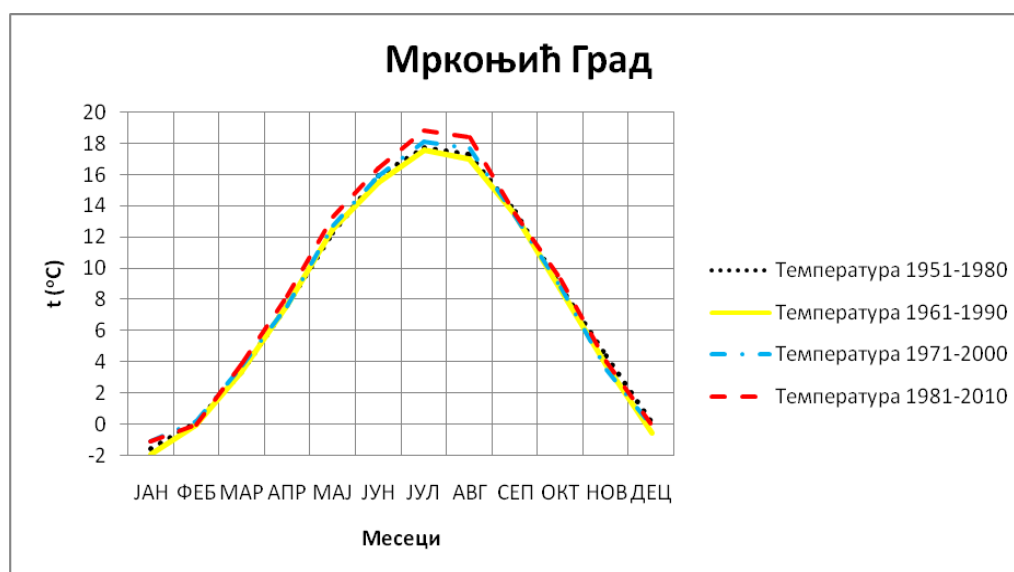
Температурни режим Мркоњић Града (сл. 63 и таб. 26), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 19 °C указује на континенталност овог места. Од другог па до последњег климатолошког периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,8 °C) и током године (0,6 °C). Промене климе су најизраженије у пролеће и лето када може да се уочи пораст температуре од 0,7 °C односно 1,2 °C. Најмање су изражене промене температуре у јесен. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена па до 1,2 степена Целзијуса.

Падавински режим има изражен максимум падавина у јесен када је најкишнији месец новембар (сл. 64). Најмање падавина је забележено током лета. Месец јул је био месец са најмањом количином падавина. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 26) је у распону од 6 до 7% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње и количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче али су оне релативно мале без наглашеног

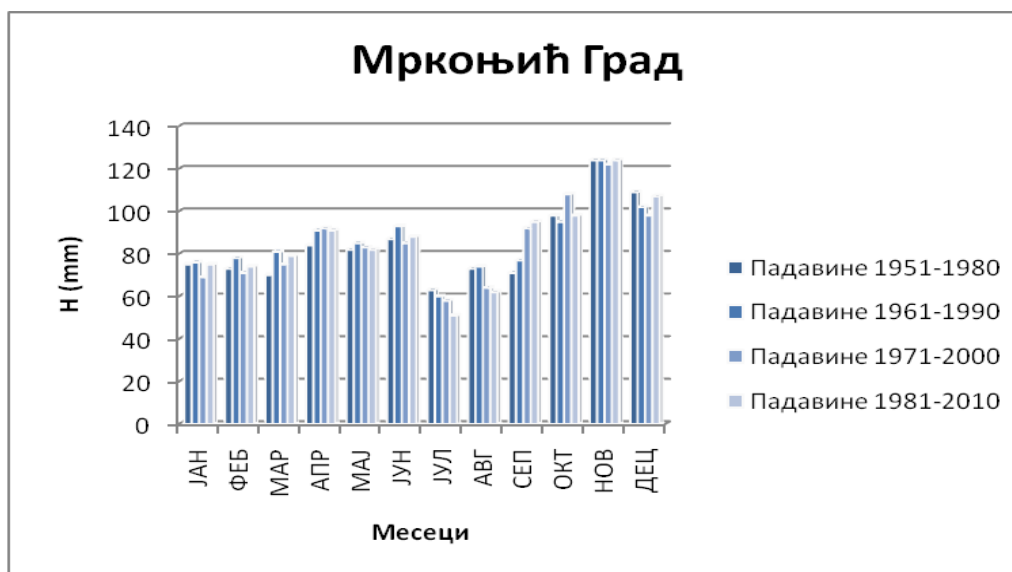
тренда. Међутим, јасно може да се уочи тренд пораста годишњег колебања месечних количина падавина.

**Табела 26:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МАМ, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) у Мркоњић Граду

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | -0,5 | 7,8     | 17,0 | 8,9   | 13,3        | 8,3    | 19,3             |
|             | Климатологија 2 | -0,9 | 7,9     | 16,7 | 8,6   | 13,2        | 8,1    | 19,5             |
|             | Климатологија 3 | -0,3 | 8,0     | 17,2 | 8,6   | 13,5        | 8,4    | 19,2             |
|             | Климатологија 4 | -0,4 | 8,5     | 17,9 | 8,9   | 14,0        | 8,7    | 19,9             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 257  | 236     | 223  | 293   | 558         | 1009   | 61               |
|             | Климатологија 2 | 256  | 257     | 227  | 296   | 575         | 1036   | 64               |
|             | Климатологија 3 | 238  | 250     | 207  | 322   | 582         | 1017   | 64               |
|             | Климатологија 4 | 256  | 252     | 201  | 317   | 567         | 1026   | 73               |

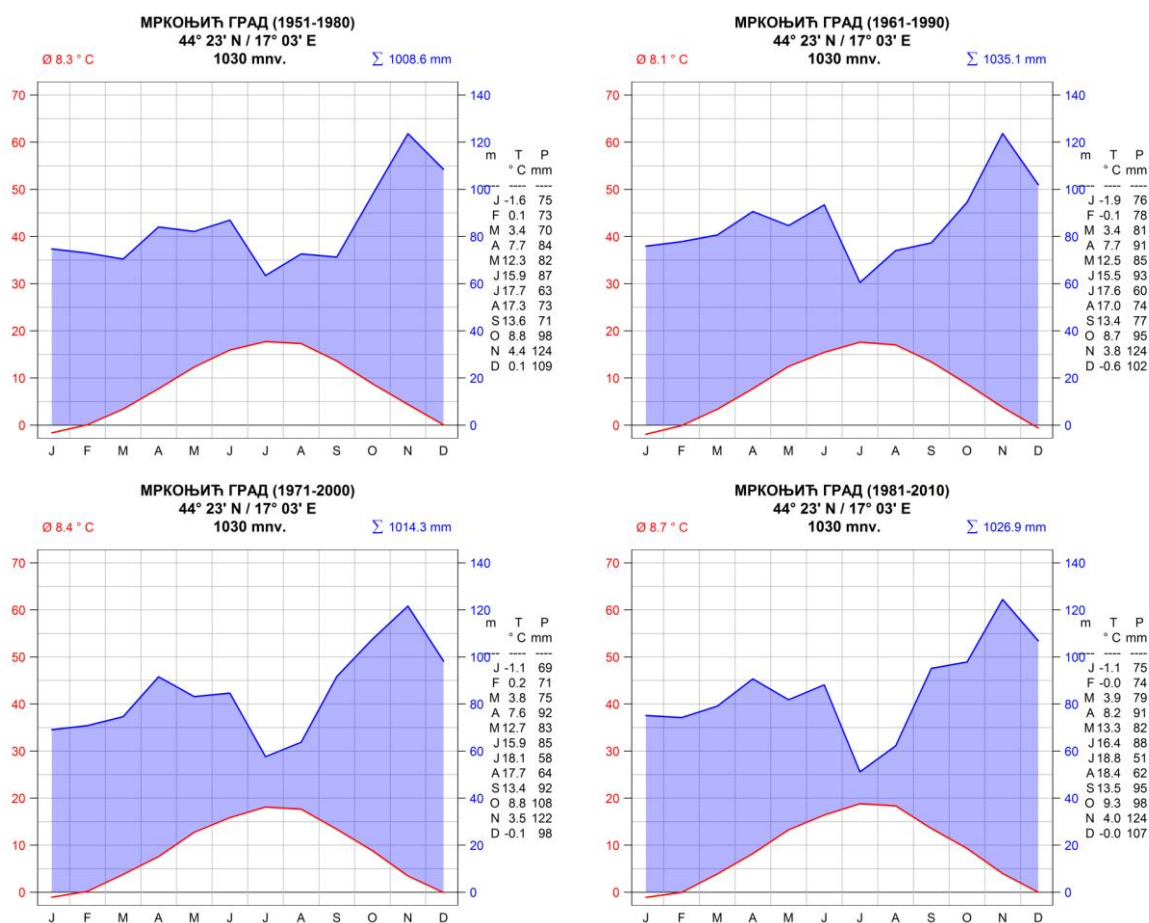


**Слика 63:** Температурни режим за локалитет Мркоњић Град



Слика 64: Падавински режим за локалитет Мркоњић Град

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 65) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 65: Валтеров климадијаграм за Мркоњић Град

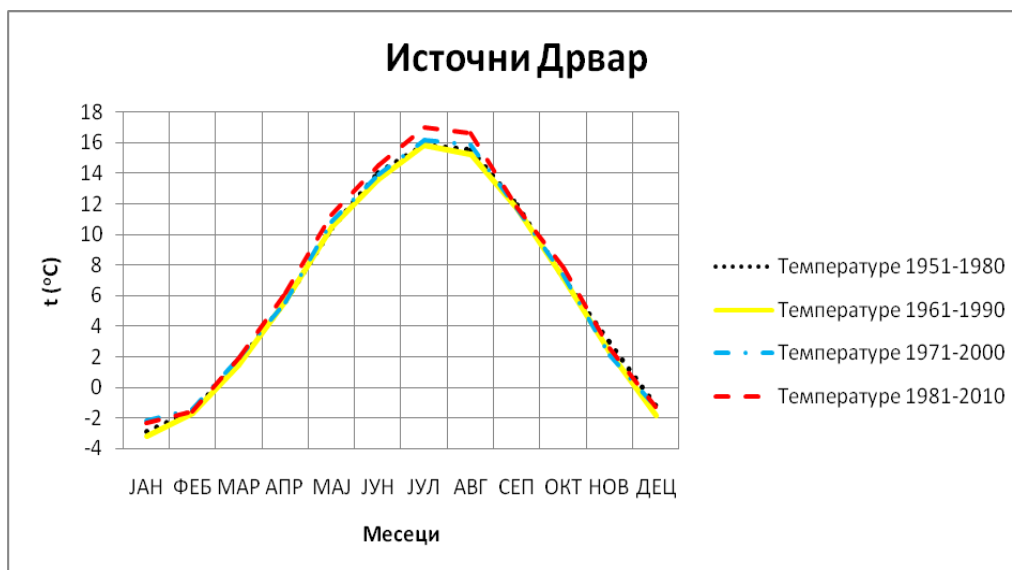
### 5.3.6. ИСТОЧНИ ДРВАР

Температурни режим Источног Дрвара (сл. 66 и таб. 27), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 18 °С указује на континенталност овог места. Од другог па до последњег климатолошког периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,8 °С) и током године (0,7 °С). Промене климе су најизраженије у лето када може да се уочи пораст температуре од 1,1 °С. Најмање су изражене промене температуре у јесен. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

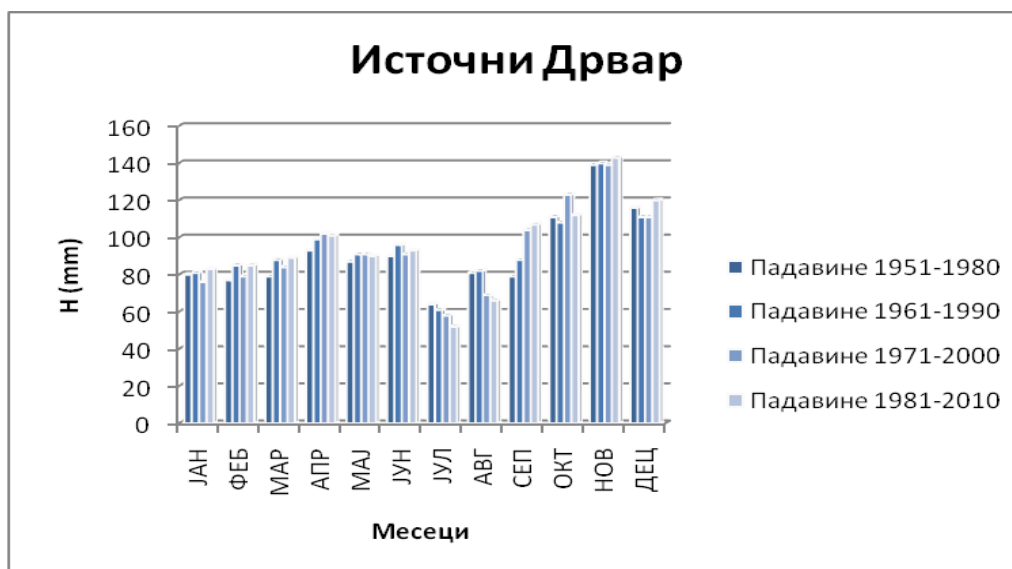
Падавински режим има изражен максимум падавина у јесен када је најкишнији месец новембар али су значајне количине падавина забележене и у октобру и децембру (сл. 67). Најмање падавина је забележено током лета, а месец са најмањом количином падавина био је јул. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 27) је у распону од 7 до 8% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње и количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче али су оне релативно мале без наглашеног тренда. Међутим, јасно може да се уочи тренд пораста годишњег колебања месечних количина падавина.

**Табела 27:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МAM, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) у Источном Дрвару

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | -1,9 | 5,9     | 15,1 | 7,4   | 11,5        | 6,6    | 18,7             |
|             | Климатологија 2 | -2,2 | 5,9     | 14,9 | 7,1   | 11,4        | 6,4    | 19,0             |
|             | Климатологија 3 | -1,6 | 6,1     | 15,3 | 7,0   | 11,6        | 6,7    | 18,4             |
|             | Климатологија 4 | -1,7 | 6,5     | 16,0 | 7,4   | 12,2        | 7,1    | 19,3             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 273  | 259     | 235  | 329   | 605         | 1096   | 75               |
|             | Климатологија 2 | 277  | 278     | 239  | 336   | 625         | 1130   | 79               |
|             | Климатологија 3 | 266  | 277     | 218  | 366   | 638         | 1127   | 81               |
|             | Климатологија 4 | 288  | 280     | 211  | 362   | 621         | 1141   | 91               |

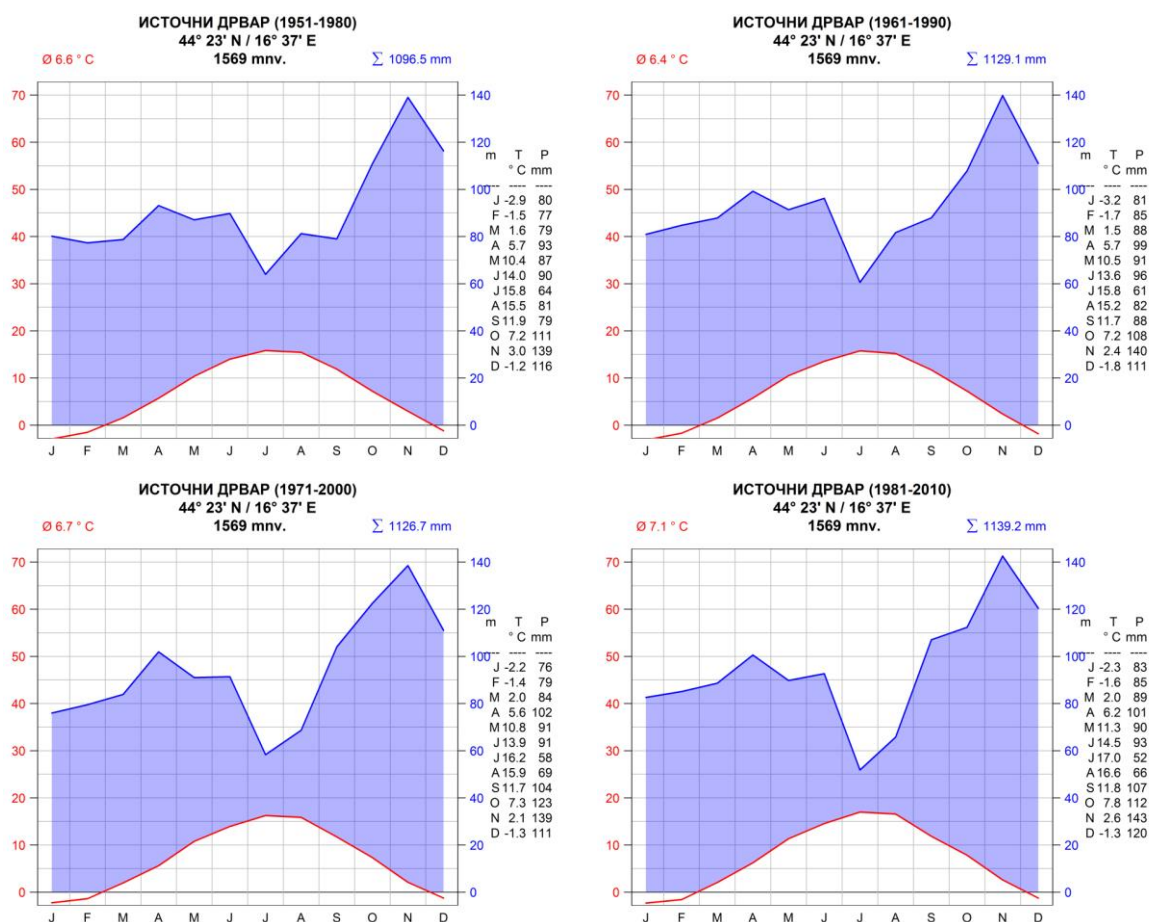


Слика 66: Температурни режим за локалитет Источни Дрвар



Слика 67: Падавински режим за локалитет Источни Дрвар

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 68) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 68: Валтеров климадијаграм за Источни Дрвар

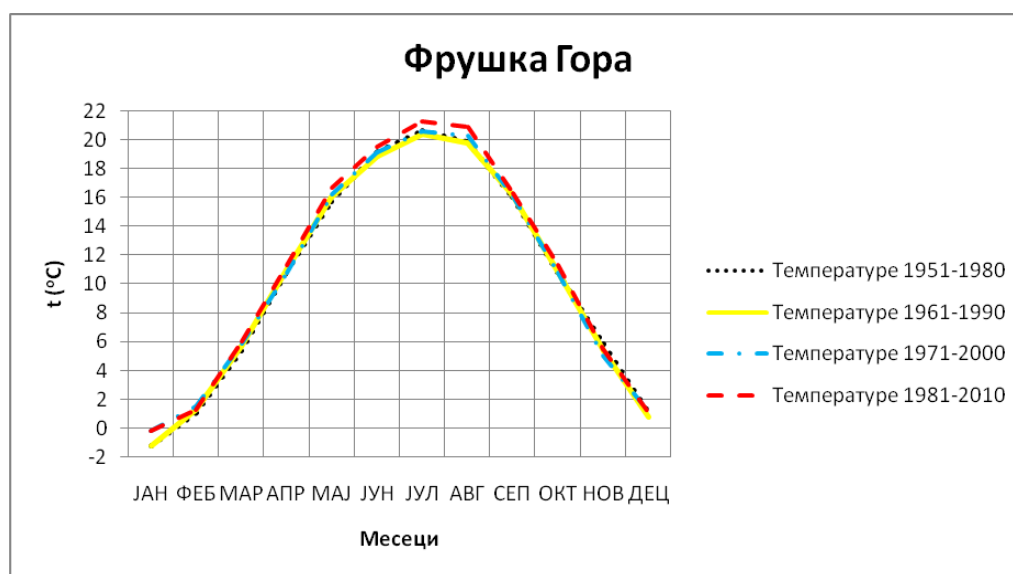
### 5.3.7. ФРУШКА ГОРА

Температурни режим Фрушке Горе (сл. 69 и таб. 28), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 20 °C указује на континенталност овог места. Током сва четири климатолошка периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,7 °C) и током године (0,5 °C). Промене климе су најизраженије у пролеће и лето када може да се уочи пораст температуре од 0,7 °C односно 0,9 °C. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

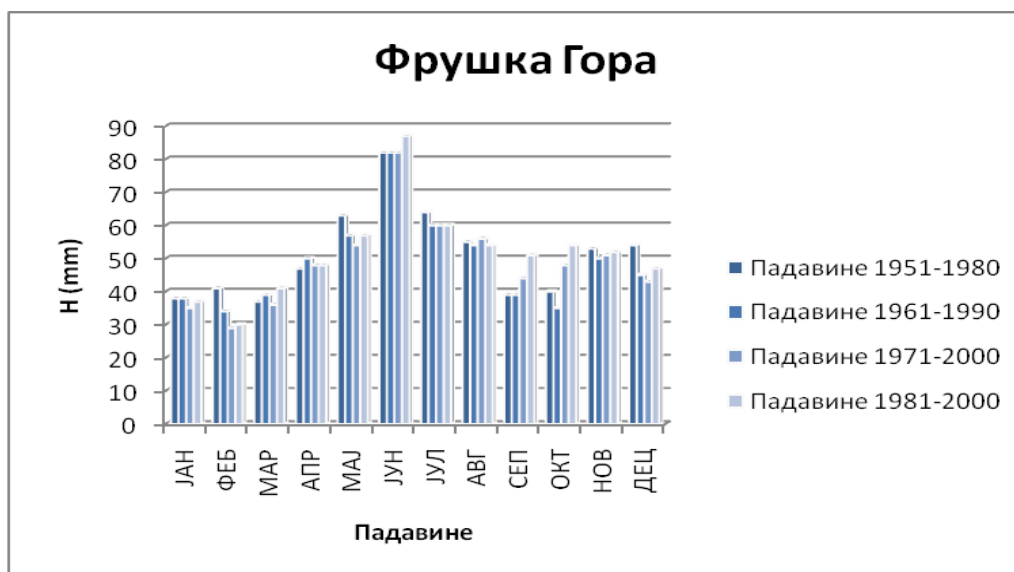
Падавински режим има изражен максимум падавина у лето када је најкишнији месец јун (сл. 70). Најмање падавина је забележено током зиме, а фебруар је био месец са најмањом количином падавина. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 28) је у распону од 7 до 9% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње и количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче али су оне релативно мале без наглашеног тренда. Међутим, јасно може да се уочи тренд пораста годишњег колебања месечних количина падавина.

**Табела 28:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МАМ, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) на Фрушкој Гори

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | 0,3  | 10,6    | 19,9 | 10,9  | 16,1        | 10,4   | 21,8             |
|             | Климатологија 2 | 0,3  | 10,9    | 19,7 | 10,8  | 16,2        | 10,4   | 21,6             |
|             | Климатологија 3 | 0,8  | 11,0    | 20,0 | 10,6  | 16,3        | 10,6   | 20,8             |
|             | Климатологија 4 | 0,7  | 11,3    | 20,6 | 11,0  | 16,8        | 10,9   | 21,5             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 133  | 147     | 201  | 132   | 390         | 613    | 45               |
|             | Климатологија 2 | 117  | 146     | 196  | 124   | 377         | 583    | 48               |
|             | Климатологија 3 | 107  | 138     | 198  | 143   | 392         | 586    | 53               |
|             | Климатологија 4 | 114  | 146     | 201  | 157   | 411         | 618    | 57               |

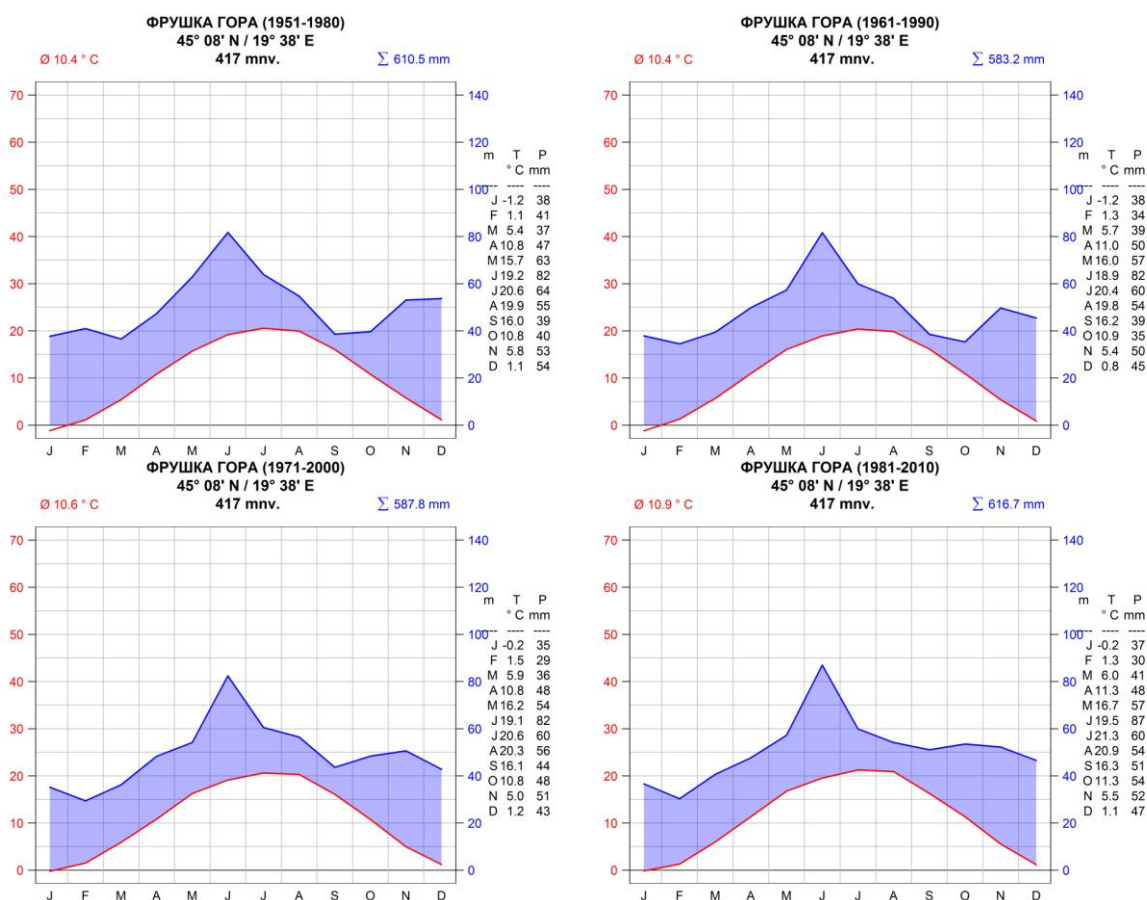


**Слика 69:** Температурни режим за локалитет Фрушка Гора



Слика 70: Падавински режим за локалитет Фрушка Гора

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 71) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 71: Валтеров климадијаграм за Фрушку Гору



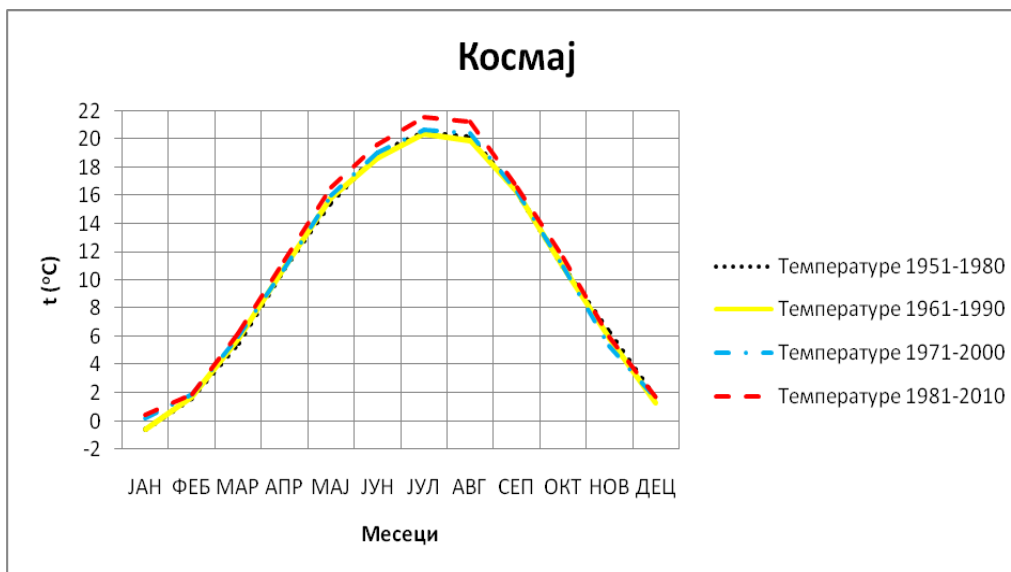
### 5.3.8. КОСМАЈ

Температурни режим Космаја (сл. 72 и таб. 29), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 20 °С указује на континенталност овог места. Током сва четири климатолошка периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,8 °С) и током године (0,6 °С). Промене климе су најизраженије у пролеће и лето када може да се уочи пораст температуре од 0,8 °С односно 1,1 °С. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

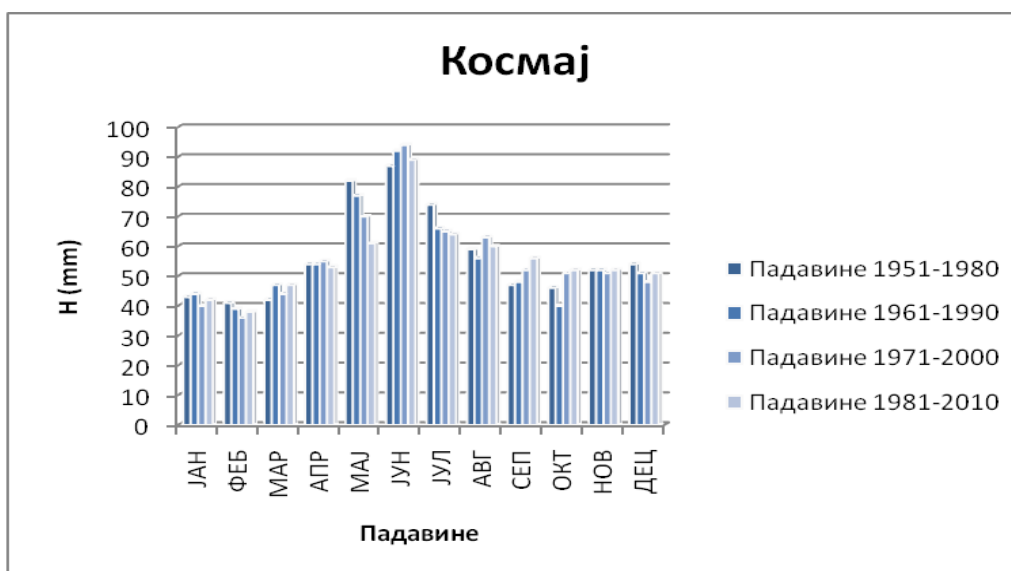
Падавински режим има изражен максимум падавина у лето, а јун је најкишнији месец (сл. 73). Најмање падавина је забележено током зиме, а фебруар је био месец са најмањом количином падавина. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 29) је у распону од 7 до 9% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње и количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче али су оне релативно мале без наглашеног тренда.

**Табела 29:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МAM, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) на локалитету Космај

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | 0,9  | 10,6    | 19,9 | 11,2  | 16,2        | 10,6   | 21,1             |
|             | Климатологија 2 | 0,8  | 10,9    | 19,7 | 11,1  | 16,1        | 10,6   | 21,0             |
|             | Климатологија 3 | 1,2  | 10,9    | 20,0 | 10,9  | 16,3        | 10,8   | 20,5             |
|             | Климатологија 4 | 1,3  | 11,4    | 20,8 | 11,4  | 16,9        | 11,2   | 21,2             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 138  | 178     | 220  | 145   | 449         | 681    | 46               |
|             | Климатологија 2 | 134  | 178     | 214  | 140   | 433         | 666    | 53               |
|             | Климатологија 3 | 124  | 169     | 222  | 154   | 450         | 669    | 58               |
|             | Климатологија 4 | 131  | 161     | 213  | 160   | 435         | 665    | 51               |

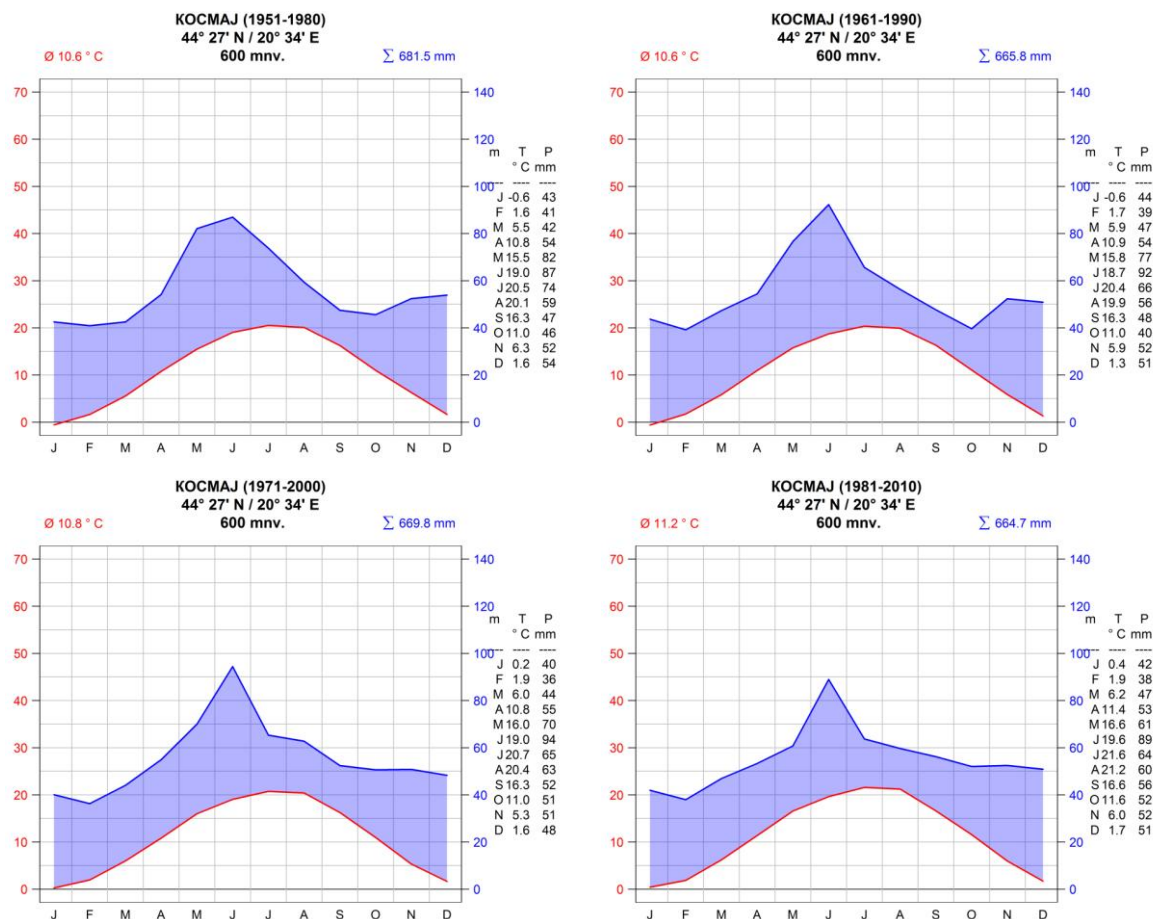


Слика 72: Температурни режим за локалитет Космај



Слика 73: Падавински режим за локалитет Космај

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 74) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 74: Валтеров климадијаграм за Космај

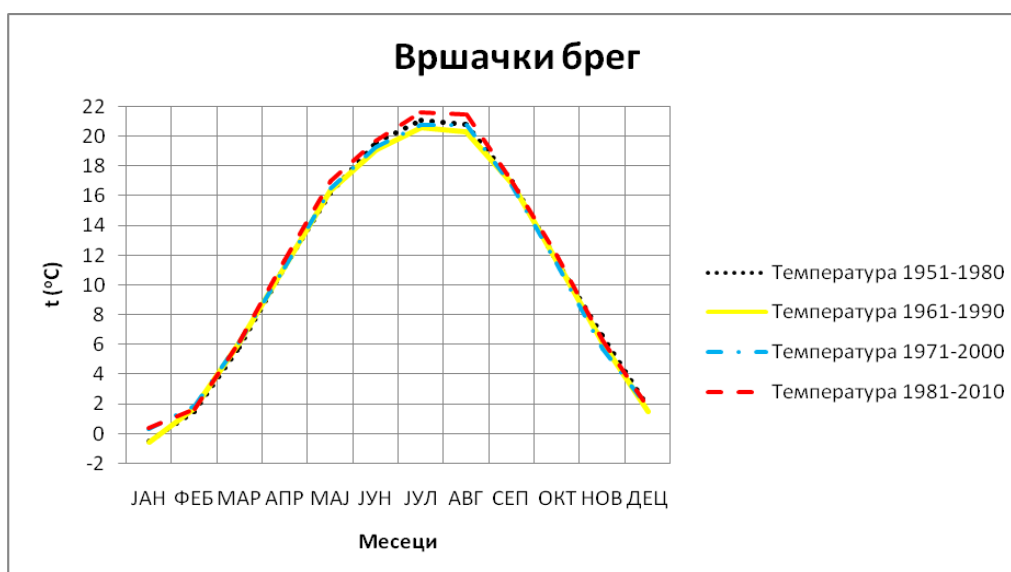
### 5.3.9. ВРШАЧКИ БРЕГ

Температурни режим Вршачког брега (сл. 75 и таб. 30), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 20 °C указује на континенталност овог места. Од другог па до последњег климатолошког периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,6 °C) и током године (0,5 °C). Промене климе су најизраженије у лето када може да се уочи пораст температуре од 0,9 °C. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

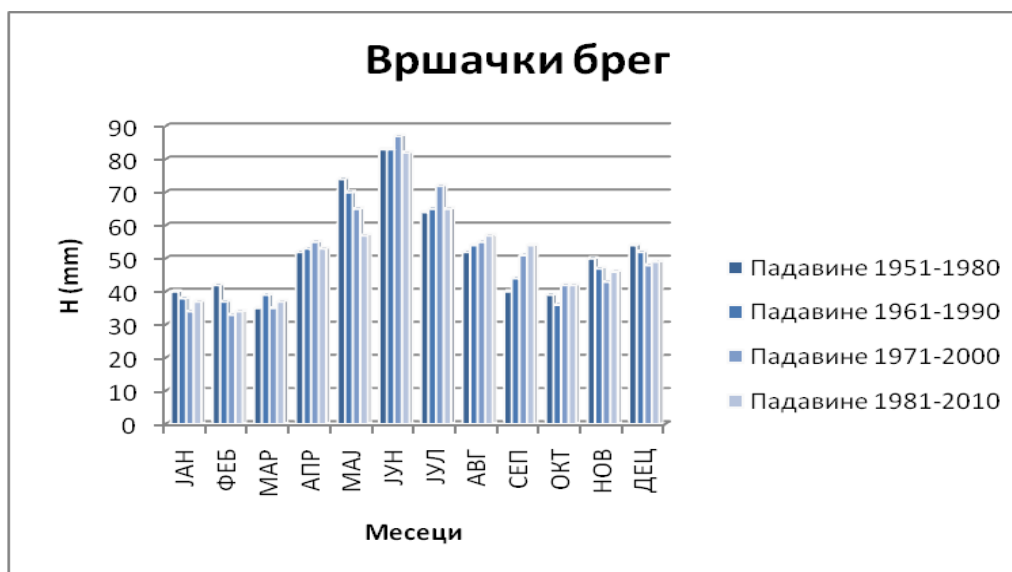
Падавински режим има изражен максимум падавина у лето, а најкишнији месец је јун (сл. 76). Најмање падавина је забележено током у фебруару и марту. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 30) је у распону од 7 до 9% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње и количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче али су оне релативно мале без наглашеног тренда.

**Табела 30:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МAM, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) на локалитету Вршачки брег

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | 0,9  | 11,1    | 20,5 | 11,7  | 16,8        | 11,1   | 21,6             |
|             | Климатологија 2 | 0,9  | 11,2    | 20,0 | 11,5  | 16,6        | 10,9   | 21,2             |
|             | Климатологија 3 | 1,3  | 11,3    | 20,3 | 11,3  | 16,7        | 11,1   | 20,5             |
|             | Климатологија 4 | 1,3  | 11,6    | 20,9 | 11,8  | 17,2        | 11,4   | 21,2             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 136  | 161     | 199  | 129   | 404         | 625    | 48               |
|             | Климатологија 2 | 127  | 162     | 202  | 127   | 405         | 618    | 46               |
|             | Климатологија 3 | 115  | 155     | 214  | 136   | 427         | 620    | 54               |
|             | Климатологија 4 | 120  | 147     | 204  | 142   | 410         | 613    | 48               |

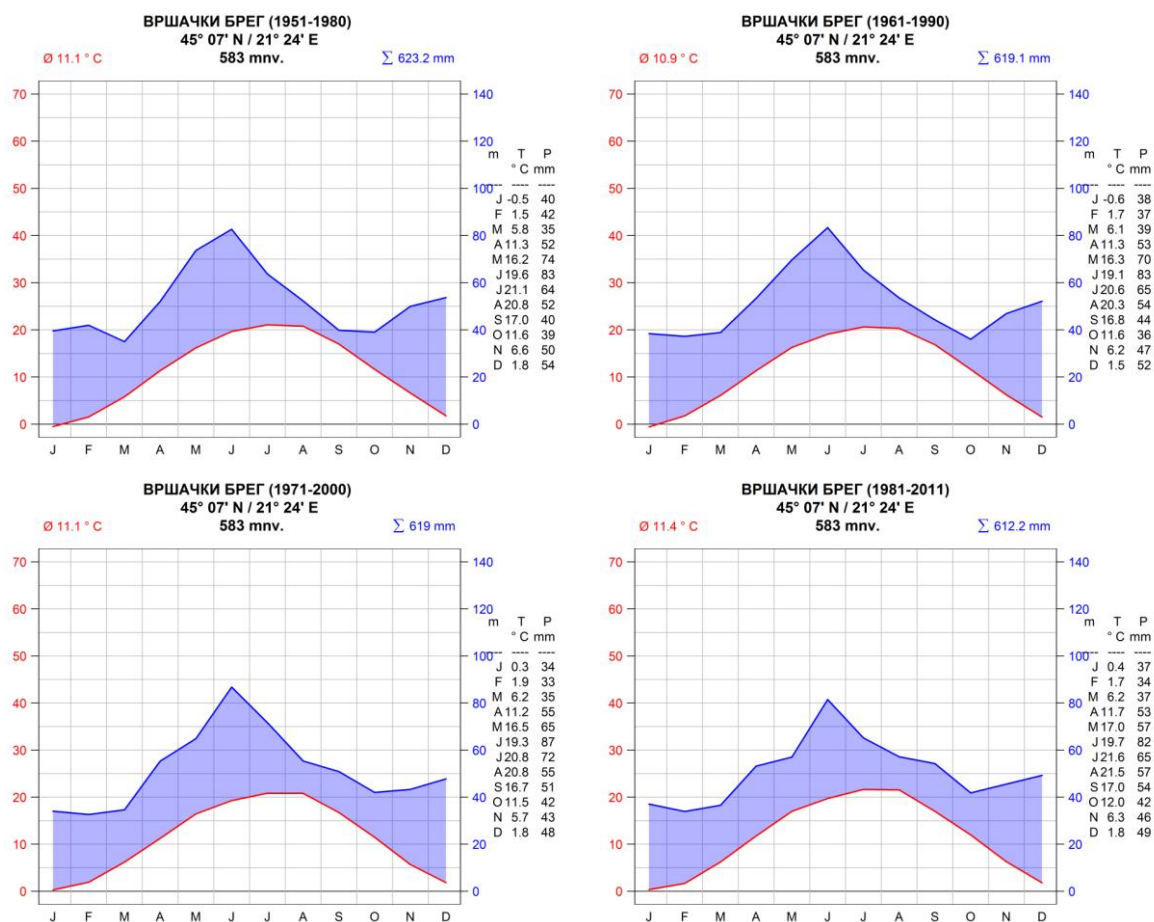


**Слика 75:** Температурни режим за локалитет Вршачки брег



Слика 76: Падавински режим за локалитет Вршачки брег

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 77) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 77: Валтеров климадијаграм за Вршачки брег

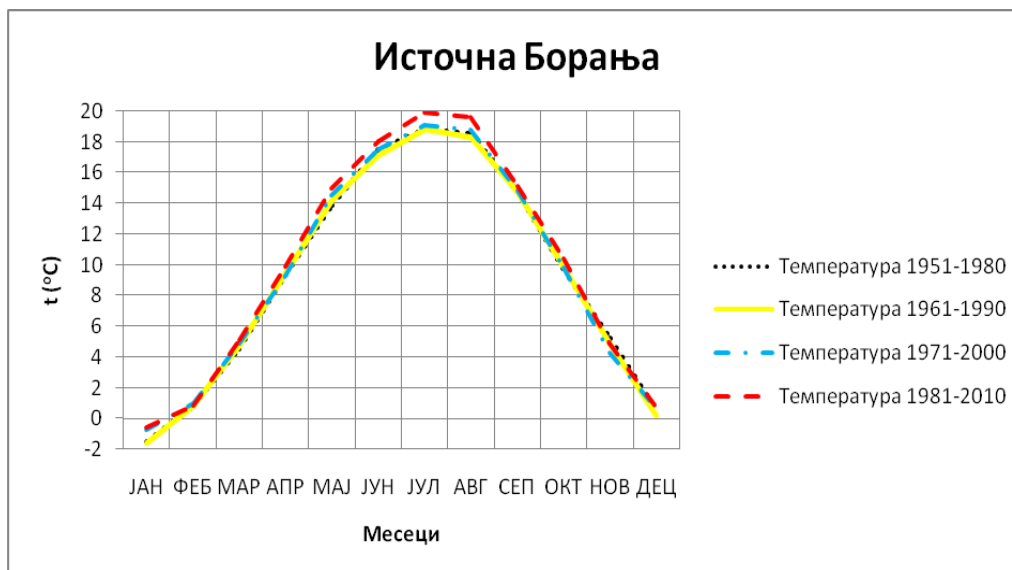
### 5.3.10. ИСТОЧНА БОРАЊА

Температурни режим Источне Борање (сл. 78 и таб. 31), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 19 °С указује на континенталност овог места. Током сва четири климатолошка периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,7 °С) и од другог до последњег климатолошког периода перманентан пораст температуре током године (0,6 °С). Промене климе су најизраженије у пролеће и лето када може да се уочи пораст температуре од 0,7 °С односно 1,1 °С. Најмање су изражене промене температуре у јесен. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

Падавински режим има изражен максимум падавина у лето, а најкишнији месец је јун (сл. 79). Најмање падавина је забележено током зиме, а фебруар је био месец са најмањом количином падавина. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 31) је у распону од 6 до 8% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње количине падавина могу да се уоче али су оне релативно мале без наглашеног тренда. Међутим, јасно може да се уочи тренд пораста количине падавина у вегетационом периоду и годишњег колебања месечних количина падавина.

**Табела 31:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МAM, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) на локалитету Источна Борања

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | 0,0  | 9,3     | 18,3 | 9,9   | 14,7        | 9,4    | 20,3             |
|             | Климатологија 2 | -0,2 | 9,5     | 18,1 | 9,8   | 14,7        | 9,3    | 20,4             |
|             | Климатологија 3 | 0,3  | 9,6     | 18,5 | 9,6   | 14,8        | 9,5    | 19,8             |
|             | Климатологија 4 | 0,3  | 10,0    | 19,2 | 10,1  | 15,4        | 9,9    | 20,5             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 159  | 194     | 246  | 176   | 506         | 775    | 46               |
|             | Климатологија 2 | 152  | 201     | 248  | 168   | 502         | 769    | 53               |
|             | Климатологија 3 | 147  | 189     | 250  | 188   | 512         | 774    | 61               |
|             | Климатологија 4 | 155  | 193     | 250  | 200   | 519         | 798    | 63               |

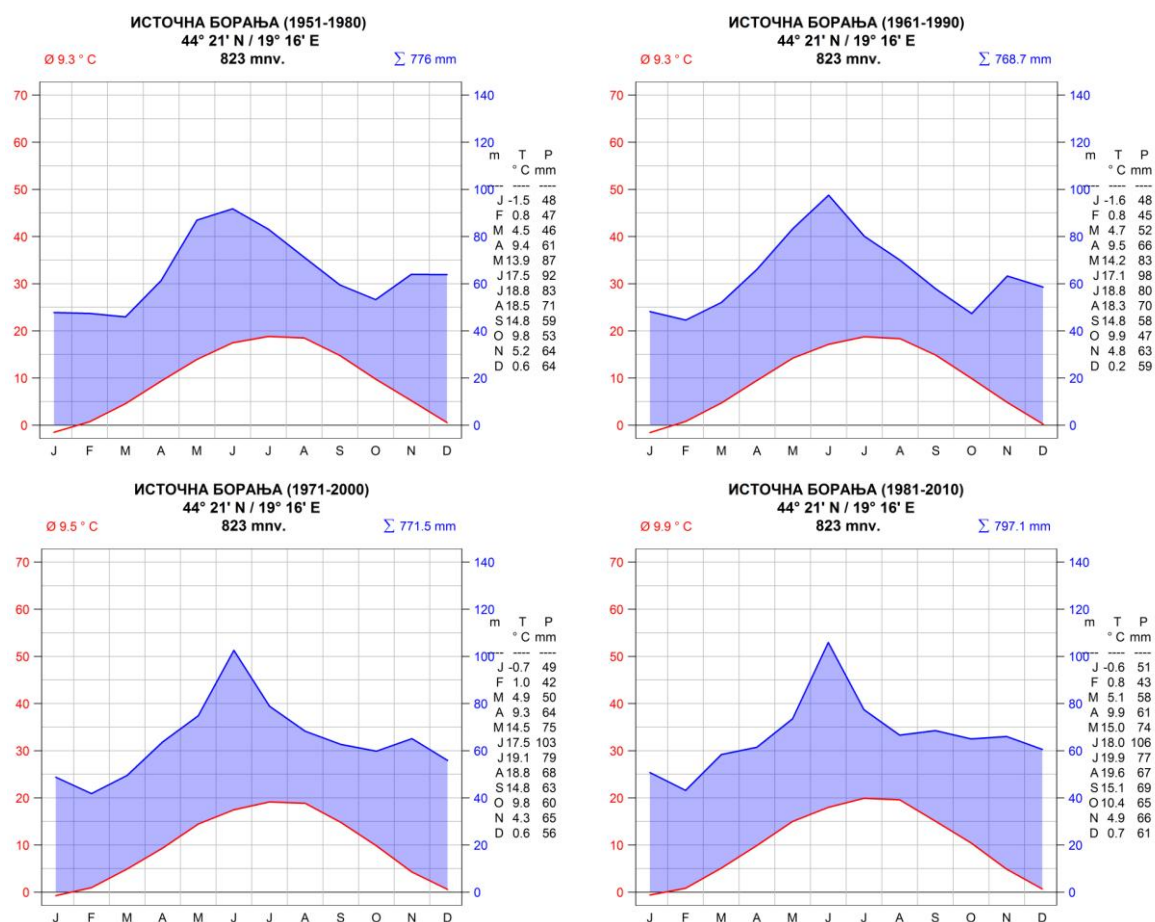


Слика 78: Температурни режим за локалитет Источна Борања



Слика 79: Падавински режим за локалитет Источна Борања

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 80) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 80: Валтеров климадијаграм за Источну Борању

### 5.3.11. ЖЕЉИН

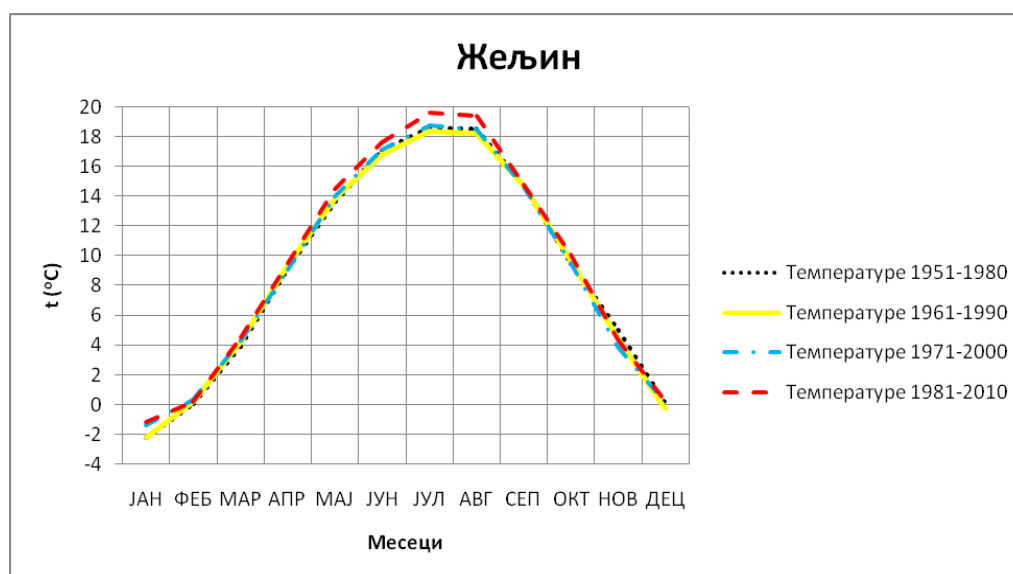
Температурни режим Жељина (сл. 81 и таб. 32), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 20 °C указује на континенталност овог места. Од другог па до последњег климатолошког периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,7 °C) и током године (0,6 °C). Промене климе су најизраженије у лето када може да се уочи пораст температуре од 0,9 °C. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

Падавински режим има изражен максимум падавина у лето, а најкишнији месец је јун али су значајне количине падавина забележене и у мају (сл. 82). Најмање падавина је забележено током зиме, а фебруар је био месец са најмањом количином падавина. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 32) је у распону од 6 до 7% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње и количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче али су оне релативно мале без наглашеног тренда.

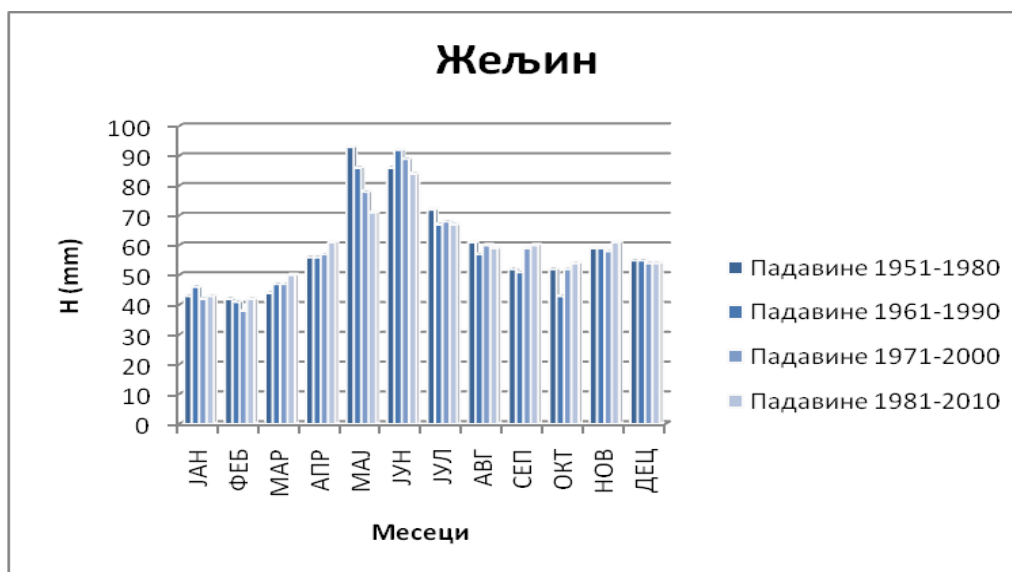


**Табела 32:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МAM, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) на локалитету Жељин

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | -0,7 | 8,9     | 18,1 | 9,7   | 14,5        | 9,0    | 20,8             |
|             | Климатологија 2 | -0,8 | 9,1     | 17,8 | 9,6   | 14,4        | 8,9    | 20,6             |
|             | Климатологија 3 | -0,3 | 9,1     | 18,1 | 9,3   | 14,5        | 9,1    | 20,2             |
|             | Климатологија 4 | -0,3 | 9,5     | 18,9 | 9,8   | 15,1        | 9,5    | 20,8             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 140  | 193     | 219  | 163   | 472         | 715    | 51               |
|             | Климатологија 2 | 142  | 189     | 216  | 153   | 452         | 700    | 51               |
|             | Климатологија 3 | 134  | 182     | 217  | 169   | 463         | 702    | 51               |
|             | Климатологија 4 | 139  | 182     | 210  | 175   | 456         | 706    | 42               |

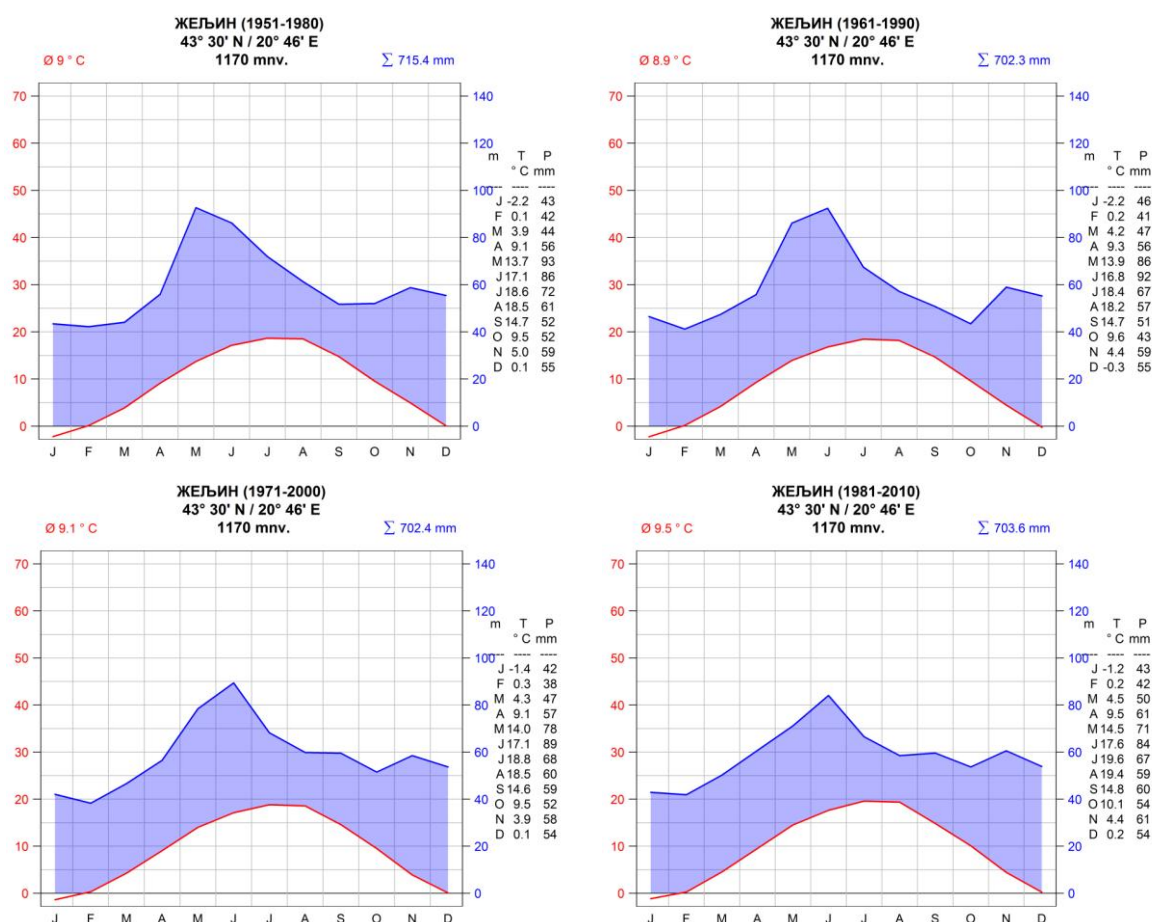


**Слика 81:** Температурни режим за локалитет Жељин



Слика 82: Падавински режим за локалитет Жељин

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 83) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 83: Валтеров климадијаграм за Жељин

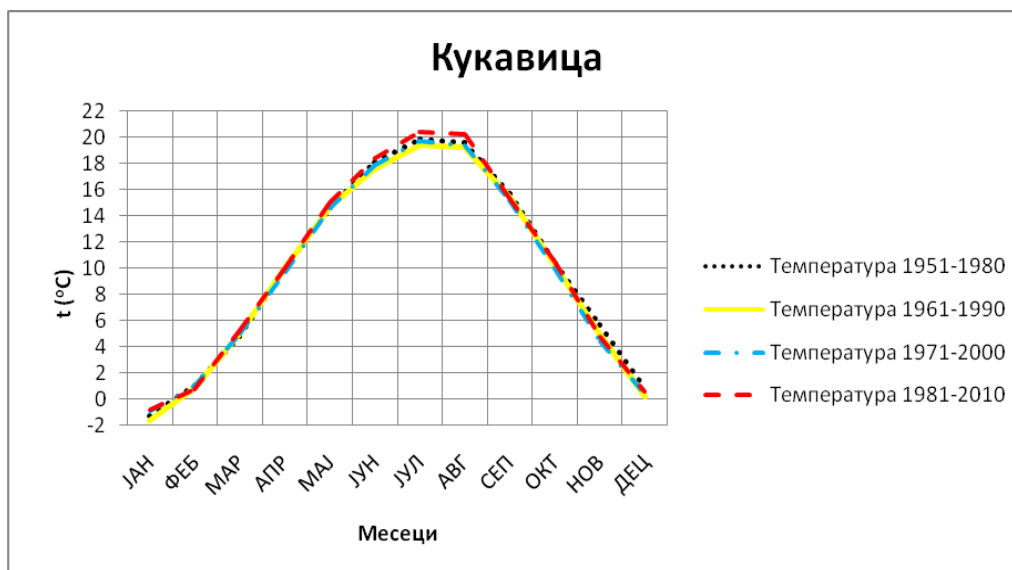
### 5.3.12. КУКАВИЦА

Температурни режим Кукавице (сл. 84 и таб. 33), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 20 °С указује на континенталност овог места. Промене климе су најизраженије у лето када може да се уочи пораст температуре од 1 °С. Најмање су изражене промене температуре у пролеће. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

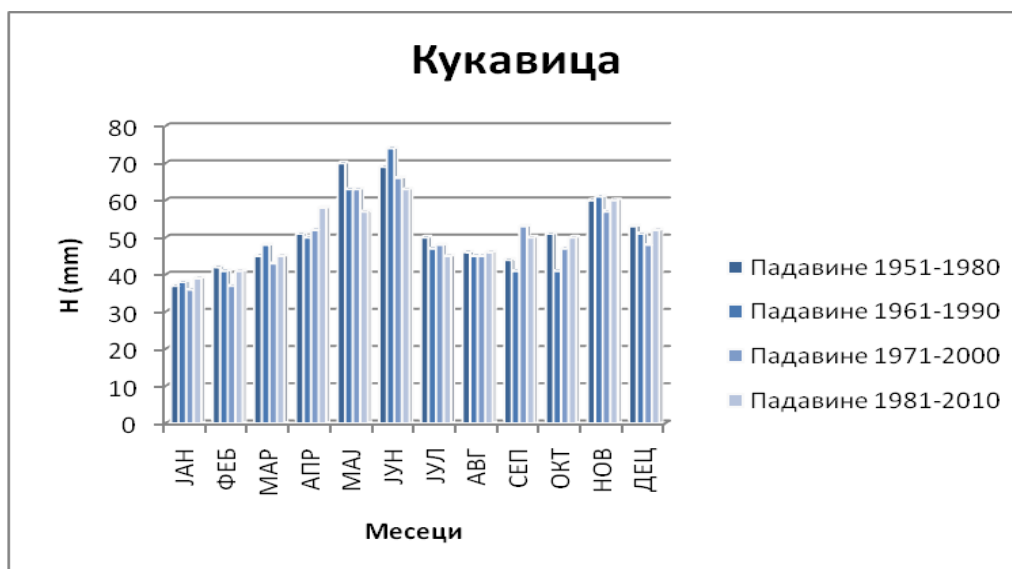
Падавински режим има изражен максимум падавина у пролеће и лето а најкишнији месеци су мај и јун (сл. 85). Најмање падавина је забележено током зиме, а месец са најмањом количином падавина био је јануар. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 33) је у распону од 4 до 6% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње и количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче али су оне релативно мале без наглашеног тренда.

**Табела 33:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МAM, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) на локалитету Кукавица

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | 0,2  | 9,8     | 19,2 | 10,6  | 15,5        | 9,9    | 21,1             |
|             | Климатологија 2 | -0,2 | 9,9     | 18,7 | 10,2  | 15,2        | 9,7    | 21,0             |
|             | Климатологија 3 | 0,2  | 9,8     | 19,0 | 9,9   | 15,2        | 9,7    | 20,6             |
|             | Климатологија 4 | 0,2  | 10,1    | 19,7 | 10,2  | 15,7        | 10,1   | 21,2             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 132  | 166     | 165  | 155   | 381         | 618    | 33               |
|             | Климатологија 2 | 130  | 161     | 166  | 143   | 361         | 600    | 36               |
|             | Климатологија 3 | 121  | 158     | 159  | 157   | 374         | 595    | 30               |
|             | Климатологија 4 | 132  | 160     | 154  | 160   | 369         | 606    | 24               |

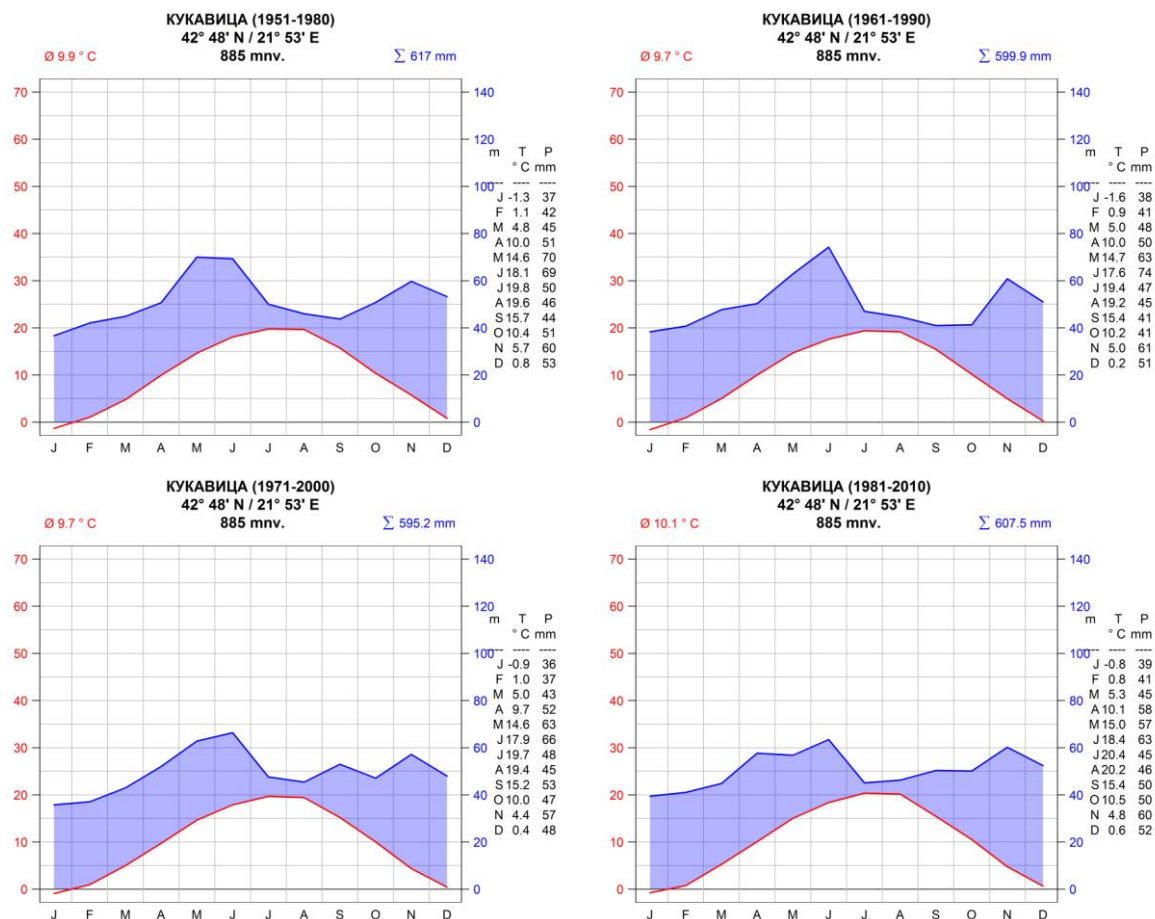


Слика 84: Температурни режим за локалитет Кукавица



Слика 85: Падавински режим за локалитет Кукавица

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 86) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 86: Валтеров климадијаграм за Кукавицу

### 5.3.13. ГОЛИЈА

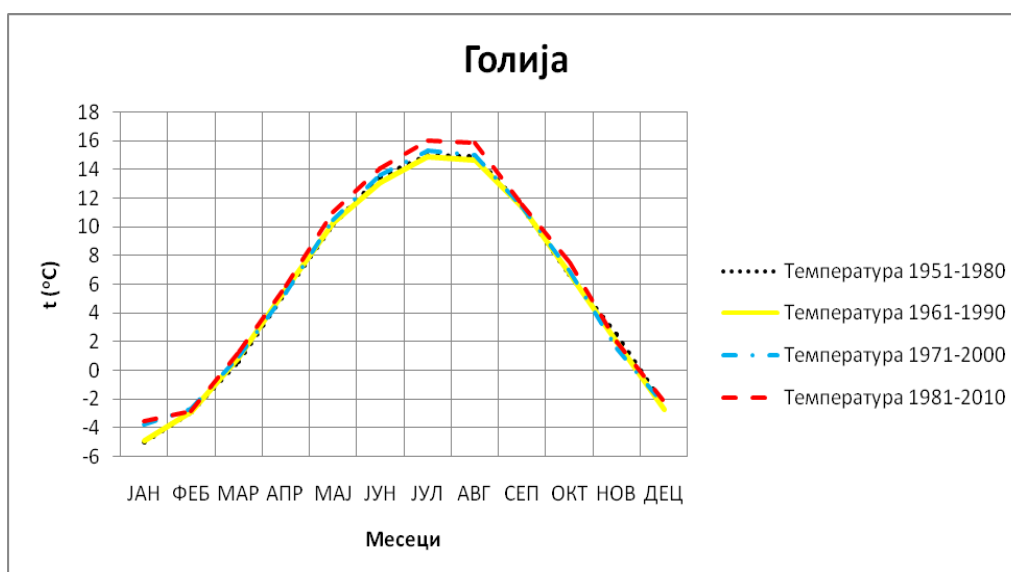
Температурни режим Голије (сл. 87 и таб. 34), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 19 °C указује на континенталност овог места. Током сва четири климатолошка периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,7 °C) и током године (0,6 °C). Промене климе су најизраженије у лето када може да се уочи пораст температуре од 0,9 °C. Најмање су изражене промене температуре у јесен. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

Падавински режим има изражен максимум падавина у лето, а најкишнији месец јун али су значајне количине падавина забележене и у мају (сл. 88). Најмање падавина је забележено током зиме, а фебруар је био месец са најмањом количином падавина. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 34) је у распону од 5 до 7% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче али су оне релативно

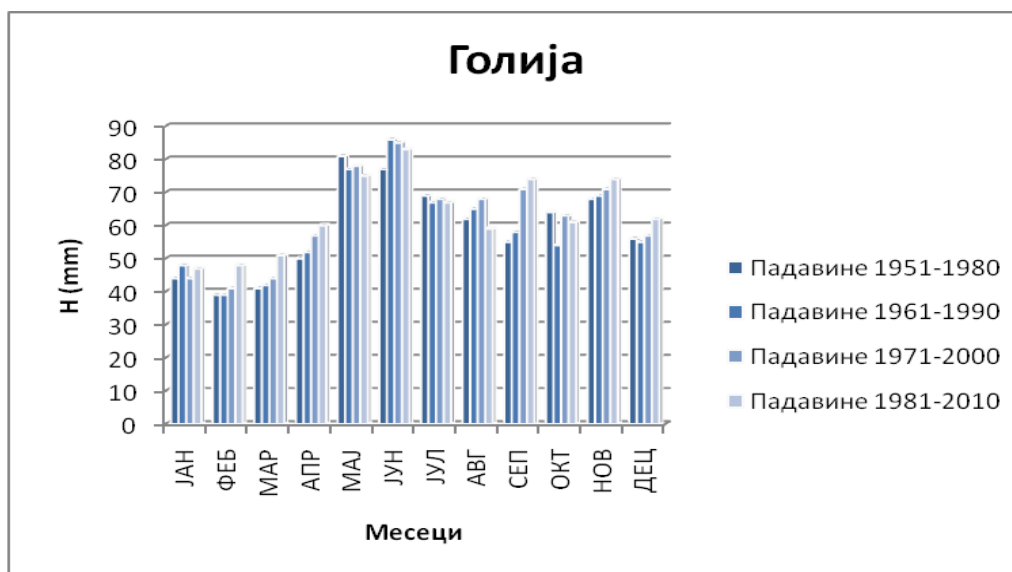
мале без наглашеног тренда. Међутим, јасно може да се уочи тренд пораста годишње количине падавина.

**Табела 34:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МАМ, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) на Голији

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | -3,5 | 5,4     | 14,5 | 6,9   | 11,0        | 5,8    | 20,0             |
|             | Климатологија 2 | -3,5 | 5,6     | 14,2 | 6,7   | 11,0        | 5,8    | 19,8             |
|             | Климатологија 3 | -3,0 | 5,6     | 14,6 | 6,6   | 11,2        | 6,0    | 19,1             |
|             | Климатологија 4 | -2,8 | 6,1     | 15,3 | 7,0   | 11,7        | 6,4    | 19,5             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 139  | 172     | 208  | 187   | 458         | 706    | 42               |
|             | Климатологија 2 | 142  | 171     | 218  | 181   | 459         | 712    | 47               |
|             | Климатологија 3 | 142  | 179     | 221  | 205   | 490         | 747    | 44               |
|             | Климатологија 4 | 157  | 186     | 209  | 209   | 479         | 761    | 36               |

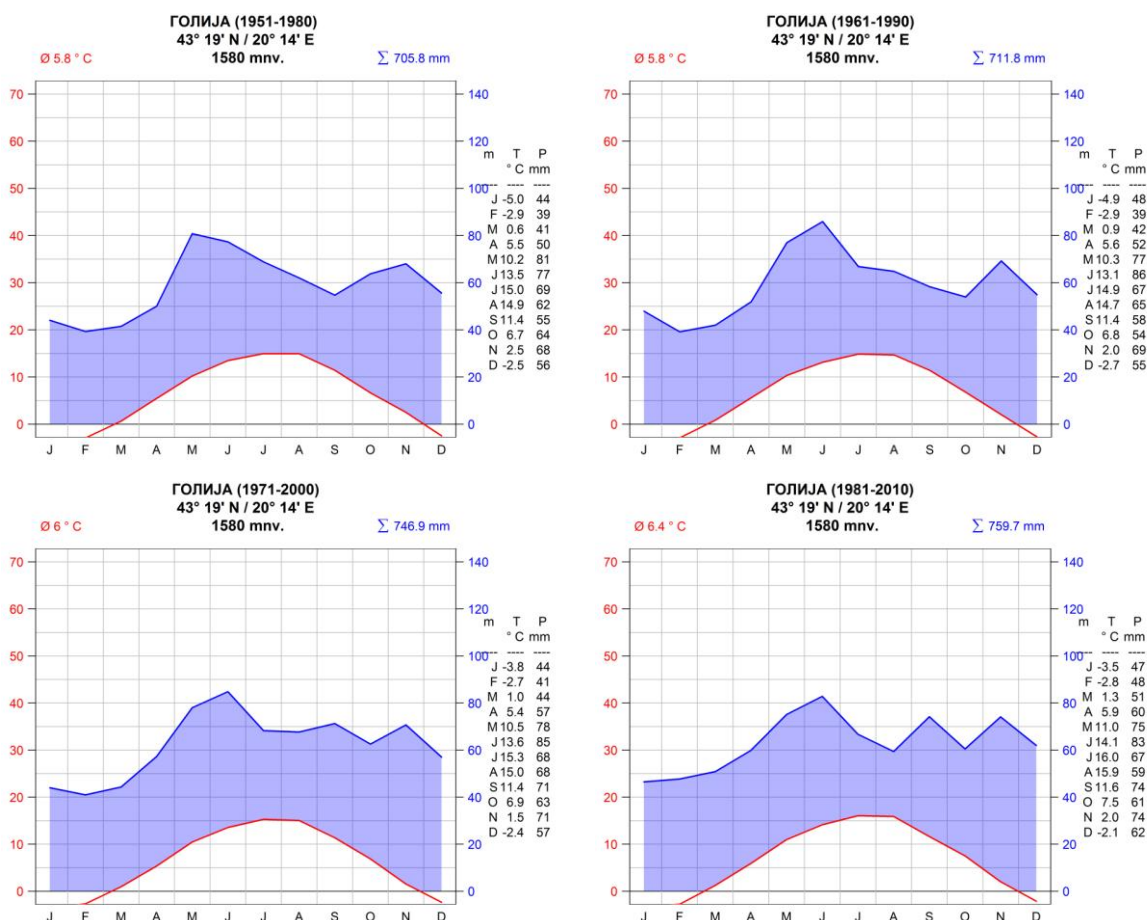


**Слика 87:** Температурни режим за локалитет Голија



Слика 88: Падавински режим за локалитет Голија

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 89) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 89: Валтеров климадијаграм за Голију

### 5.3.14. ВЛАСИНА

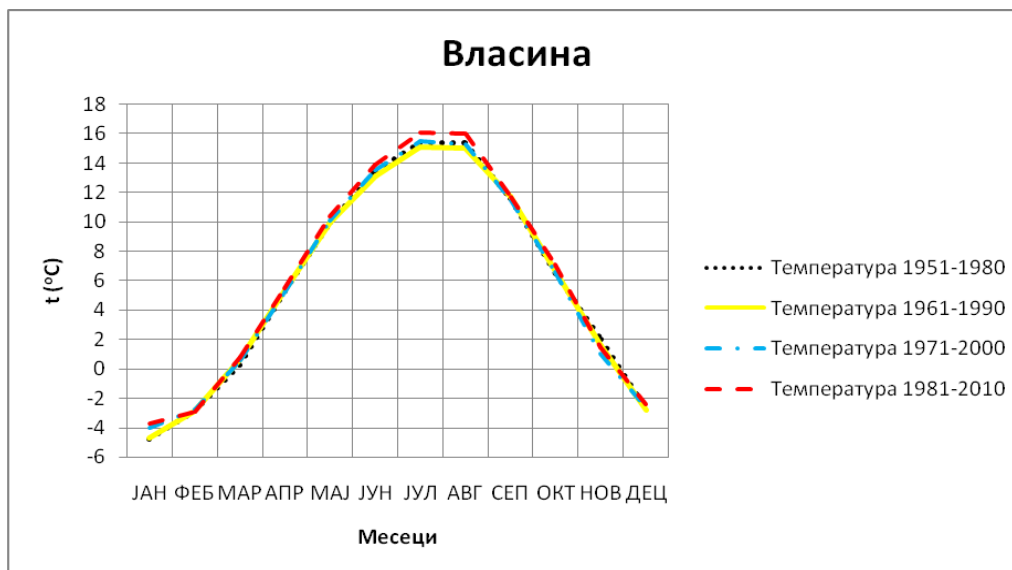
Температурни режим Власине (сл. 90 и таб. 35), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 19 °С указује на континенталност овог места. Од другог па до последњег климатолошког периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,5 °С) и током године (0,5 °С). Промене климе су најизраженије у лето када може да се уочи пораст температуре од 0,9 °С. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

Падавински режим има изражен максимум падавина у лето, а најкишнији месец јун али су значајне количине падавина забележене и у мају (сл. 91). Најмање падавина је забележено током зиме, а месец са најмањом количином падавина био је јануар. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 35) је у распону од 5 до 7% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене количине падавина током вегетационог периода може да се уочи али су оне релативно мале без наглашеног тренда. Међутим, јасно може да се уочи промена годишње количине падавина од другог климатолошког периода до последњег.

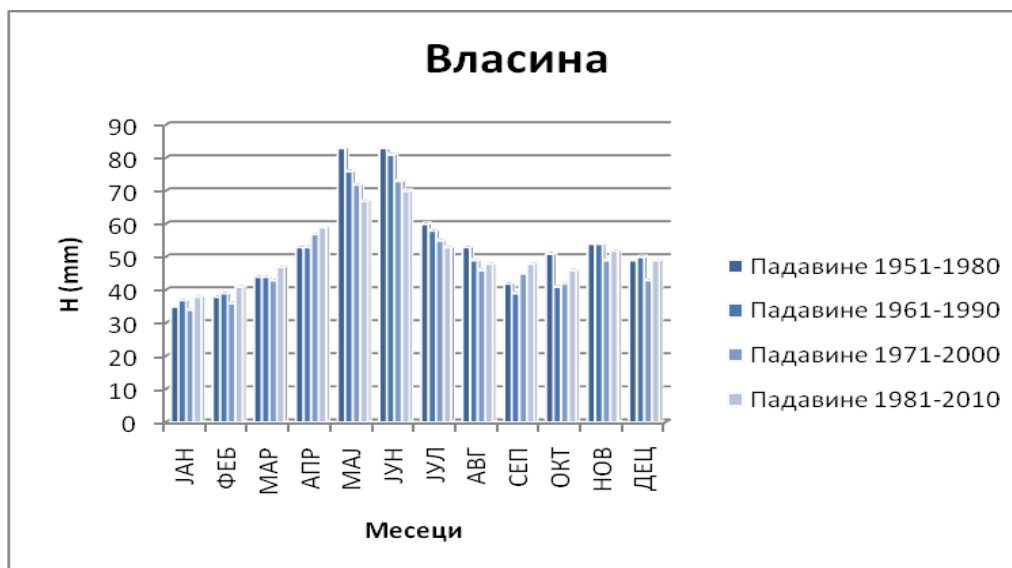
**Табела 35:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МАМ, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) на Власини

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | -3,5 | 5,2     | 14,8 | 6,7   | 11,1        | 5,8    | 20,2             |
|             | Климатологија 2 | -3,5 | 5,3     | 14,4 | 6,6   | 11,0        | 5,7    | 19,8             |
|             | Климатологија 3 | -3,1 | 5,3     | 14,8 | 6,4   | 11,1        | 5,8    | 19,5             |
|             | Климатологија 4 | -3,0 | 5,6     | 15,3 | 6,8   | 11,5        | 6,2    | 19,8             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 122  | 180     | 196  | 147   | 425         | 645    | 48               |
|             | Климатологија 2 | 126  | 173     | 188  | 134   | 397         | 621    | 44               |
|             | Климатологија 3 | 113  | 172     | 174  | 136   | 390         | 595    | 39               |
|             | Климатологија 4 | 128  | 173     | 171  | 146   | 391         | 618    | 32               |



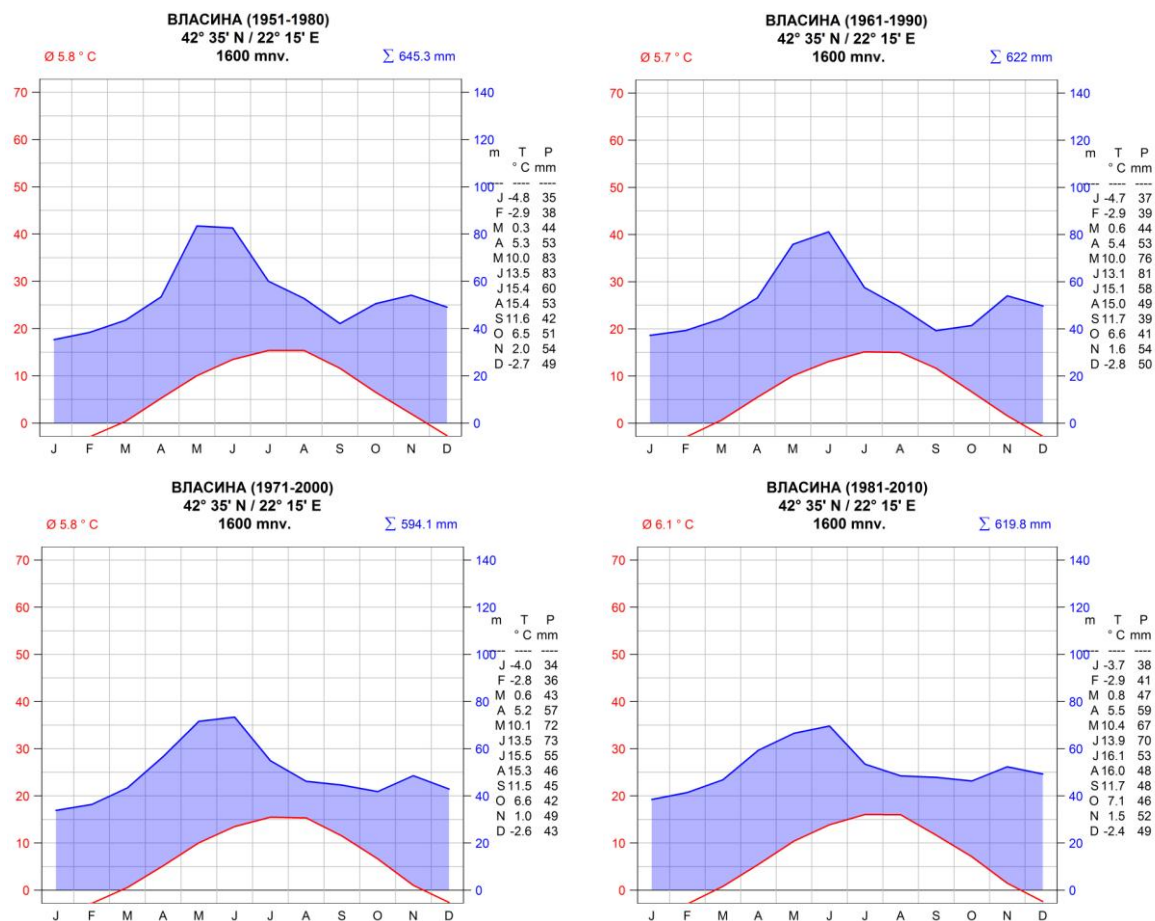


Слика 90: Температурни режим за локалитет Власина



Слика 91: Падавински режим за локалитет Власина

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 92) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 92: Валтеров климадијаграм за Власину

### 5.3.15. СТАРА ПЛАНИНА (БАБИН ЗУБ)

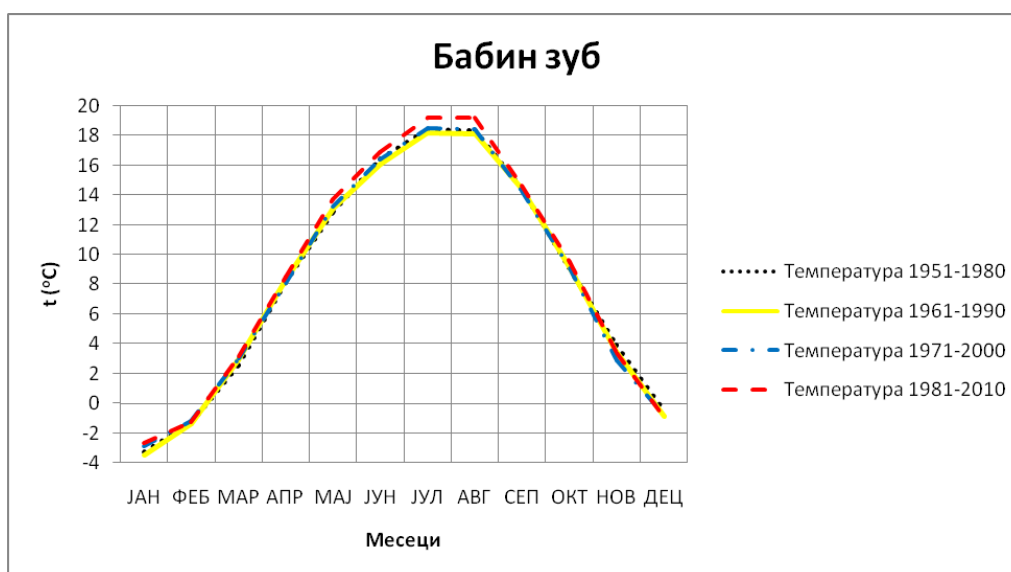
Температурни режим Власине (сл. 93 и таб. 36), са јасно израженим годишњим добима и годишњим колебањем температуре од преко 21 °C указује на континенталност овог места. Током сва четири климатолошка периода може да се уочи мали али перманентан пораст температуре током вегетационог периода (за 0,6 °C), а од другог климатолошког периода до четвртог перманентан пораст температуре током године (0,4 °C). Промене климе су најизраженије у лето када може да се уочи пораст температуре од 0,9 °C. Такође је занимљиво запазити да је су зима и лето били "најхладнији" током климатологије 2 када је и средња годишња температура била најнижа. Међутим, важно је имати на уму да су у питању варијације од само неколико десетих делова степена Целзијуса.

Падавински режим има изражен максимум падавина у лето, а најкишнији месец је јун али су значајне количине падавина забележене и у мају (сл. 94). Најмање падавина је забележено током зиме, а фебруар је био месец са најмањом количином падавина. Годишње колебање месечних количина падавина (таб. 36) је у распону од 7 до 8% од годишње количине падавина током сва четири климатолошка периода. Промене годишње и количине падавина током вегетационог периода могу да се уоче

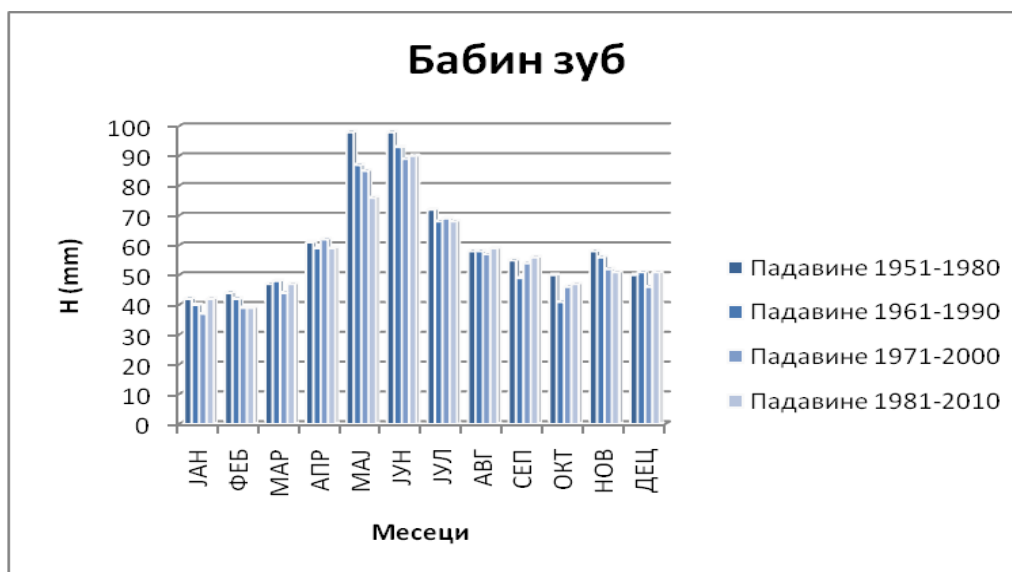
али су оне релативно мале без наглашеног тренда. Међутим, јасно може да се уочи тренд смањења годишњег колебања месечних количина падавина.

**Табела 36:** Средња количина падавина и нормална температура ваздуха током сезона (пролеће-МАМ, лето-ЈЈА, јесен-СОН, зима-ДЈФ), вегетационог периода и током године (1951-2015) на Старој планини (Бабин зуб)

|             | КЛИМАТОЛОГИЈЕ   | ЗИМА | ПРОЛЕЋЕ | ЛЕТО | ЈЕСЕН | ВЕГ. ПЕРИОД | ГОДИНА | ГОДИШЊЕ КОЛЕБАЊЕ |
|-------------|-----------------|------|---------|------|-------|-------------|--------|------------------|
| ТЕМПЕРАТУРЕ | Климатологија 1 | -1,7 | 7,9     | 17,7 | 9,1   | 13,9        | 8,3    | 21,7             |
|             | Климатологија 2 | -1,9 | 8,1     | 17,5 | 9,0   | 13,9        | 8,2    | 21,7             |
|             | Климатологија 3 | -1,6 | 8,1     | 17,8 | 8,8   | 14,0        | 8,3    | 21,4             |
|             | Климатологија 4 | -1,6 | 8,5     | 18,4 | 9,2   | 14,5        | 8,6    | 21,9             |
| ПАДАВИНЕ    | Климатологија 1 | 136  | 206     | 228  | 163   | 492         | 733    | 56               |
|             | Климатологија 2 | 133  | 194     | 219  | 146   | 455         | 692    | 53               |
|             | Климатологија 3 | 122  | 191     | 215  | 152   | 462         | 680    | 52               |
|             | Климатологија 4 | 132  | 182     | 217  | 154   | 455         | 685    | 51               |

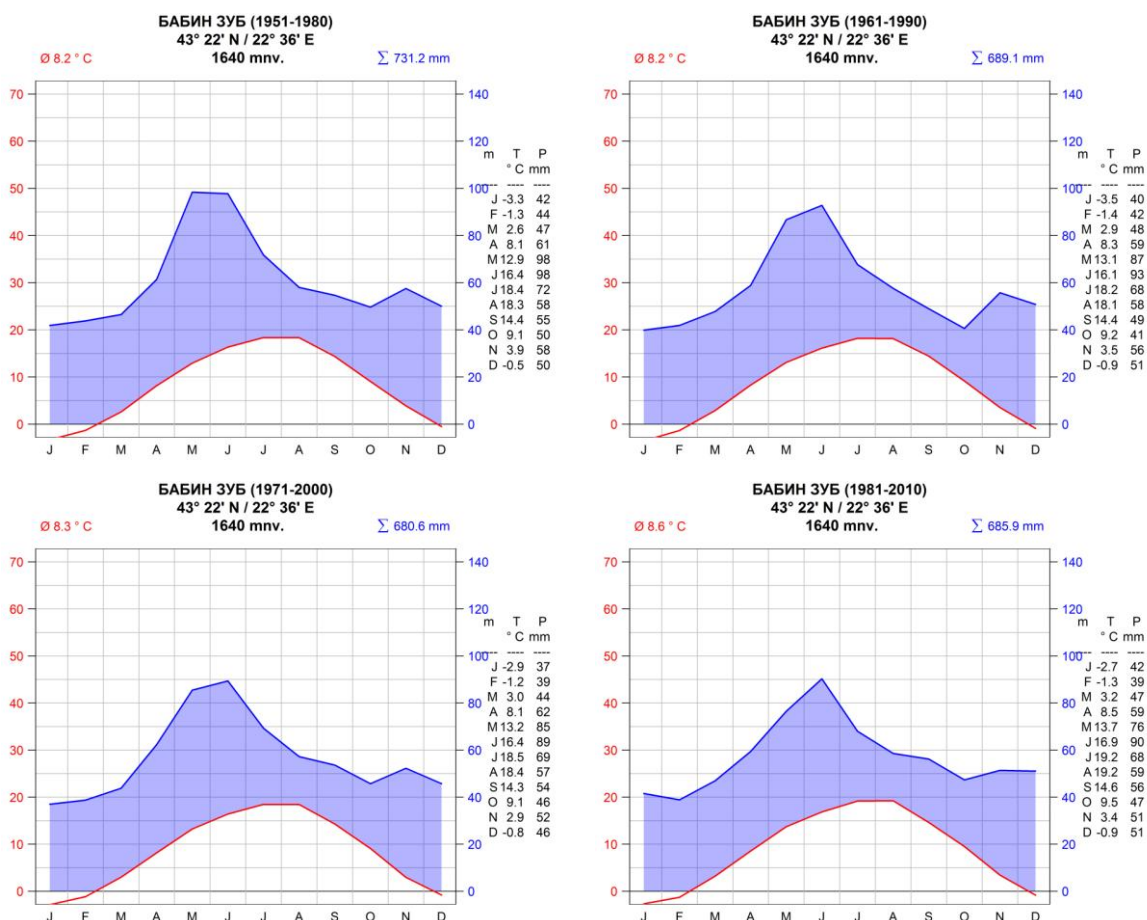


**Слика 93:** Температурни режим за локалитет Стара планина (Бабин зуб)



Слика 94: Падавински режим за локалитет Стара планина (Бабин зуб)

На основу Валтеровог климадијаграма за сва четири климатолошка периода (сл. 95) може се закључити да клима није испољила карактеристике аридности током испитиваног периода.



Слика 95: Валтеров климадијаграм за Стару планину (Бабин зуб)

## 5.4. УОЧЕНЕ КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ

Разумевање узрока и последица временских и климатских утицаја на развој букових стабала требало би да помогне да се тачније процени будућност ове важне шумске врсте у Србији и Републици Српској. Због тога је извршена детаљна анализа карактеристика регионалне климе, а посматране климатске промене су изражене кроз одступање температуре и падавина у односу на климатологију 1 (таб. 37) која је изабрана за референтни климатолошки период и коефицијент варијације за температуру и падавине за све климатолошке периоде (таб. 38).

**Табела 37:** Одступање температуре (Dt) и падавина (DH) за одабране климатолошке периоде у односу на климатологију 1 (1951-1980)

| Локација | Одступање климатолог. 2 |           |             |           | Одступање климатолог. 3 |           |             |           | Одступање климатолог. 4 |           |             |           |
|----------|-------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------------------|-----------|-------------|-----------|
|          | Год.                    |           | Вег. период |           | Год.                    |           | Вег. период |           | Год.                    |           | Вег. период |           |
|          | Dt<br>(°C)              | DH<br>(%) | Dt<br>(°C)  | DH<br>(%) | Dt<br>(°C)              | DH<br>(%) | Dt<br>(°C)  | DH<br>(%) | Dt<br>(°C)              | DH<br>(%) | Dt<br>(°C)  | DH<br>(%) |
| ФГ       | 0,0                     | -4,5      | 0,1         | -3,2      | 0,2                     | -3,7      | 0,2         | 1,3       | 0,5                     | 1,0       | 0,7         | 5,6       |
| КО       | 0,0                     | -2,3      | 0,0         | -3,8      | 0,2                     | -1,7      | 0,1         | 0,2       | 0,6                     | -2,5      | 0,7         | -3,3      |
| ВБ       | -0,2                    | -0,7      | -0,2        | 0,6       | 0,0                     | -0,7      | -0,1        | 5,9       | 0,3                     | -1,8      | 0,4         | 1,7       |
| ЛО       | -0,1                    | -0,4      | 0,0         | 0,7       | 0,1                     | -2,1      | 0,1         | 0,4       | 0,4                     | 2,7       | 0,6         | 4,5       |
| СР       | -0,1                    | -1,7      | 0,0         | -1,2      | 0,1                     | -4,8      | 0,2         | -1,3      | 0,5                     | -2,8      | 0,7         | 0,1       |
| ИБ       | 0,0                     | -0,9      | 0,0         | -1,0      | 0,2                     | -0,6      | 0,1         | 0,7       | 0,6                     | 2,7       | 0,7         | 2,2       |
| ЖЕ       | -0,1                    | -1,8      | -0,1        | -3,9      | 0,1                     | -1,8      | 0,0         | -1,7      | 0,5                     | -1,6      | 0,6         | -3,7      |
| КУ       | -0,2                    | -2,8      | -0,3        | -5,0      | -0,2                    | -3,5      | -0,3        | -1,6      | 0,2                     | -1,5      | 0,2         | -2,8      |
| ВЛ       | -0,1                    | 2,9       | 0,0         | 2,3       | 0,1                     | 3,5       | 0,1         | 4,4       | 0,5                     | 7,3       | 0,7         | 6,3       |
| МГ       | -0,2                    | 2,6       | -0,1        | 3,0       | 0,1                     | 0,6       | 0,1         | 3,9       | 0,4                     | 1,8       | 0,7         | 1,6       |
| ГО       | 0,0                     | 0,8       | 0,0         | 0,3       | 0,2                     | 5,8       | 0,1         | 7,1       | 0,6                     | 7,6       | 0,7         | 4,6       |
| ВС       | -0,1                    | -3,6      | -0,1        | -6,5      | 0,0                     | -7,9      | 0,1         | -8,4      | 0,3                     | -4,0      | 0,4         | -7,9      |
| БЗ       | 0,0                     | -5,8      | 0,0         | -7,8      | 0,1                     | -6,9      | 0,1         | -5,8      | 0,4                     | -6,2      | 0,6         | -7,2      |
| ЈА       | -0,1                    | 3,1       | 0,0         | 5,9       | 0,2                     | 3,1       | 0,2         | 5,9       | 0,5                     | 6,6       | 0,7         | 8,4       |
| ИД       | -0,2                    | 3,0       | -0,1        | 3,3       | 0,1                     | 2,7       | 0,1         | 5,4       | 0,5                     | 3,9       | 0,7         | 2,5       |

Тамно плава (најнижа вредност) = -8,4; тамно црвена (највиша вредност) = 8,4.

Табела 38: Коефицијент варијације температуре ( $V_t$ ) и падавина ( $V_H$ ) за одабране климатолошке периоде

| Локација | Климатологија 1 |           |             |           | Климатологија 2 |           |             |           | Климатологија 3 |           |             |           | Климатологија 4 |           |             |           |
|----------|-----------------|-----------|-------------|-----------|-----------------|-----------|-------------|-----------|-----------------|-----------|-------------|-----------|-----------------|-----------|-------------|-----------|
|          | Год.            |           | Вег. период |           | Год.            |           | Вег. период |           | Год.            |           | Вег. период |           | Год.            |           | Вег. период |           |
|          | $V_t$ (%)       | $V_H$ (%) | $V_t$ (%)   | $V_H$ (%) | $V_t$ (%)       | $V_H$ (%) | $V_t$ (%)   | $V_H$ (%) | $V_t$ (%)       | $V_H$ (%) | $V_t$ (%)   | $V_H$ (%) | $V_t$ (%)       | $V_H$ (%) | $V_t$ (%)   | $V_H$ (%) |
| ФГ       | 6,2             | 18,2      | 4,3         | 26,8      | 5,0             | 16,6      | 3,7         | 24,6      | 6,3             | 19,1      | 4,8         | 24,4      | 6,8             | 23,8      | 4,1         | 28,0      |
| КО       | 5,9             | 15,8      | 4,8         | 23,6      | 4,5             | 16,8      | 4,0         | 25,1      | 6,3             | 17,7      | 5,4         | 23,1      | 6,8             | 18,5      | 4,4         | 22,7      |
| ВБ       | 5,9             | 17,6      | 4,9         | 27,5      | 4,6             | 18,7      | 3,8         | 27,2      | 6,0             | 22,0      | 5,0         | 26,5      | 6,7             | 23,9      | 4,4         | 29,0      |
| ЛО       | 6,4             | 15,2      | 4,6         | 22,5      | 4,9             | 13,2      | 3,9         | 21,9      | 6,6             | 15,0      | 5,3         | 21,8      | 7,2             | 18,7      | 4,5         | 24,3      |
| СР       | 5,9             | 16,1      | 4,2         | 23,5      | 4,9             | 15,3      | 3,6         | 23,6      | 6,2             | 16,0      | 4,8         | 23,9      | 6,4             | 19,5      | 4,0         | 24,0      |
| ИБ       | 6,6             | 14,4      | 4,7         | 20,5      | 5,0             | 12,6      | 4,1         | 19,8      | 7,0             | 13,8      | 5,7         | 18,5      | 7,6             | 16,5      | 4,7         | 19,9      |
| ЖЕ       | 6,9             | 16,1      | 5,4         | 22,9      | 4,6             | 14,0      | 4,3         | 20,9      | 6,9             | 14,7      | 5,8         | 20,3      | 7,4             | 15,3      | 4,9         | 19,9      |
| КУ       | 7,0             | 14,1      | 5,7         | 24,8      | 4,6             | 13,0      | 4,4         | 25,2      | 6,0             | 16,0      | 5,4         | 24,9      | 6,9             | 17,2      | 4,7         | 22,3      |
| ВЛ       | 8,0             | 14,9      | 5,8         | 21,1      | 5,8             | 12,2      | 4,9         | 20,1      | 8,4             | 14,8      | 6,9         | 19,6      | 8,6             | 16,7      | 5,5         | 20,6      |
| МГ       | 8,4             | 17,7      | 5,8         | 25,0      | 5,5             | 13,9      | 4,6         | 24,4      | 8,5             | 14,3      | 6,7         | 23,3      | 8,0             | 16,8      | 5,2         | 19,4      |
| ГО       | 10,4            | 17,1      | 6,7         | 24,5      | 7,5             | 14,6      | 5,6         | 22,7      | 10,5            | 15,8      | 7,7         | 21,3      | 10,2            | 16,0      | 6,1         | 20,0      |
| ВС       | 10,3            | 13,3      | 7,0         | 22,6      | 7,4             | 15,0      | 5,7         | 26,3      | 10,6            | 19,0      | 7,8         | 28,6      | 9,7             | 23,2      | 6,1         | 26,5      |
| БЗ       | 6,5             | 13,1      | 4,5         | 21,1      | 4,9             | 12,0      | 3,8         | 22,0      | 6,4             | 15,8      | 4,9         | 22,8      | 7,5             | 17,6      | 4,5         | 21,8      |
| ЈА       | 8,0             | 16,4      | 6,0         | 21,7      | 5,8             | 13,3      | 5,2         | 19,2      | 8,8             | 15,6      | 7,5         | 20,6      | 8,3             | 16,6      | 5,8         | 22,2      |
| ИД       | 10,2            | 18,0      | 6,6         | 25,5      | 7,0             | 14,2      | 5,4         | 25,2      | 10,8            | 14,3      | 7,9         | 23,3      | 9,8             | 15,6      | 6,0         | 18,9      |

Тамно плава (најнижа вредност) = 3,6; тамно црвена (највиша вредност) = 29,0.

Одступања температура ваздуха у току године као и у току вегетационог периода од одговарајућих вредности за референтни период, показују јасно повећање температуре у климатологијама 3 и 4 за све регионе. У свим климатолошким периодима, најмање одступање температуре у току године забележено је у подручјима која се налазе у оптимуму, док су на локалитетима који се налазе на доњој и горњој граници вертикалног зонирања идентификоване скоро исте девијације у односу на референтну климатологију.

Промене годишње количине падавина и количине падавина у вегетационом периоду, за све климатолошке периоде и анализирани локалитете су биле између -8% и 9%. У сваком региону су уочене две локације са трендом опадања падавина, а преостале су имале јасно повећање количине падавина. На локалитетима на доњој граници уочене су веће разлике у трендовима количине падавина него на локалитетима који се налазе на горњој граници висинског распрострањења букових шума, што указује на повећање варијабилности услова гајења.

Варијације температура у свим климатолошким периодима и локалитетима биле су између 4% и 11%. Нешто веће вредности су забележене на горњој граници у поређењу са доњом и током године и у вегетационом периоду. Варијације количине

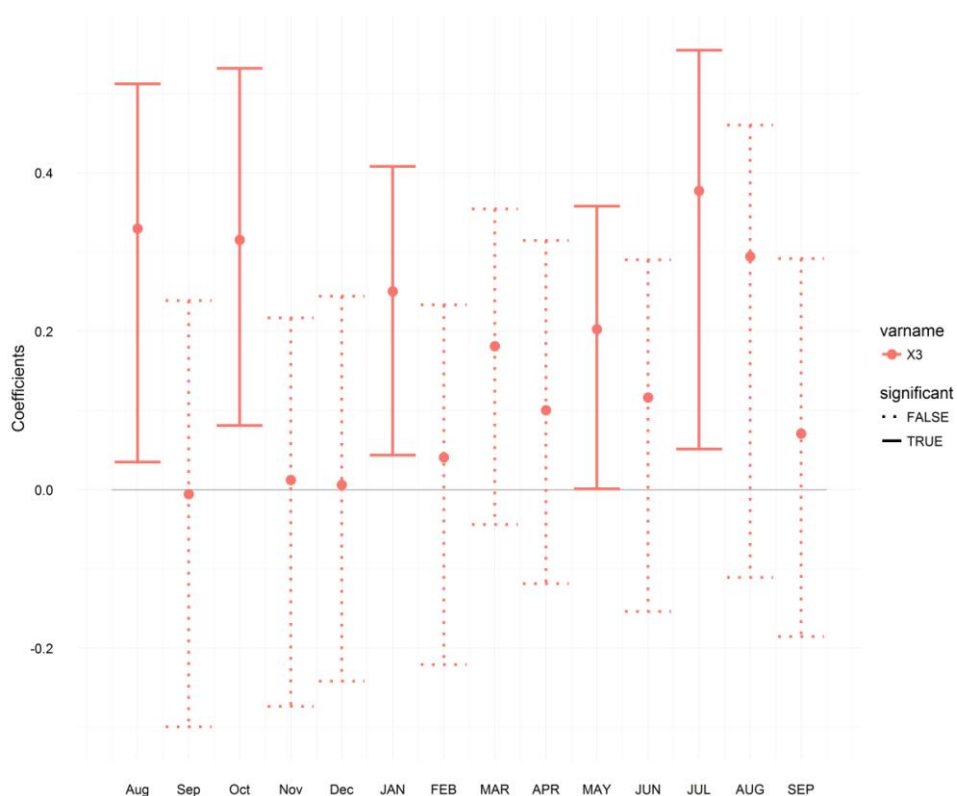
падавина биле су много веће и кретале су се у опсегу од 12% до 29%. Знатно израженије вредности варијације падавина у вегетационом периоду су биле на доњој него на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума.

## 5.5. КОРЕЛАЦИЈЕ ИЗМЕЂУ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА И ШИРИНЕ ГОДОВА

У овом поглављу приказане су статичне и покретне корелације између температуре ваздуха и ширине годова стабала букве из илирске и мезијске провинције. Статичне корелације приказују дугорочни одговор прираста стабала, док покретне корелације настоје да прикажу динамику промене тог одговора у краћим временским интервалима (10, 15, 20, 25 или 30 година). Наведене корелације имају практични значај на начин да се прираст појединачних стабала гледајући из шире перспективе пресликава на прираст читаве састојине, што даље готово у потпуности диктира начин газдовања шумама.

### 5.5.1. ЛОПАРЕ

На сл. 96 приказана је статична корелација између ширине годова и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Лопаре. Са слике се види да високе температуре у августу и октобру у претходној години, позитивно утичу на ширину годова, као и високе температуре у јануару, мају и јулу у текућој години.



Слика 96: Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине годова, локалитет Лопаре

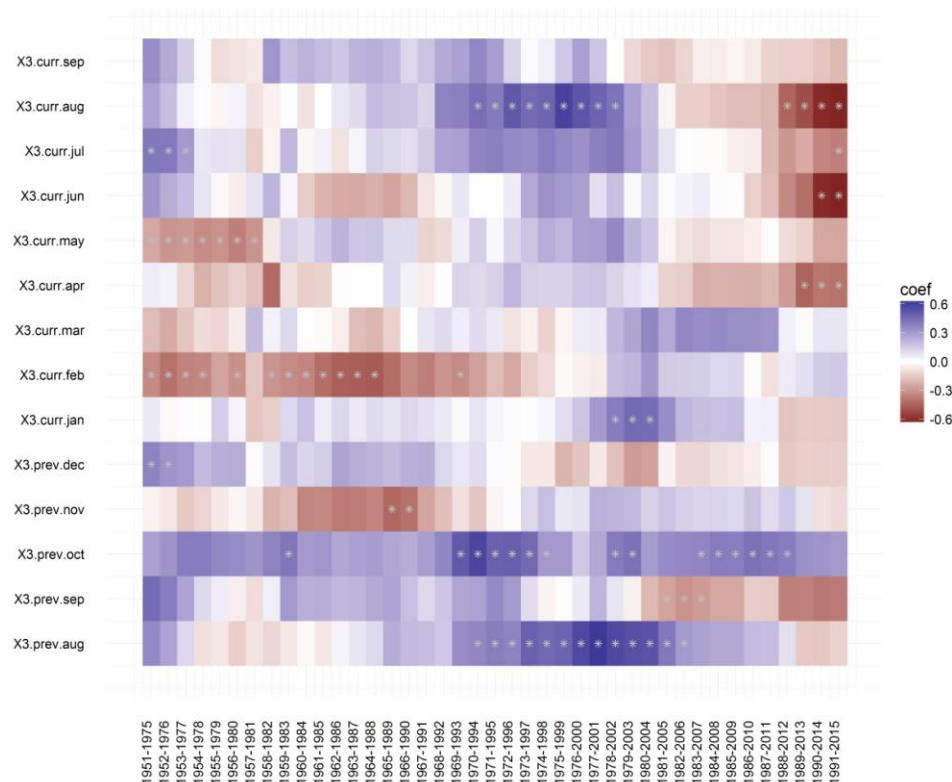


На сл. 97 приказана је покретна корелација (eng. Moving), која има за циљ да прикаже промену температуре у 25-годишњим оквирима. Црвена боја показује негативну корелацију, а плава позитивну корелацију између ширине година и посматраног климатског елемента. Што је боја интензивнија то значи да је корелација јача.

Значајна позитивна корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Лопаре констатована је у месецу јануару у текућој години у периоду (1978-2004), као и у августу (1970-2006) и октобру (1969-2012) у претходној години.

Значајна негативна корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на овом локалитету је констатована у месецу фебруару (1951-1989), априлу (1989-2015), мају (1951-1982) и јуну (1990-2015) у текућој години, као и у септембру (1981-2007) и новембру (1951-1990) у претходној години.

У месецу јулу у текућој години значајна позитивна корелација је била у периоду (1951-1977), а значајна негативна (1991-2015). У месецу августу у текућој години значајна позитивна корелација је била у периоду (1970-2002), а значајна негативна корелација у периоду (1988-2015) године.



**Слика 97:** Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Лопаре

### 5.5.2. ВЛАСЕНИЦА

На сл. 98 видимо да температуре на локалитету Власеница немају значајну ни позитивну ни негативну корелацију са ширином година. Састојина у којој су узимани узорци на овом локалитету представља ценоеколошки оптимум у погледу вертикалног зонирања букве, па ни температура ваздуха ни количина падавина не утичу значајније на ширину година и прираст у овој састојини.

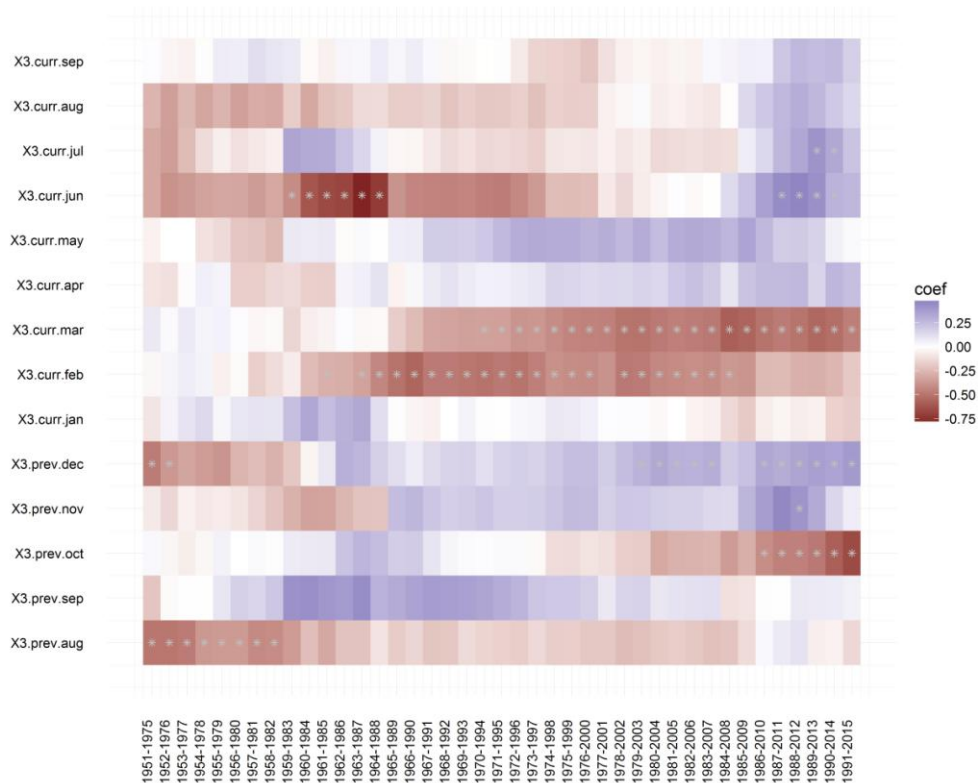


**Слика 98:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Власеница

На сл. 99 која приказује покретну корелацију између ширине година и просечних месечних температура ваздуха на локалитету Власеница може се приметити да постоји значајна позитивна корелација у месецу јулу у текућој години у периоду (1987-2013) у години прираста и у месецу новембру (1980-2015) у претходној години.

Значајна негативна корелација констатована је у месецу фебруару (1964-2009) и месецу марту (1971-2015) у текућој години, као и у месецу августу (1951-1983) и месецу октобру (1986-2015) у претходној години.

У месецу јуну у периоду (1960-1988) у у текућој години уочена је негативна корелација, а затим значајна позитивна корелација у периоду (1957-2013). У месецу децембру у претходној години значајна негативна корелација је констатована у периоду (1951-1976), а затим значајна позитивна корелација у периоду (1979-2015) године.

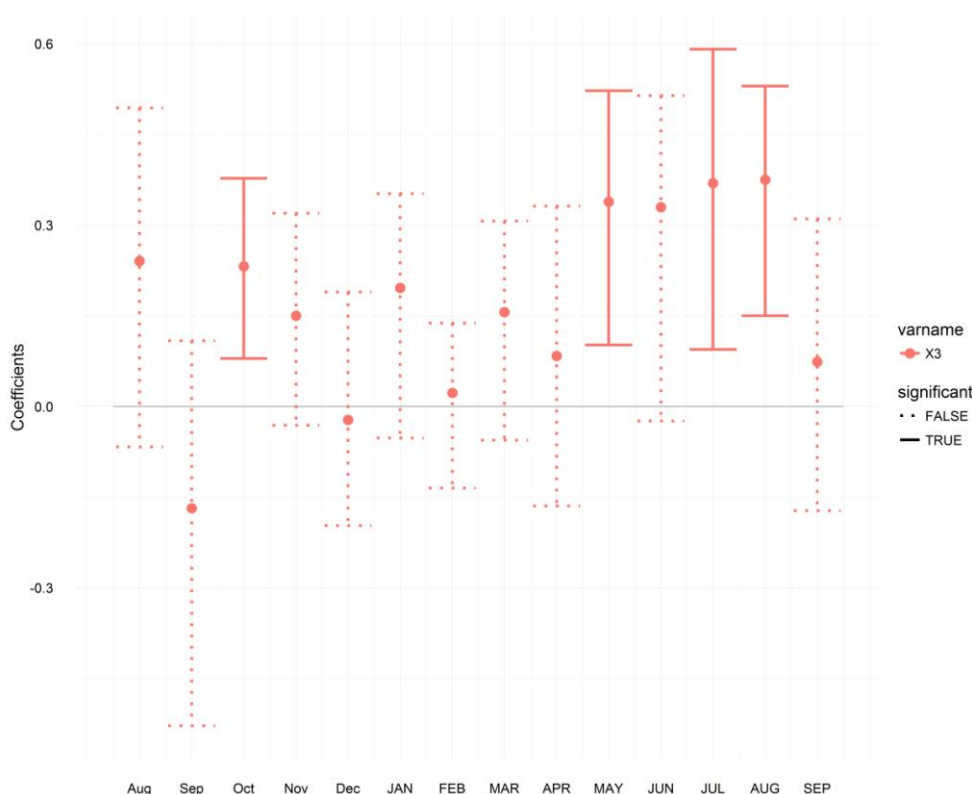


Слика 99: Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Власеница

### 5.5.3. ЈАХОРИНА

На сл. 100 која приказује статичну корелацију између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха видимо да високе температуре у октобру у претходној години позитивно утичу на ширину година на локалитету Јахорина, као и високе температуре у мају, јулу и августу у текућој години.

Локалитет Јахорина се налази на горњој граници вертикалног зонирања букве. Наша је претпоставка да ће повећање вредности температура ваздуха у вегетационом периоду позитивно утицати на раст стабала букве која су узоркована на овом локалитету.



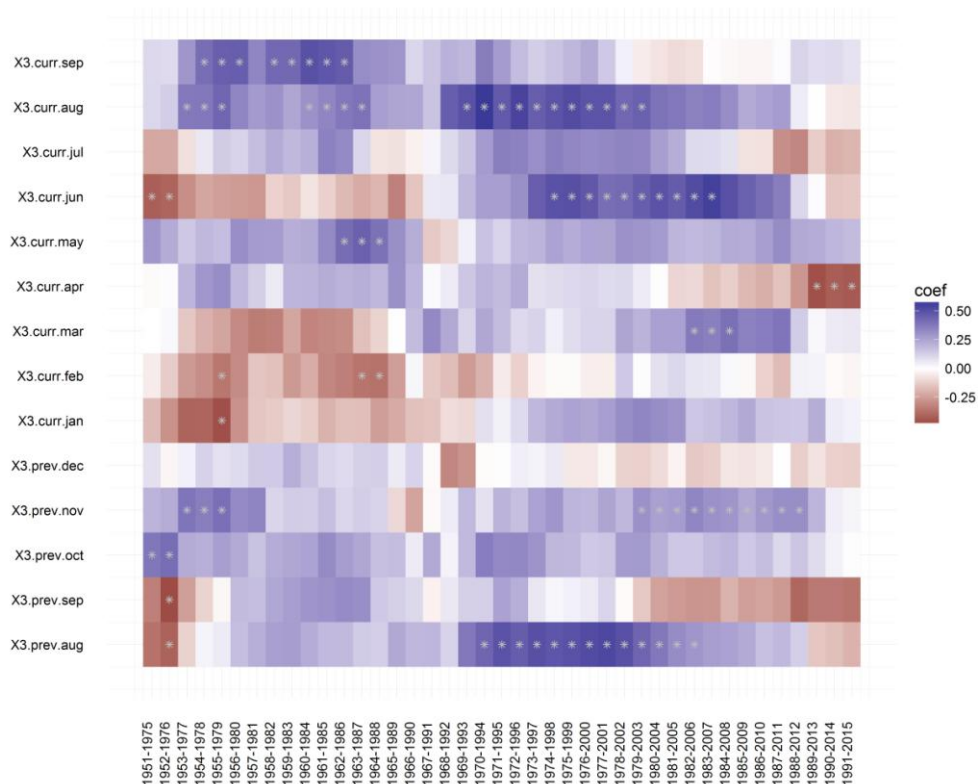
**Слика 100:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Јахорина

На сл. 101 која приказује покретну корелацију између ширине година и просечних месечних температура ваздуха на локалитету Јахорина може се приметити да постоји значајна позитивна корелација у месецу марту, мају, августу и септембру у текућој години, као и у месецу октобру и новембру у претходној години.

Значајна негативна корелација констатована је у месецу јануару (1955-1979), фебруару (1955-1988) и априлу (1989-2015) у текућој години, као и у месецу септембру (1952-1976) у претходној години.

У месецу јуну у текућој години уочена је негативна корелација у периоду (1951-1976) године, затим значајна позитивна корелација у периоду (1974-2007). У месецу

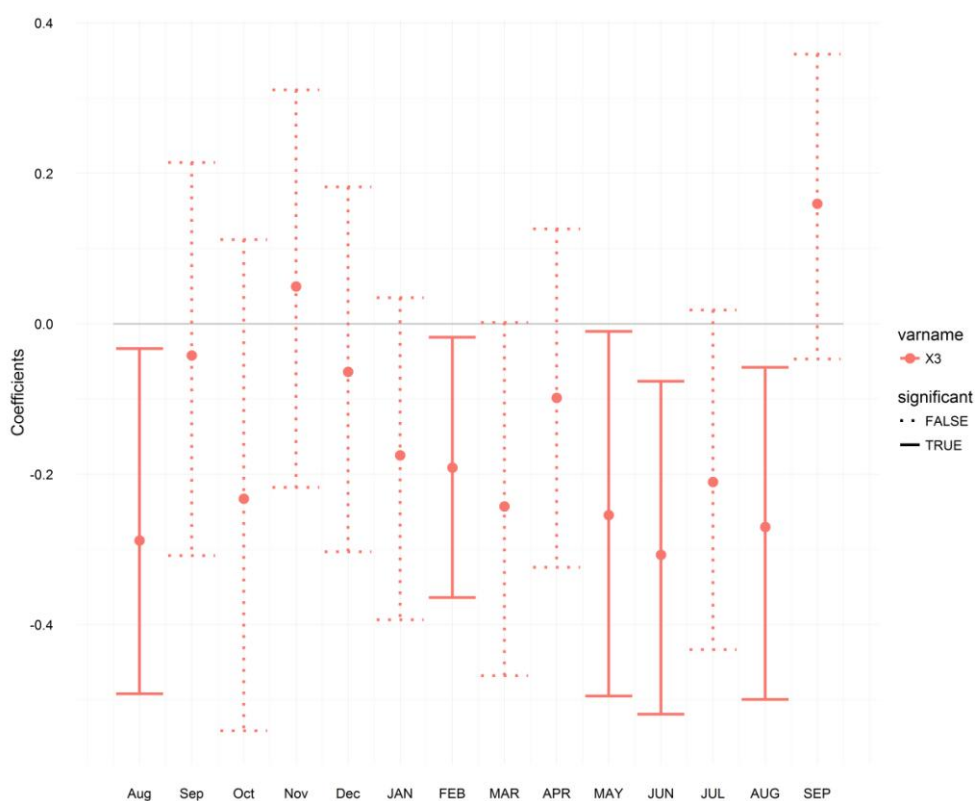
децембру у претходној години, значајна негативна корелација је констатована у периоду (1952-1976), а затим значајна позитивна корелација у периоду (1970-2006).



Слика 101: Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Јахорина

### 5.5.4. СРБАЦ

На сл. 102 која приказује статичну корелацију између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха видимо да високе температуре у августу у претходној години негативно утичу на ширину година на локалитету Србац, као и високе температуре у фебруару, мају, јуну и августу у текућој години. Негативан утицај високих температура у два везана месеца у току вегетационог периода нам указује на могућност угрожености од суша на локалитету који се налази на доњој граници вертикалног зонарања букве.

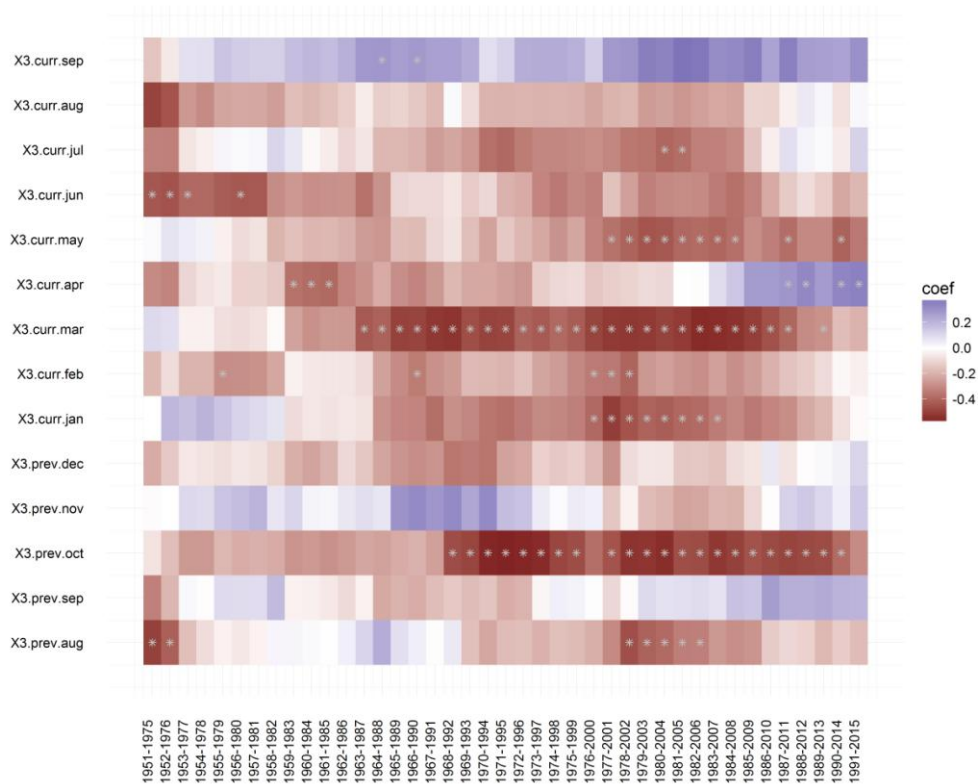


**Слика 102:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Србац

Анализирајући покретну корелацију на сл. 103, можемо видети да састојина која се налази на локалитету Србац показује значајне негативне корелације са повећањем температуре, што показује доминација квадратића црвене боје у којим се налази звездаца.

Значајне негативне корелације између просечне месечне температуре ваздуха и ширине година констатоване су у јануару (1976-2007), фебруару (1975-2002), марту (1963-2013), мају (1977-2014), јуну (1951-1990) и јулу (1980-2005) у текућој години, као и у августу (1951-2006) и октобру (1968-2014) у претходној години.

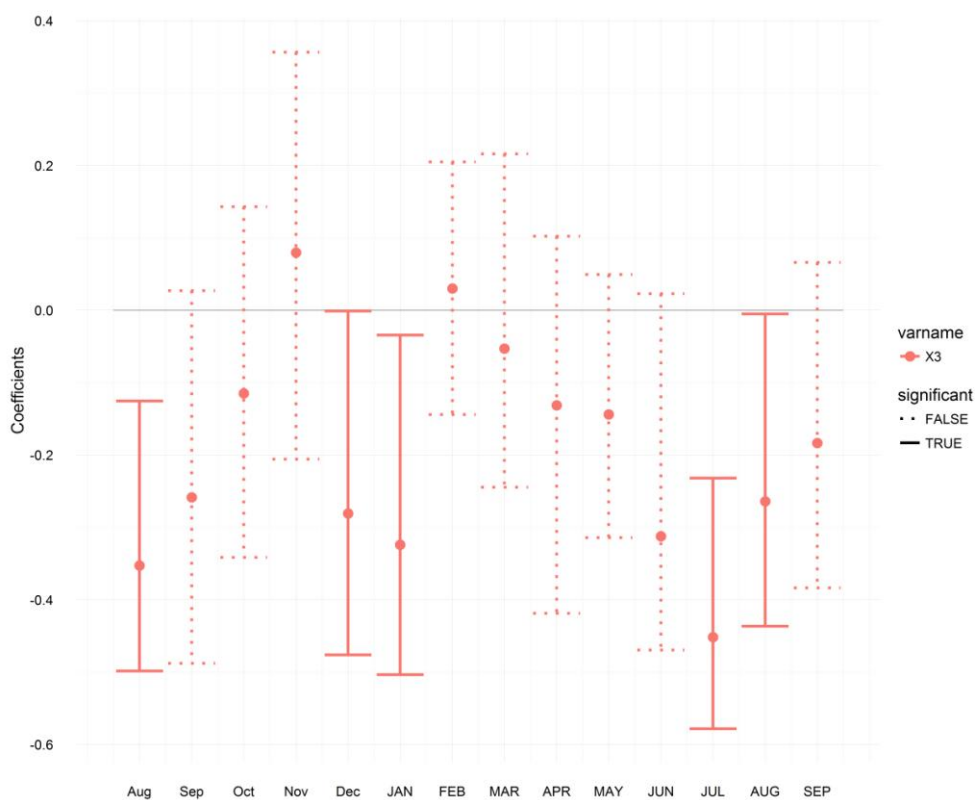
У месецу априлу у текућој години, у периоду (1959-1985) године констатована је значајна негативна корелација, а у периоду (1987-2015) године значајна позитивна корелација.



**Слика 103:** Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Србац

### 5.5.5. МРКОЊИЋ ГРАД

На сл. 104 која приказује статичну корелацију између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха видимо да високе температуре у августу, децембру и јануару претходној години негативно утичу на ширину година на посматраном локалитету, као и високе температуре у јануару, јулу и августу у текућој години.



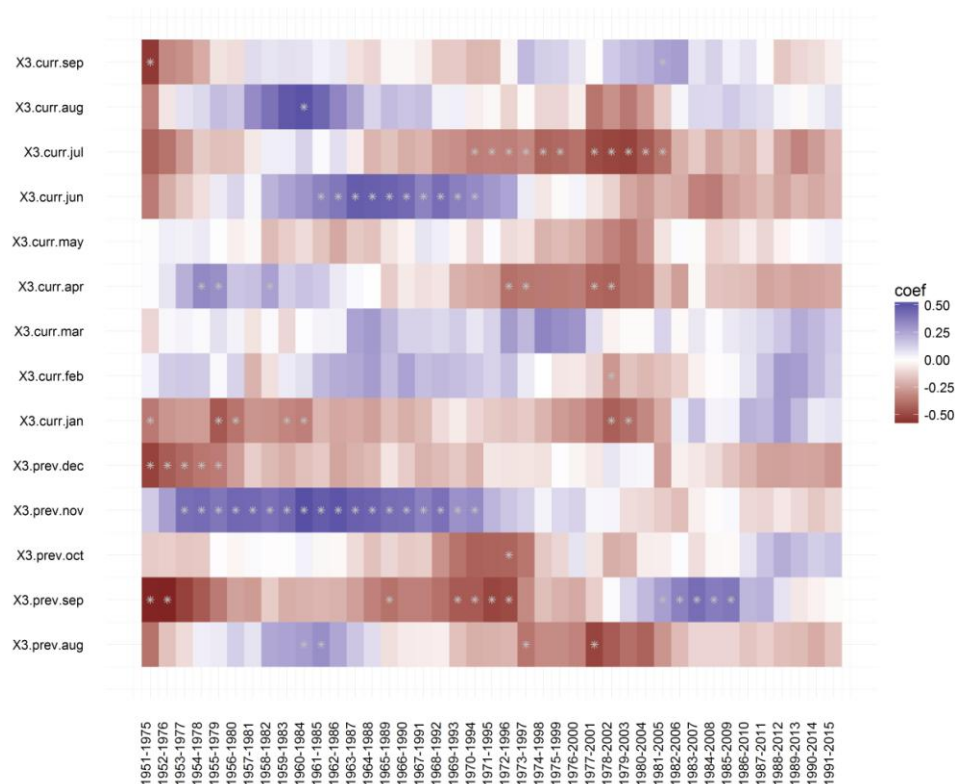
**Слика 104:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Мркоњић Град

На сл. 105 која приказује покретну корелацију између ширине година и просечних месечних температура ваздуха на локалитету Мркоњић Град може се приметити да постоји значајна позитивна корелација у месецу јуну и августу у текућој години, као и у месецу новембру у претходној години.

Значајна негативна корелација констатована је у јануару (1951-2003), фебруару (1978-2002) и јулу (1970-2005) у текућој години, као и у месецу октобру (1972-1996) и децембру (1951-1979) у претходној години. У априлу у текућој години забележена је значајна позитивна корелација у периоду (1954-1982) године, а затим у периоду (1972-2002) године значајна негативна корелација. У септембру у текућој години негативна корелација је забележена у периоду (1951- 1975), а позитивна (1981-2005) године. У августу у претходној години констатована је значајна позитивна корелација (1960-1985), а значајна негативна у периоду (1973-2001) године. У септембру у претходној



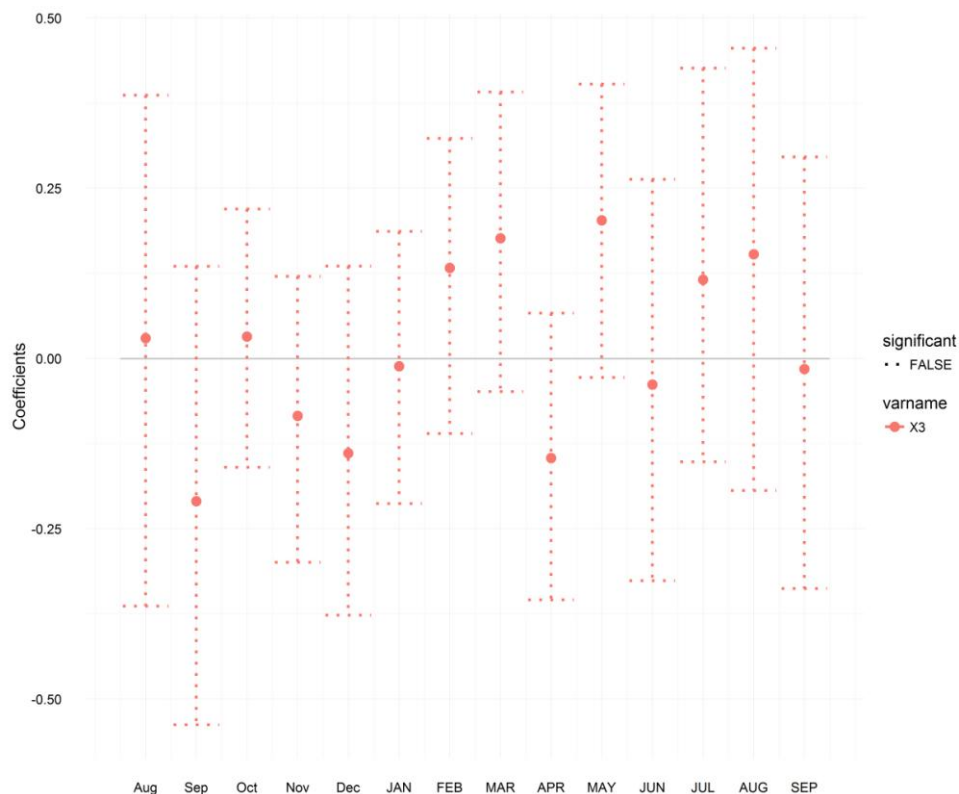
години значајна негативна корелација је забележена у периоду (1951-1996) године, а у периоду (1981-2009) године забележена је значајна позитивна корелација.



Слика 105: Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Мркоњић Град

### 5.5.6. ИСТОЧНИ ДРВАР

На сл. 106 која приказује статичну корелацију између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Источни Дрвар види се да не постоје значајне ни позитивне ни негативне корелације на испитиваном локалитету.

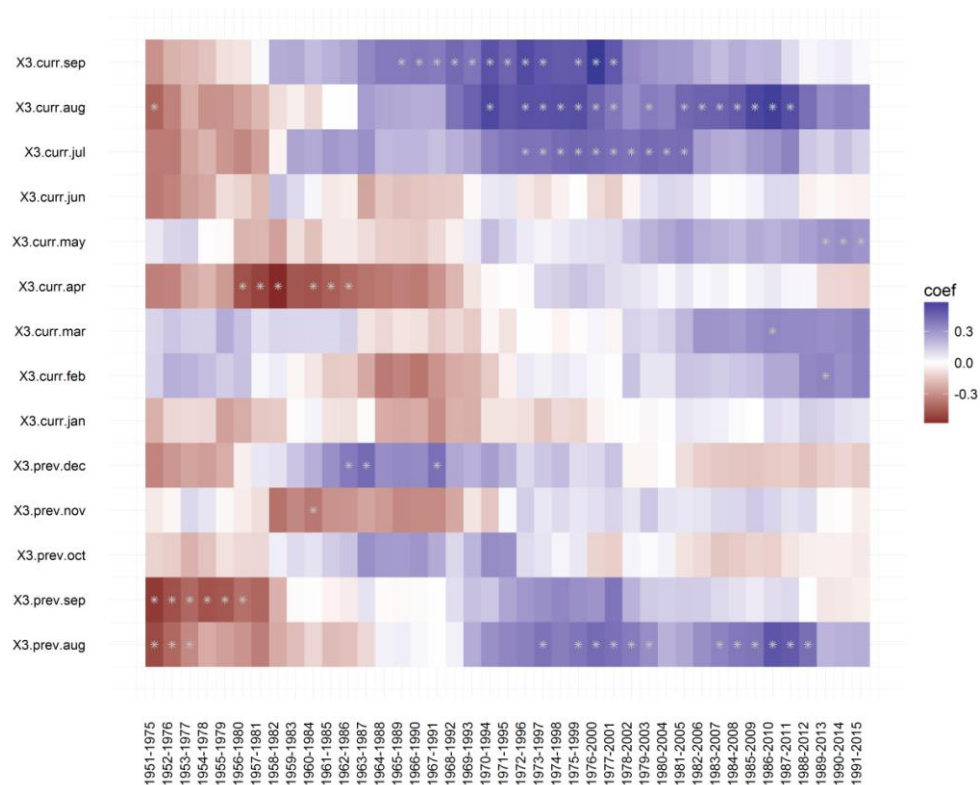


**Слика 106:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Источни Дрвар

На сл. 107 је приказана покретна корелација између ширине година и просечних месечних температура ваздуха на локалитету Источни Дрвар. Са слике се може видети да постоји значајна негативна корелација у месецу априлу у текућој години, као и у месецу септембру и новембру у претходној години.

Значајне позитивне корелације констатоване су у фебруару (1989-2013), марту (1996-2010), мају (1989-2015), јулу (1972-1996) и септембру (1965-2001) у текућој години, као и у месецу децембру (1962-1991) у претходној години.

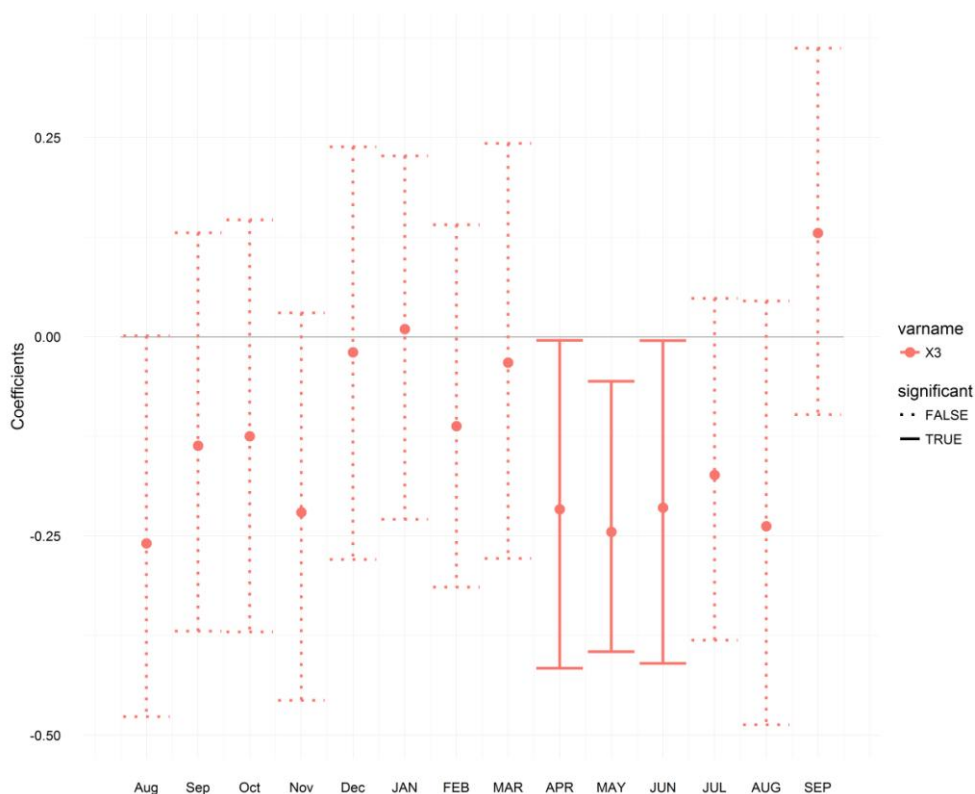
У августу у текућој години констатована је негативна значајна корелација у периоду (1951-1975) године, а затим значајна позитивна корелација (1971-2010). У августу у претходној години забележена је значајна негативна корелација у периоду (1951-1977) године, а затим значајна позитивна корелација у периоду (1973-2012) године.



Слика 107: Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Источни Дрвар

### 5.5.7. ФРУШКА ГОРА

На сл. 108 приказана је статична корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Фрушка Гора. Са слике се види да високе температуре у априлу, мају и јуну текуће године, на локалитету Фрушка Гора, утичу негативно на ширину година.



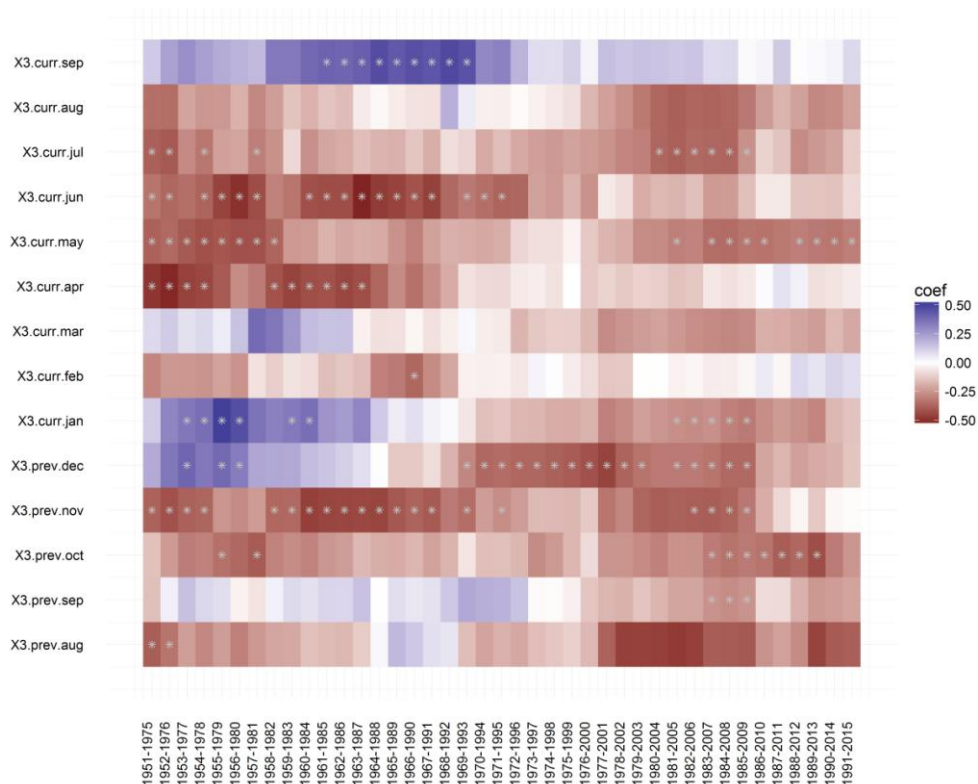
**Слика 108:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Фрушка Гора

На сл. 109 је приказана покретна корелација између ширине година и просечних месечних температура ваздуха за локалитет Фрушка Гора. Са слике можемо видети да у скоро свим месецима преовлађују црвена поља са белим звездицама, што нам говори да су корелације између просечних месечних температура ваздуха и ширине година значајно негативне.

У текућој години значајне негативне корелације констатоване су у фебруару (1966-1990), априлу (1951-1988), мају (1951-2015), јуну (1951-1995) и јулу (1951-2009). У претходној години значајне негативне корелације констатоване су у августу (1951-1976), септембру (1983-2009), октобру (1979-2013) и новембру (1951-2009). Значајна позитивна корелација забележена је у септембру (1961-1993) у текућој години.

У јануару текуће године значајно позитивна корелација је била (1953-1984) године, а у периоду (1982-2009) корелација је била значајно негативна. У децембру

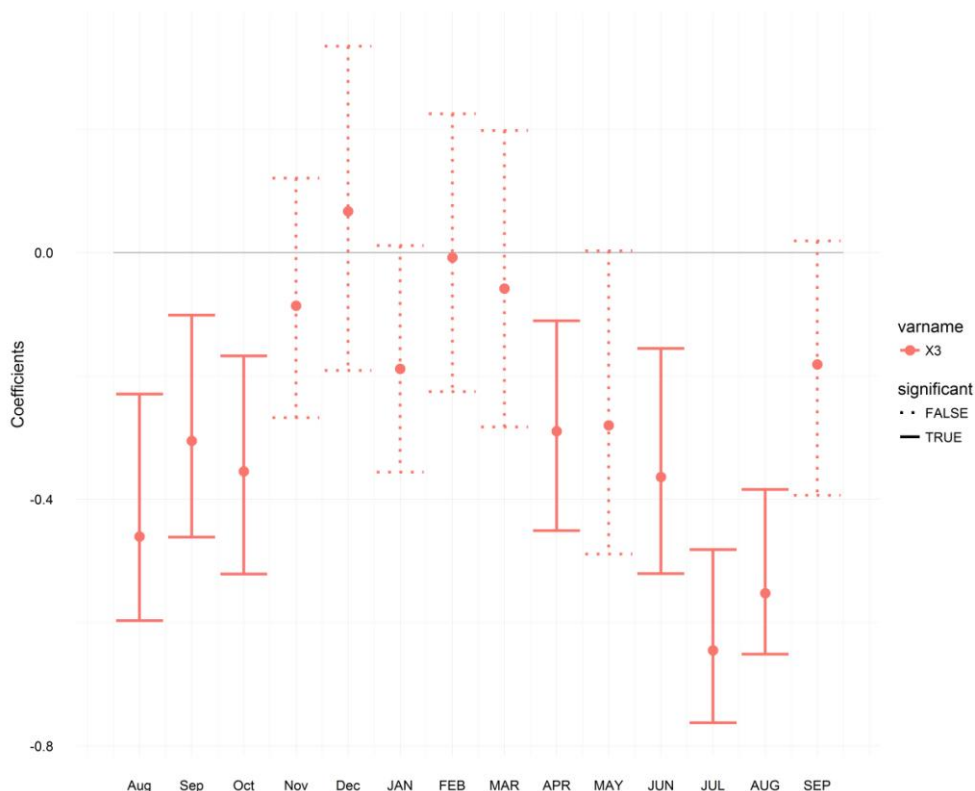
претходне године у периоду (1953- 1981) корелација је била значајно позитивна, а у периоду (1969-2009) постала је значајно негативна.



Слика 109: Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Фрушка Гора

### 5.5.8. КОСМАЈ

На сл. 110 приказана је статична корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Космај. Са слике се види да високе температуре у августу, септембру и октобру у претходној години негативно утичу на ширину година на локалитету Космај, као и високе температуре у априлу, јуну, јулу и августу текуће године.



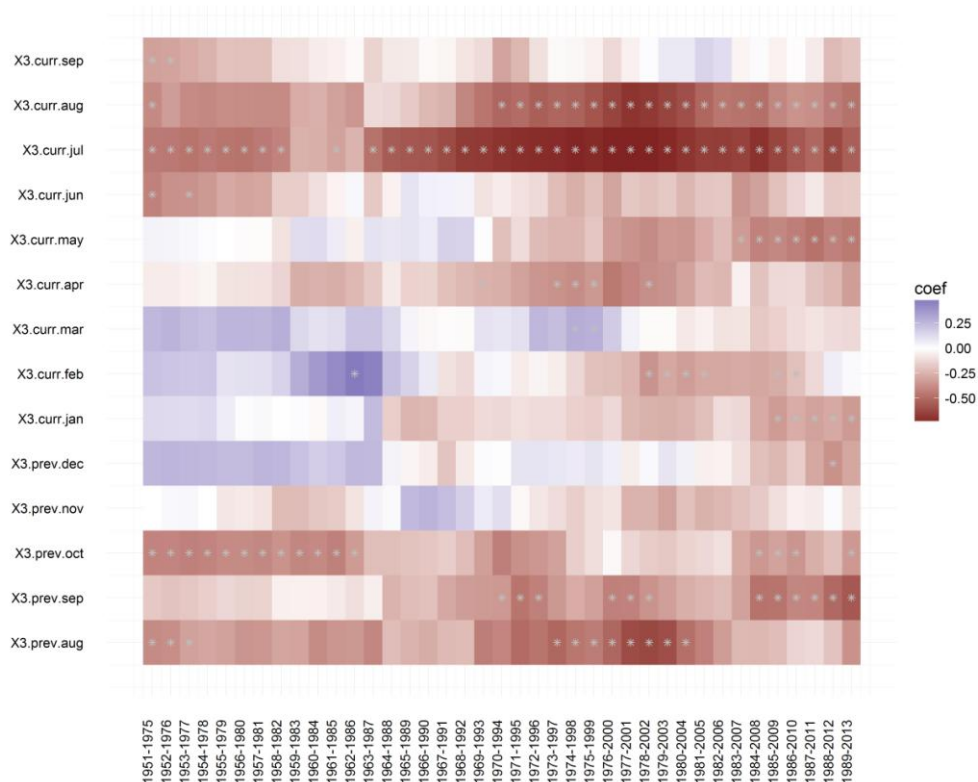
**Слика 110:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Космај

На сл. 111 је приказана покретна корелација између ширине година и просечних месечних температура ваздуха за локалитет Космај. Са слике можемо видети да у скоро свим месецима преовлађују црвена поља са белим звездицама, што нам говори да су корелације између просечних месечних температура ваздуха и ширине година значајно негативне.

Значајне негативне корелације забележене су у месецу јануару (1985-2013), априлу (1973-2002), мају (1983-2013), јуну (1951-1977), јулу (1951-2013), августу (1951-2013) и септембру (1951-1976) текуће године, као и у августу (1951-2004), септембру (1970-2013), октобру (1951-2013) и децембру (1988-2012) претходне године.

Значајна позитивна корелација била је једино у месецу марту текуће године у периоду (1974-1999). У фебруару текуће године значајна позитивна корелација

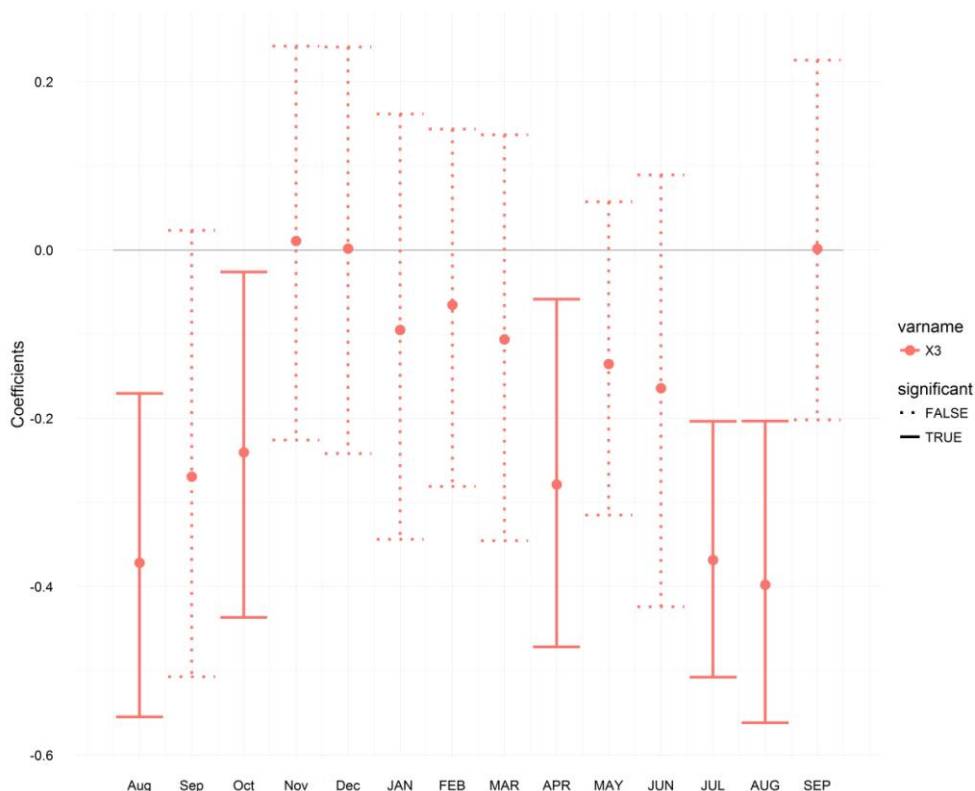
забележена је у периоду (1962-1986) године, потом значајна негативна у периоду (1974-2002) године.



Слика 111: Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Космај

### 5.5.9. ВРШАЧКИ БРЕГ

На сл. 112 приказана је статична корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Вршачки Брег. Са слике се види да су високе температуре у августу и октобру претходне године негативно утицале на ширину година на локалитету Вршачки Брег, као и високе температуре у априлу, јулу и августу текуће године.



**Слика 112:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Вршачки Брег

На сл. 113 је приказана покретна корелација између ширине година и просечних месечних температура ваздуха за локалитет Вршачки Брег. Са слике се може видети да постоји значајна позитивна корелација у месецу јануару (1954-1987) текуће године.

Значајна негативна корелација констатована је у марту (1989-2013), априлу (1951-1988), јулу (1951-2004) и августу (1969-2013) текуће године, као и у августу (1951-1987), септембру (1976-2013) и октобру (1951-1985) претходне године.

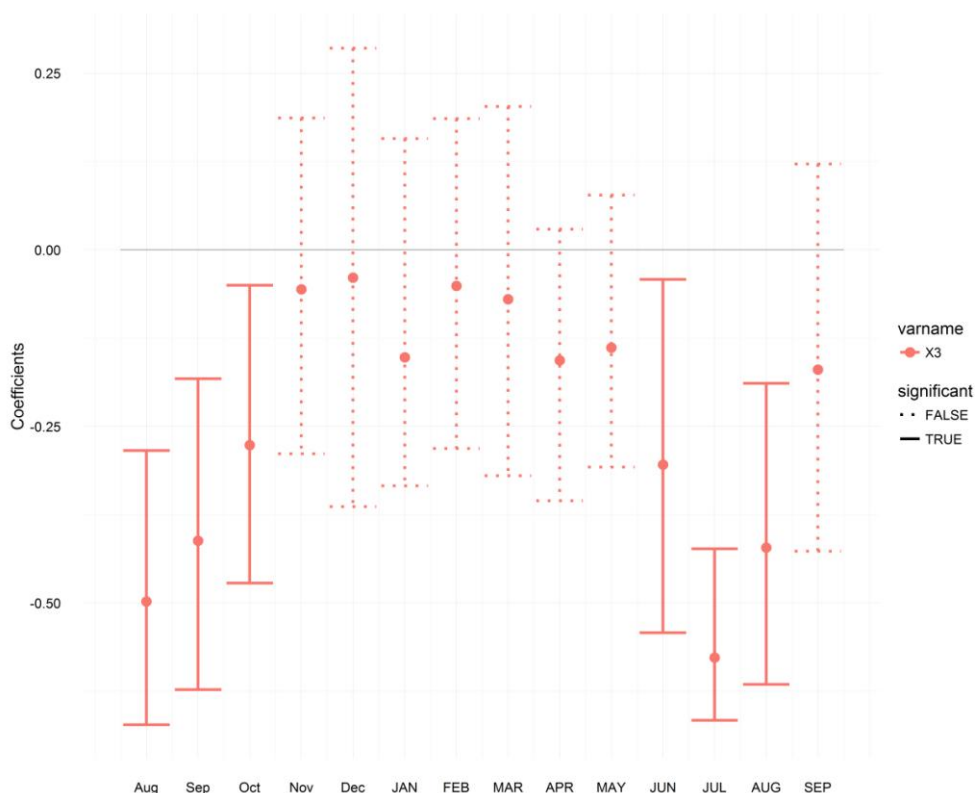
У јуну текуће године констатована је значајна негативна корелација у периоду (1951-1987) године. Након тога (1979-2003) године констатована је значајна позитивна корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Вршачки Брег.





### 5.5.10. ИСТОЧНА БОРАЊА

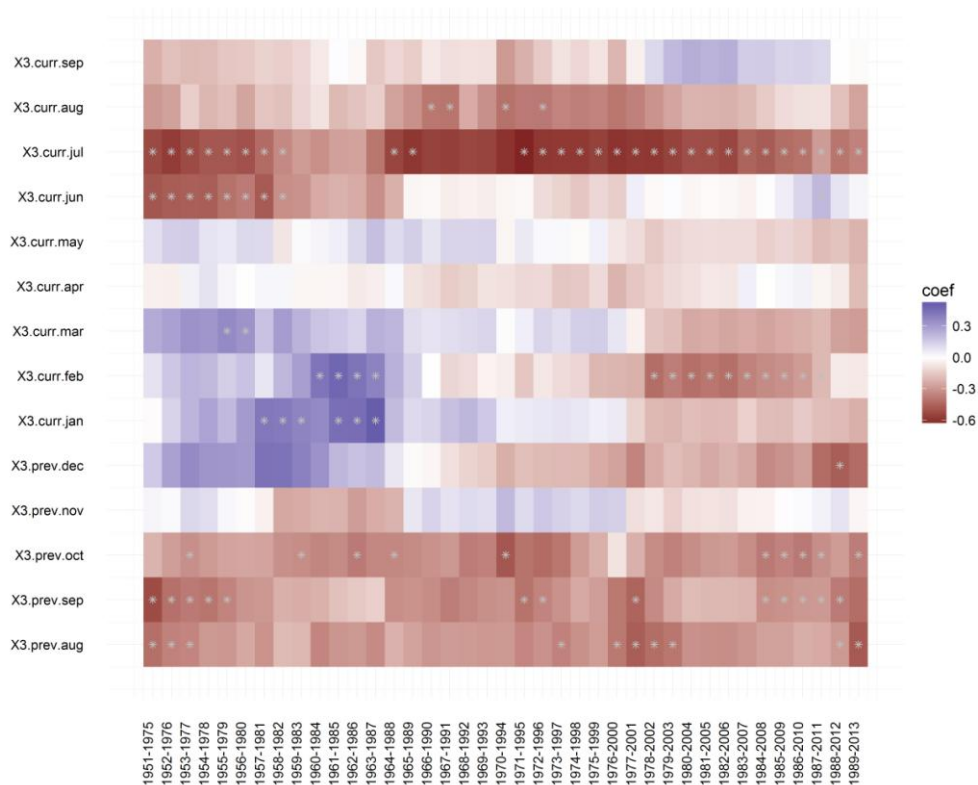
На сл. 114 приказана је статична корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Источна Борања. Са слике се види да високе температуре у августу, септембру и октобру претходне године негативно утичу на ширину година на посматраном локалитету, као и високе температуре у јуну, јулу и августу текуће године.



**Слика 114:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Источна Борања

На сл. 115 приказана је покретна корелација између просечне месечне температуре ваздуха и ширине година за локалитет Источна Борања. Са слике се може видети да постоји значајна негативна корелација у јуну (1951-1982), јулу (1951-2013) и августу (1966-1996) текуће године, као и у августу (1951-2013), септембру (1951-2012), октобру (1953-2013) и децембру (1988-2012) претходне године.

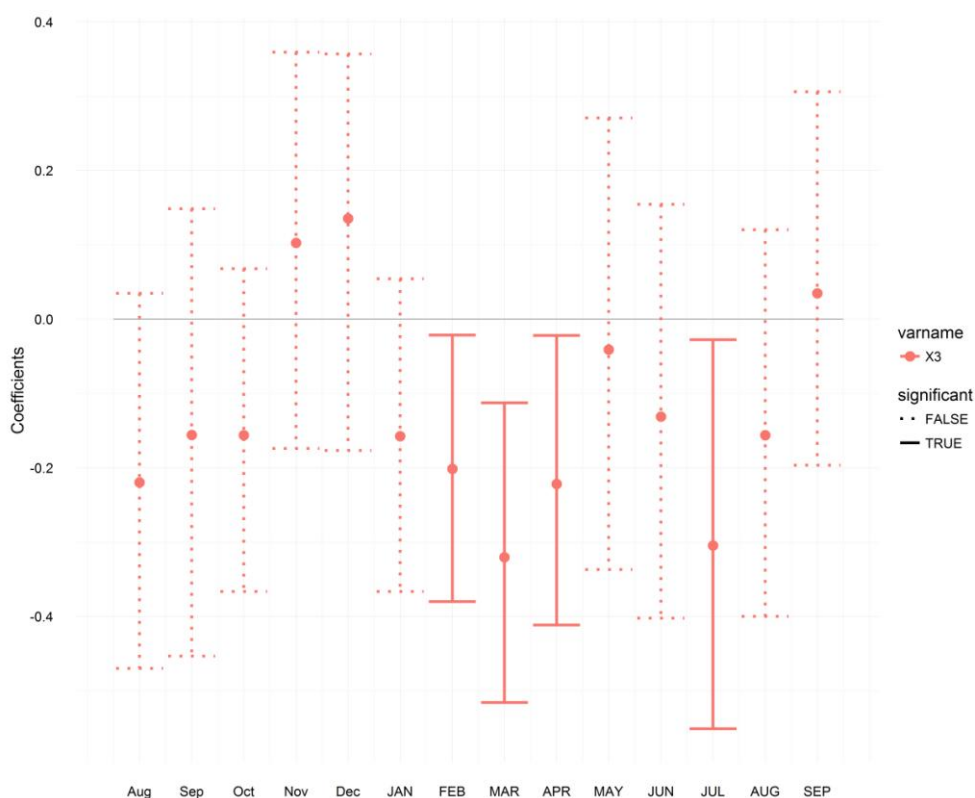
Значајна позитивна корелација установљена је у јануару (1957-1987) и марту (1955-1980) текуће године. У месецу фебруару текуће године у периоду (1950 -1988) године корелација је била значајно позитивна, а у периоду (1978-2011) постала је значајно негативна.



**Слика 115:** Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Источна Борања

### 5.5.11. ЖЕЉИН

На сл. 116 приказана је статична корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Жељин. Са слике видимо да високе температуре у фебруару, марту, априлу и јулу текуће године негативно утичу на ширину година на овом локалитету.



**Слика 116:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Жељин

На сл. 117 приказана је покретна корелација између просечне месечне температуре ваздуха и ширине година на локалитету Жељин.

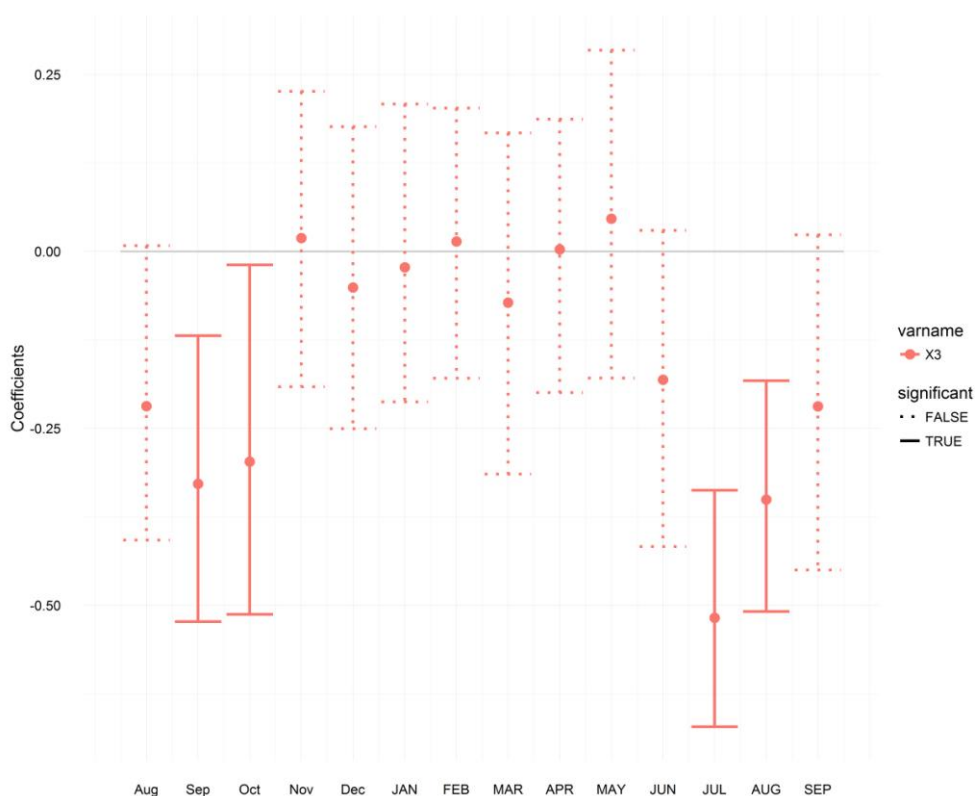
Са слике можемо видети да се значајне негативне корелације јављају у фебруару (1979-2011), марту (1978-2013), априлу (1989-2013), јуну (1951-1975) и јулу (1982-2007) текуће године, као и у септембру (1984-2013) и октобру (1989-2013) претходне године.

Значајне позитивне корелације уочене су у мају (1967-2003) и септембру (1960-1990) текуће године, као и у новембру (1986-2012) и децембру (1954-1978) претходне године.



### 5.5.12. КУКАВИЦА

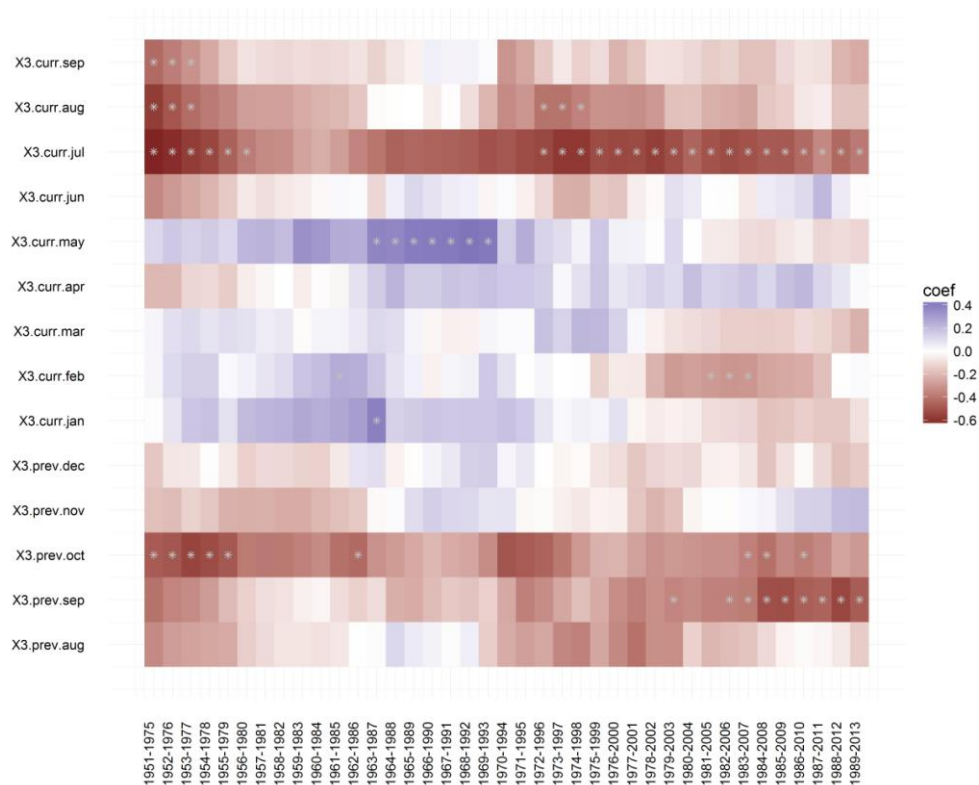
На сл. 118 приказана је статична корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Кукавица. Са слике се може приметити да високе температуре у септембру и октобру претходне године негативно утичу на ширину година, као и високе температуре у јулу и августу текуће године.



**Слика 118:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Кукавица

На сл. 119 приказана је покретна корелација између просечне месечне температуре ваздуха и ширине година на локалитету Кукавица.

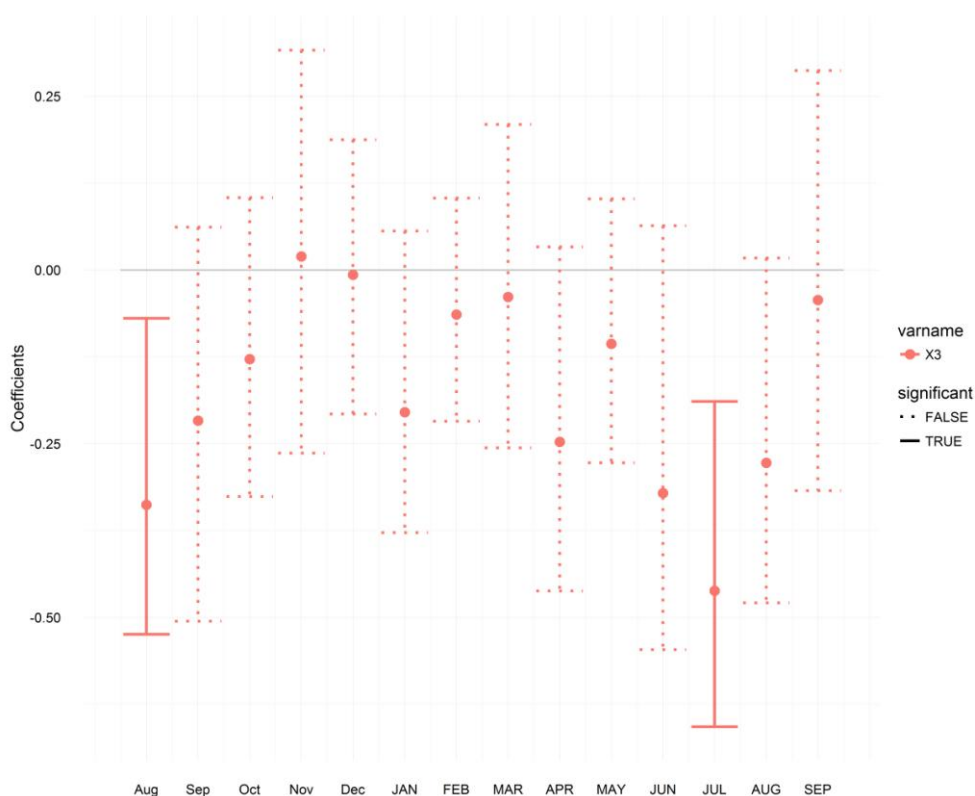
Са слике можемо видети да се значајне негативне корелације јављају у фебруару (1980-2006), јулу (1951-2013), августу (1951-1999) и септембру (1951-1977) текуће године, као и у септембру (1980-2013) и октобру (1951-2010) претходне године. Значајне позитивне корелације уочене су у јануару (1963-1987) и мају (1963-1993) текуће године.



**Слика 119:** Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Кушавица

### 5.5.13. ГОЛИЈА

На сл. 120 приказана је статична корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха на локалитету Голија. Са слике се види да високе температуре у августу претходне године негативно утичу на ширину година, као и високе температуре у јулу текуће године.



**Слика 120:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Голија

На сл. 121 приказана је покретна корелација између просечне месечне температуре ваздуха и ширине година на локалитету Голија.

Са слике се може видети да су значајне позитивне корелације забележене у месецу марту (1974-1999) и месецу августу (1960-1984) текуће године, као и у месецу новембру претходне године у периоду (1953-1979).

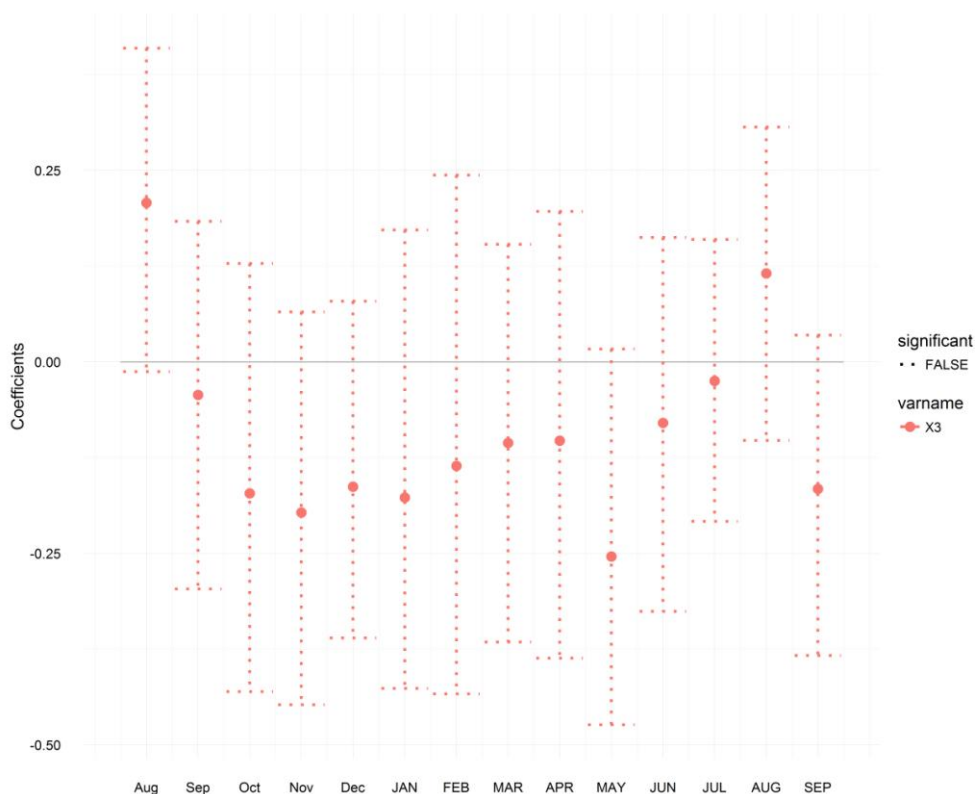
Значајне негативне корелације су констатоване у месецу априлу (1988-2013) и јуну (1951-1975) текуће године, као и у месецу августу (1951-1975) и септембру (1951-1977) претходне године. Значајне корелације су местимичне и не показују чврсте дугорочне обрасце.





### 5.5.14. ВЛАСИНА

На сл. 122 приказана је статична корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха за локалитет Власина. Са слике се може приметити да на посматраном локалитету не постоји значајнија веза између температура ваздуха и ширине година.

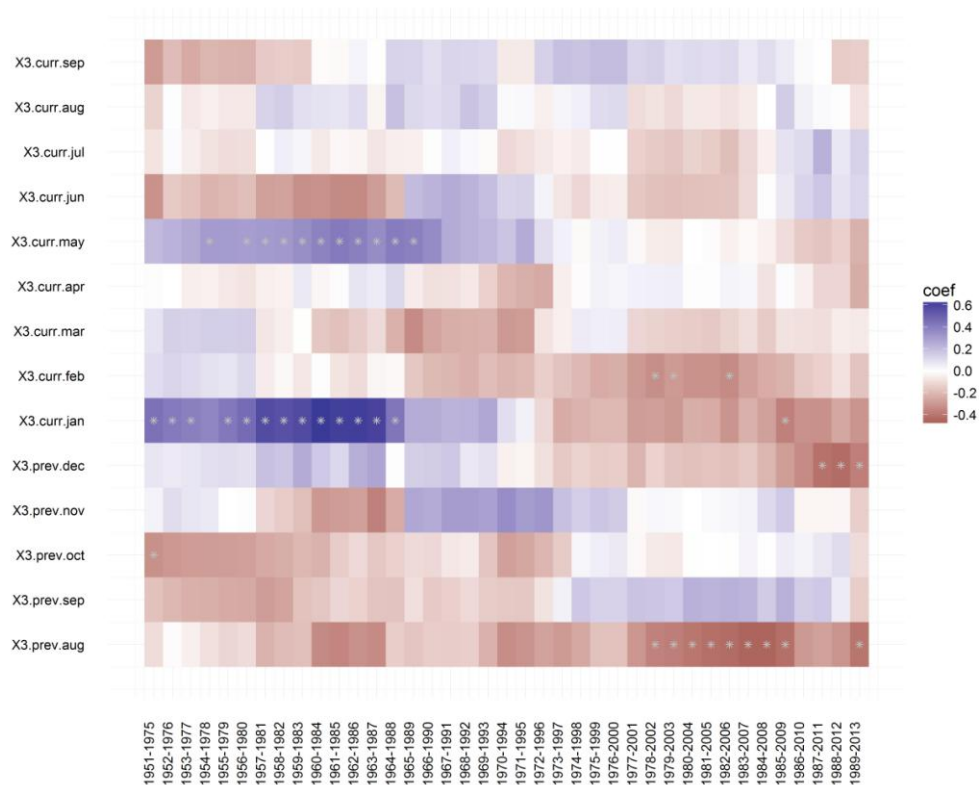


**Слика 122:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Власина

На сл. 123 приказана је покретна корелација између просечне месечне температуре ваздуха и ширине година на локалитету Власина.

Са слике се може видети да постоји значајна негативна корелација између температуре ваздуха и ширине година у фебруару текуће године у периоду (1978-2006) године, као и у августу претходне године у периоду (1978-2013) године и децембру претходне године (1987-2013).

Значајна позитивна корелације постоји у месецу мају текуће године у периоду (1955-1988) године. У јануару текуће године (1951-1988) постојала је значајна позитивна корелација између температуре ваздуха и ширине година, а у периоду (1986-2009) корелација постаје значајно негативна.

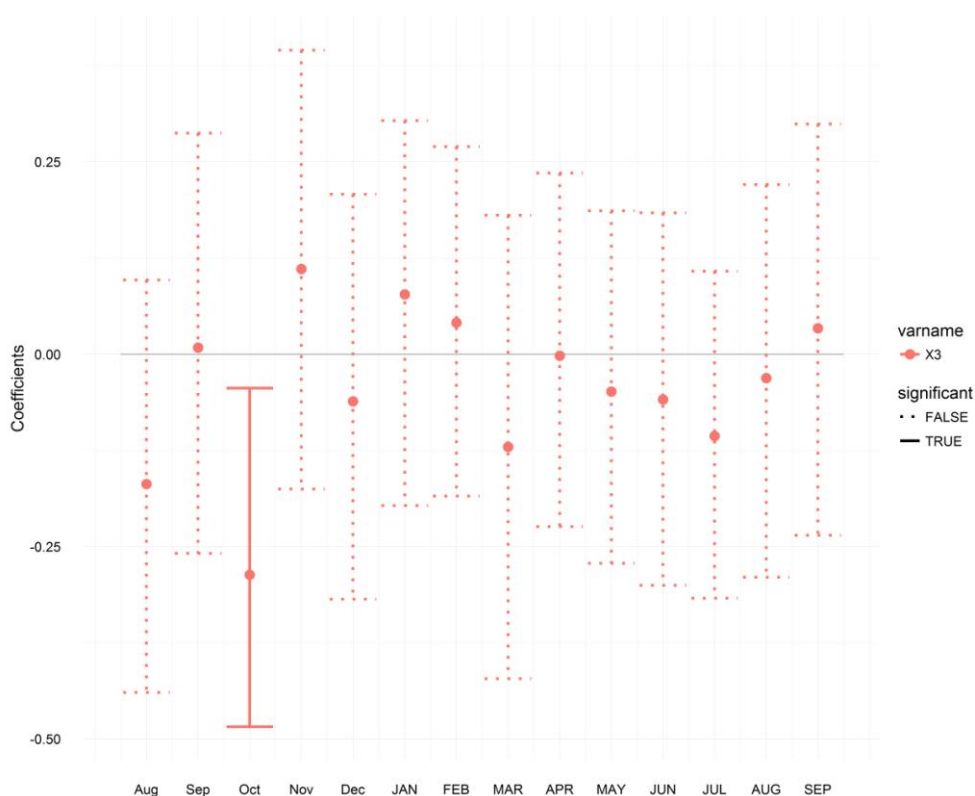


**Слика 123:** Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Власина

### 5.5.15. СТАРА ПЛАНИНА (БАБИН ЗУБ)

На сл. 124 приказана је статична корелација између ширине година и просечне месечне температуре ваздуха за локалитет Стара Планина (Бабин Зуб).

Са слике се може приметити да постоји значајнија негативна корелација између температура ваздуха и ширине година у октобру претходне године.

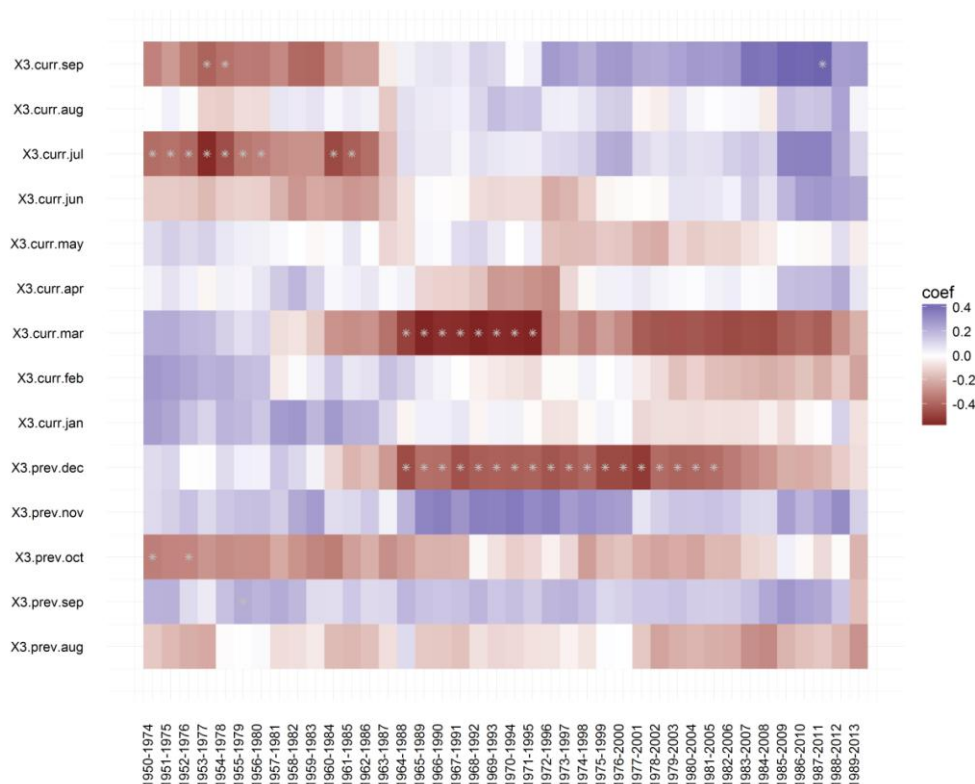


**Слика 124:** Статична корелација (eng. Static) између температуре и ширине година, локалитет Стара Планина (Бабин Зуб)

На сл. 125 приказана је покретна корелација између просечне месечне температуре ваздуха и ширине година на локалитету Стара Планина (Бабин Зуб).

Са слике се може се видети да постоје негативне значајне корелације у месецу марту (1964-1995) и јулу (1950-1986) текуће године, као и у октобру (1950-1976) и децембру (1964-2005) претходне године.

Значајна позитивна корелација је констатована у месецу септембру (1955-1979) претходне године. У септембру текуће године у периоду (1953-1978) године констатована је значајна негативна корелација између температуре ваздуха и ширине година, а у периоду (1987-2011) године корелација је постала значајно позитивна.



**Слика 125:** Покретна корелација (eng. Moving) између температуре и ширине година, локалитет Стара Планина (Бабин Зуб)

### 5.5.16. КОРЕЛАЦИЈЕ ИЗМЕЂУ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА И ШИРИНЕ ГОДОВА НА СВИМ АНАЛИЗИРАНИМ ЛОКАЛИТЕТИМА

У таб. 39 приказане су статичне корелације за све анализиране локалитете у илирској (доњи део табеле) и мезијској провинцији (горњи део табеле). Малим словима су означени месеци претходне године а великим месеци текуће године. Пласти квадратички са знаком + представљају месеце у којим је забележена позитивна статистички значајна корелација између температуре ваздуха и ширине година, а црвени квадратички са знаком – показују негативне статистички значајне корелације између температуре ваздуха и ширине година.

**Табела 39:** Табеларни приказ статичних корелација између температуре ваздуха и ширине година букве свих анализираних локалитета у мезијској и илирској провинцији

|                   | авг | сеп | окт | нов | дец | ЈАН | ФЕБ | МАР | АПР | МАЈ | ЈУН | ЈУЛ | АВГ | СЕП |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Лопаре            | +   |     | +   |     |     | +   |     |     |     | +   |     | +   |     |     |
| Власеница         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Јахорина          |     |     | +   |     |     |     |     |     |     | +   |     | +   | +   |     |
| Србац             | -   |     |     |     |     |     | -   |     |     | -   | -   |     | -   |     |
| Мркоњић<br>Град   | -   |     |     |     | -   | -   |     |     |     |     |     | -   | -   |     |
| Источни<br>Дрвар  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Источна<br>Борања | -   | -   | -   |     |     |     |     |     |     |     | -   | -   | -   |     |
| Голија            | -   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | -   |     |     |
| Фрушка<br>Гора    |     |     |     |     |     |     |     |     | -   | -   | -   |     |     |     |
| Космај            | -   | -   | -   |     |     |     |     |     | -   | -   | -   | -   |     |     |
| Вршачки<br>Брег   | -   |     | -   |     |     |     |     |     | -   |     |     | -   | -   |     |
| Жељин             |     |     |     |     |     |     | -   | -   | -   |     |     | -   |     |     |
| Кукавица          |     | -   | -   |     |     |     |     |     |     |     |     | -   | -   |     |
| Власина           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Бабин зуб         |     |     | -   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Визуелним поређењем истраживаних локалитета из мезијске провинције може се констатовати да на већини локалитета постоје значајне негативне корелације између температуре ваздуха и ширине година у појединим месецима. Изузетак је локалитет Власина код кога не постоји значајна ни позитивна ни негативна корелација. На локалитету Бабин Зуб постоји значајна негативна корелација у само једном месецу (октобар претходне године) са малим интервалом поверења, па се може сматрати да ни на овом локалитету нема значајне корелације између ширине година и температуре ваздуха.

На свим осталим локалитетима у овој провинцији у којим су забележене значајне негативне корелације између температуре ваздуха и ширине година може се

уочити да су на ширину година негативно утицале повишене температуре ваздуха у пролећним и летњим месецима текуће године, као и повишене јесење температуре ваздуха претходне године.

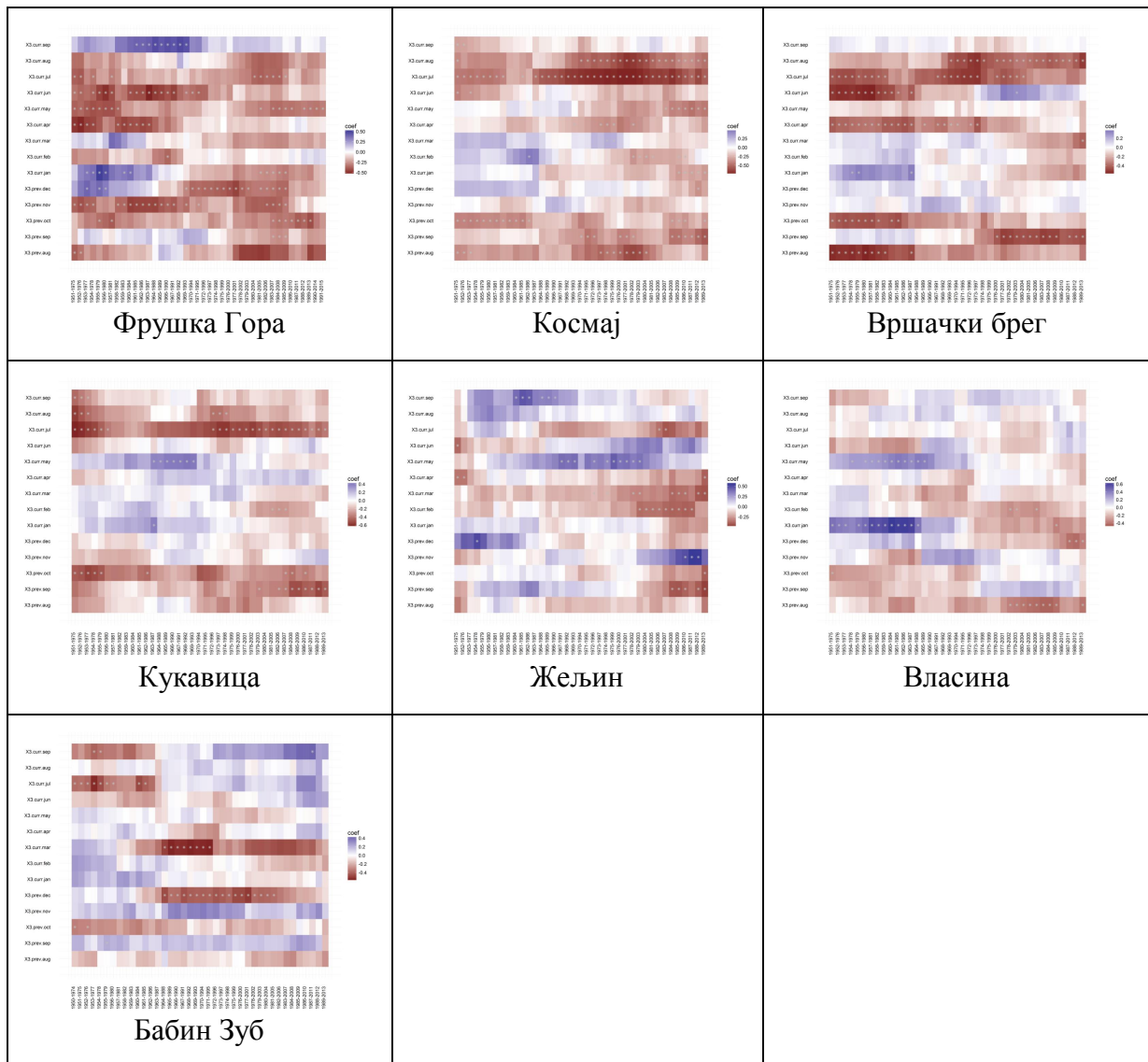
Визуелним поређењем истраживаних локалитета из илирске провинције може се констатовати да је значајна позитивна корелација у појединим месецима између температуре ваздуха и ширине година букве забележена на локалитетима Лопаре и Јахорина. Локалитети Власеница и Источни Дрвар били су индиферентни, што значи да нису показали ни позитивну ни негативну значајну корелацију. На свим осталим локалитетима забележена је значајна негативна корелација. На локалитету Голија је забележена такође значајна негативна корелација само у два месеца (август претходне и јул текуће године) са малим интервалом поверења, па се може занемарити.

На свим локалитетима из илирске провинције на којим су забележене негативне корелације између температуре ваздуха и ширине година може се уочити да су повишене температуре ваздуха у летњим месецима текуће године и повишене вредности температура у августу претходне године негативно утицале на ширину година букве.

На локалитетима из илирске провинције на којим су забележене позитивне корелације између температуре ваздуха и ширине година може се уочити да су на пораст ширине година позитивно утицале повишене температуре ваздуха у летњим месецима текуће године, повишене температуре у мају текуће године, као и повишене температуре ваздуха у октобру претходне године.

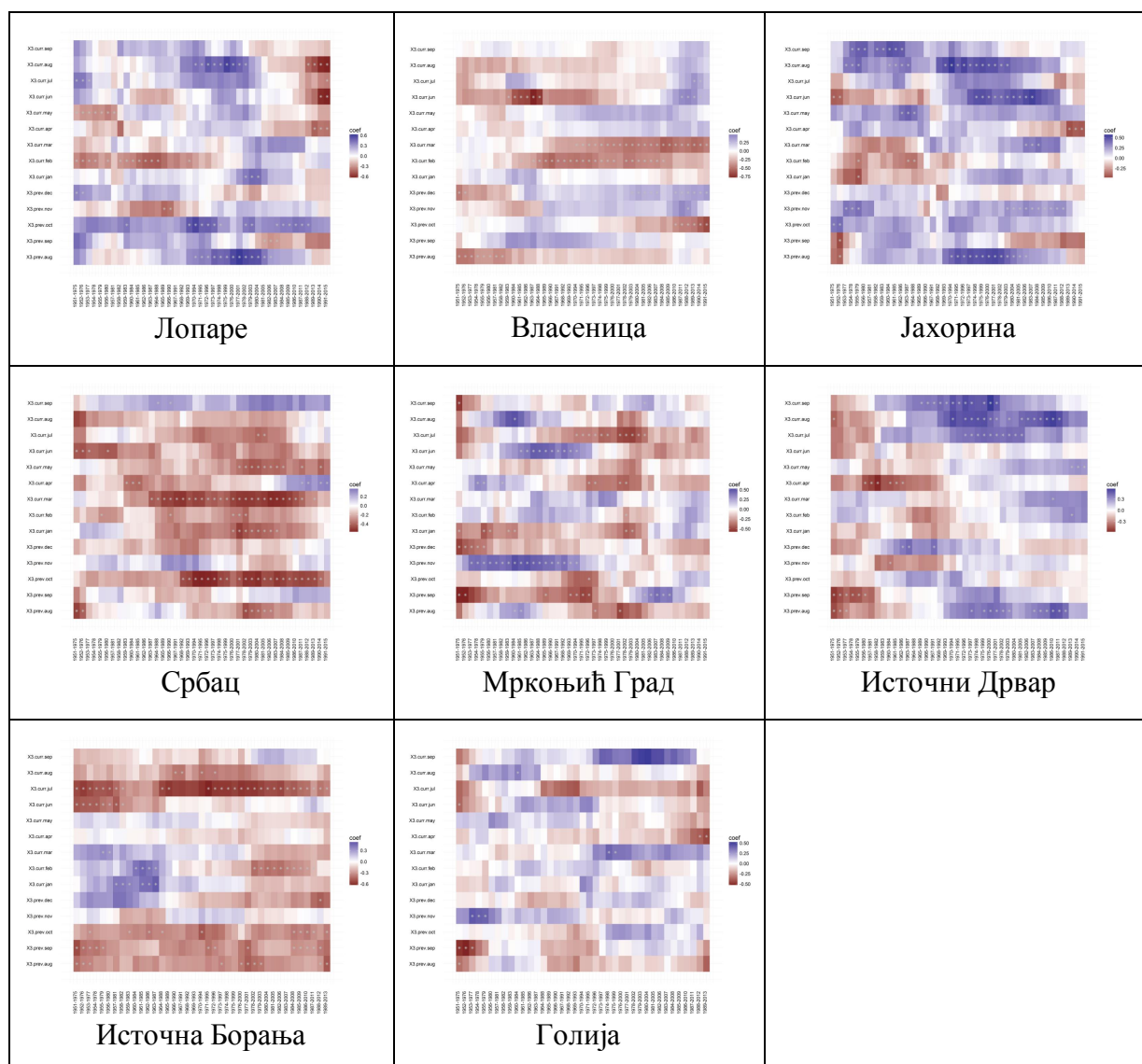
Из таб. 39 може се видети да су негативне корелације између ширине година и температура ваздуха више изражене у мезијској провинцији него у илирској. То указује да је утицај повишених вредности температура ваздуха на раст стабала букве повољнији у илирској провинцији.

На сл. 126 приказане су покретне корелације између температуре ваздуха и ширине година свих анализираних локалитета у мезијској, а на сл. 127 покретне корелације између температуре ваздуха и ширине година свих анализираних локалитета у илирској провинцији.



Слика 126: Покретне корелације између температуре ваздуха и ширине година свих анализираних локалитета у мезијској провинцији.





Слика 127: Покретне корелације између температуре ваздуха и ширине годова свих анализираних локалитета у илирској провинцији

Визуелним поређењем сл. 126 и 127 на којим су приказане покретне корелације између температуре ваздуха и ширине годова стабала букве у мезијској и илирској провинцији може се запазити да у последњим годинама код мезијске провинције доминира црвена и интензивна црвена боја, што је индикатор негативне корелације, док код илирске провинције има заступљене и плаве боје која је индикатор позитивне корелације.

У табели 40 приказане су статичне корелације између температуре ваздуха и ширине година букве свих анализираних локалитета на доњој граници, у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума.

**Табела 40:** Табеларни приказ статичне корелације између температуре ваздуха и ширине година свих анализираних локалитета на доњој граници, у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума.

|                   | авг | сеп | окт | нов | дец | ЈАН | ФЕБ | МАР | АПР | МАЈ | ЈУН | ЈУЛ | АВГ | СЕП |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Лопаре            | +   |     | +   |     |     | +   |     |     |     | +   |     | +   |     |     |
| Србац             | -   |     |     |     |     |     | -   |     |     | -   | -   |     | -   |     |
| Фрушка<br>Гора    |     |     |     |     |     |     |     |     | -   | -   | -   |     |     |     |
| Космај            | -   | -   | -   |     |     |     |     |     | -   | -   | -   | -   |     |     |
| Вршачки<br>брег   | -   |     | -   |     |     |     |     |     | -   |     |     | -   | -   |     |
| Власеница         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Мркоњић<br>Град   | -   |     |     |     | -   | -   |     |     |     |     |     | -   | -   |     |
| Источна<br>Борања | -   | -   | -   |     |     |     |     |     |     |     | -   | -   | -   |     |
| Жељин             |     |     |     |     |     |     | -   | -   | -   |     |     | -   |     |     |
| Кукавица          |     | -   | -   |     |     |     |     |     |     |     |     | -   | -   |     |
| Јахорина          |     |     | +   |     |     |     |     |     |     | +   |     | +   | +   |     |
| Источни<br>Дрвар  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Голија            | -   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | -   |     |     |
| Власина           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Бабин зуб         |     |     | -   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Визуелним поређењем статичне корелације између температуре ваздуха и ширине година на доњој граници распрострањења, у оптимуму и на горњој граници распрострањења букових шума на свим локалитетима установљено је да су значајне негативне корелације констатоване на скоро свим локалитетима на доњој граници изузев Лопара које су имале позитивну корелацију. Повећање температуре ваздуха у

пролеће и у лето текуће године утицало је на смањење ширине година стабала букве. На локалитету Лопаре повишене температуре ваздуха у јануару, мају и јулу текуће године као и у августу и октобру претходне године утицале су на повећање ширине година код стабала букве.

Многи научници су се бавили проучавањем утицаја климатских промена на букове шуме на доњој граници вертикалног распрострањења, односно на нижим надморским висинама (Volte et al., 2007; Fotelli et al., 2009; Kramer et al., 2010; Czucz et al., 2011a; Stojanovic et al., 2013). Они су установили да постоје негативне корелације између ширине година стабала букве и повишених температура ваздуха у току вегетационог периода. То би могло утицати на букву да „помери“ границе својих ареала ка већим надморским висинама (Budeanu et al., 2016).

У централној Европи (Dittmar et al., 2003) су спровели истраживања на 36 локалитета на различитим надморским висинама у различитим државама (Немачка, Чешка, Аустрија, Италија, Шпанија, Шведска, Словачка и Румунија). Резултати њихових истраживања указали су да на нижим надморским висинама у вегетационом периоду (нарочито у месецима јун и јул) високе температуре ваздуха и смањене количине падавина негативно утичу ширину година стабала букве, што указује на смањење дебљинског прираста при овим условима.

Хакет Пеин и сар. (Hackett Pain et al., 2016) и Тегел и сар. (Tegel et al., 2014) су проучавали распрострањење букових састојина на доњој граници распрострањења и установили су да је раст букве на доњој граници ограничен високим температурама и ниским количинама падавина у вегетационом периоду. Повишене температуре ваздуха у јуну текуће године и недостатак влаге у септембру претходне године негативно су утицали на раст стабала букве на доњој граници вертикалног распрострањења букових шума (Michelot et al., 2012; Oladi et al., 2011).

Хакет Пеин и сар. (Hackett Pain et al., 2017) су проучавали најјужније популације букве у северној Грчкој, на 21 локалитету различитих надморских висина (880-1950 m<sup>n.v.</sup>). Резултати њихових истраживања су да постоји значајна негативна корелација између ширине година и температуре ваздуха у летњем периоду текуће и у летњем периоду претходне године, што је посебно изражено на нижим надморским висинама. Повећање температуре ваздуха у јулу текуће године и у јулу претходне године утицало је на смањење ширине година букве на локалитетима у северној Грчкој.

Тегел и сар. (Tegel et al., 2014) су на огледима у Албанији и Македонији добили резултате сличне резултатима ове дисертације за локалитет Лопаре. Они тврде да ће ширина година порасти ако се повећава температура ваздуха. Истраживањем букових шума на јужној граници, на Иберијском полуострву (Cavin, Jump, 2016) су установили да је то последица микроклиме. Дитмар и сар. (Dittmar et al., 2003) су позитивне корелације између ширине година и повишене температуре ваздуха уочили на два локалитета на доњој граници вертикалног распрострањења букових шума у јужној Италији. Њихово објашњење за овакав резултат је довољна количина влаге у земљишту на почетку вегетационог периода. Ови резултати су атипични за локалитете на нижим надморским висинама који су забележени у овој дисертацији и

контрадикторни су резултатима осталих начника који су се бавили проблематиком раста стабала букве на доњој граници вертикалног распрострањења.

Саломон-Алберт и сар. (Salamon-Albert et al., 2016) су проучавали букове шуме близу доње (ксерофилне) границе у југозападној Мађарској и закључили да комбиновани биоклиматски услови значајније утичу на варијабилност ових шума него температура ваздуха и количина падавина посебно.

Ако се температуре ваздуха наставе повећавати а да нису праћене повећањем количине падавина очекује се смањење површине букових шума на свим надморским висинама у Грчкој. Детерминирајући фактор распрострањења букових шума биће заједничко дејство промене климе, дубина земљишта и количина расположивих хранљивих материја (Giorgi, Lionello, 2008).

На свим локалитетима који се налазе у оптимуму, изузев Власенице која је била индиферентна, констатоване су значајне негативне корелације између ширине година и температура ваздуха у летњим месецима текуће године. Бадеану и сар. (Badeanu et al., 2016) су констатовали да букове шуме које се налазе у оптимуму нису имале ни позитивну ни негативну корелацију између ширине година и температуре ваздуха. Фритс и Ву (Fritts, Wu, 1986) су уочили на неколико локалитета из централне Европе који су се налазили у оптимуму, неповољни временски услови претходног лета (хладно и влажно лето) и повољне временске прилике у рану јесен (топла и сува јесен) утичу позитивно на ширину година а самим тим и на дебљински прираст стабала букве. На једном од локалитета из Италије и поред повишених температура ваздуха у сва три летња месеца није уочено смањење ширине година (Dittmar et al., 2003). Исти научници су дошли до резултата да у Шпанији на локалитету са надморском висином 950 m<sub>n.v.</sub> ширина година стабала букве показује значајне негативне корелације са температуром ваздуха и позитивне са количином падавина у месецу јуну

Статичне корелације између температуре ваздуха и ширине година на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума дале су различите одговоре. Локалитет Јахорина имао је значајне позитивне корелације у лето текуће године, у мају текуће године и у октобру претходне године. Власина и Источни Дрвар су били индиферентни, а негативне корелације су забележене на Голији (август претходне и јул текуће године) и Бабином Зубу (октобар претходне године). Пошто су корелације између ширине година и температура ваздуха на Голији и Бабином Зубу малог интервала поверења могу се занемарити, тако да се слободно може констатовати да локалитети на којим се буква налази на горњој граници вертикалног распрострањења нису имали ни позитивну ни негативну корелацију, осим локалитета Јахорина.

Позитиван утицај повишених температура на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума уочили су (Wettstein et al., 2011; Latte et al., 2015). Јаку значајну корелацију између ширине година стабала букве и суше у летњем периоду текуће године на већим надморским висинама у Италији уочили су Пиовесан и сар. (Piovesan et al., 2005). До сличних резултата за четинарске врсте на Балканском полуострву дошли су Клесе и сар. (Klesse et al., 2015). На већим надморским висинама (1600-1900 m<sub>n.v.</sub>) повишене мајске температуре су утицале на прираст стабала букве позитивно (Piovesan et al., 2003; Di Fillippo et al., 2007).

Значајну негативну корелацију ширине година стабала букве и повишених температура ваздуха у лето претходне године уочио је Томас (Thomas, 2011). Он истиче да је овај утицај израженији са повећањем надморске висине, као и да може бити последица плитких земљишта, стрмих нагиба терена и старости стабала. Граньер и сар. (Granier et al., 2007) уочили су смањен прираст у годинама након сушних година. Хакет Пеин и сар. (Hackett Pain et al., 2015) негативан утицај претходне године на ширину година, а самим тим и на дебљински прираст, објашњавају као последицу обилног уroda семена букве те године.

Дитмар и сар. (Dittmar et al., 2003) у истраживањима спроведеним у централној Европи су дошли до резултата да на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума повишене температуре ваздуха и смањене количине падавина у летњим месецима утичу позитивно на дебљински прираст стабала букве и формирају се шири години. Они негативан утицај количине падавина на ширину година у летњем периоду на вишим надморским висинама објашњавају смањењем количине падавина и дужим неосунчаним периодима. Исти научници на локалитетима у Шпанији су дошли до резултата да на 1170 mnn. на дебљински прираст стабла повишене температуре ваздуха утичу позитивно а смањене количине падавина негативно.

У јужној Шведској истраживања (Dittmar et al., 2003) су показала да је клима углавном уравнотежена и током године и током вегетационог периода, па се зато ни температура ваздуха ни количина падавина не могу сматрати ограничавајућим факторима раста стабала букве. Године у којим је забележено смањење прираста стабала букве на локалитетима у Шведској се поклапају углавном са годинама у којим је констатован дефицит падавина.

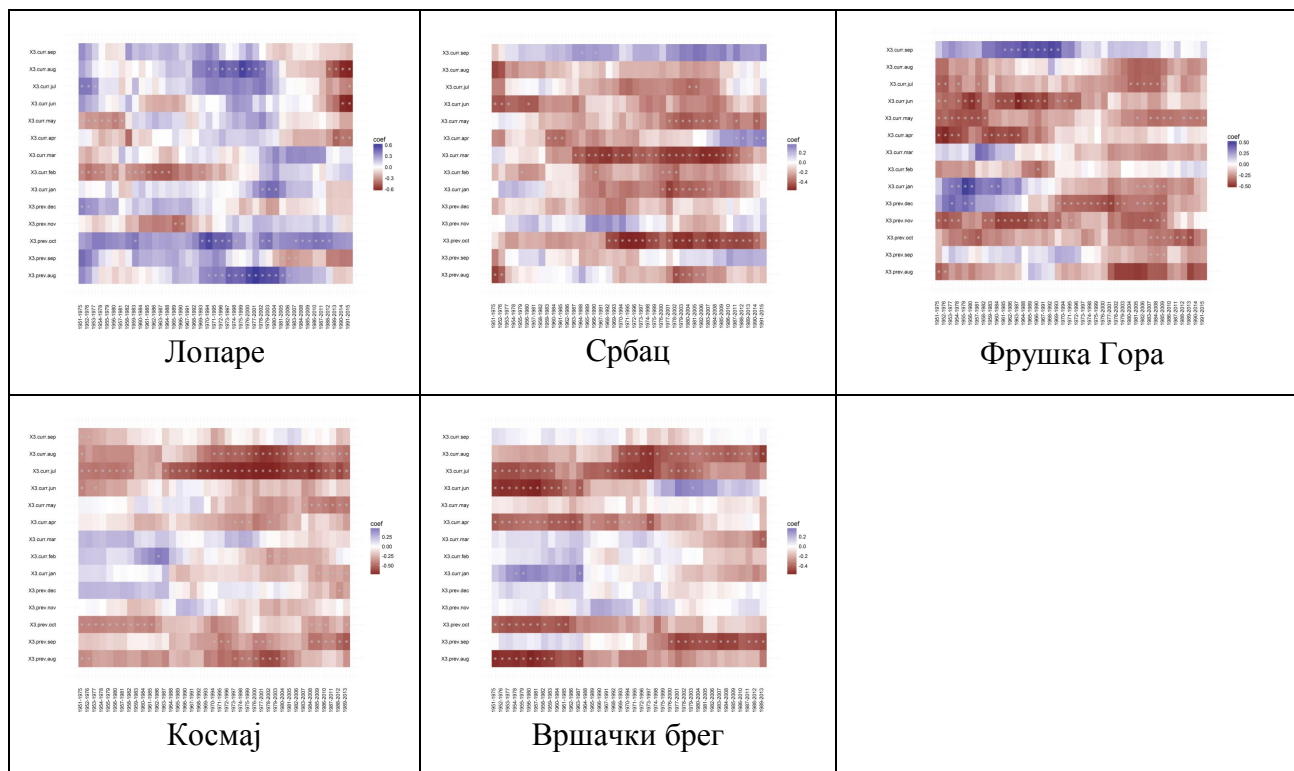
Анализа хронологија стабала букве из централне Италије са горње границе вертикалног распрострањења букових шума показала је да су температуре ваздуха током маја и количине падавина у периоду јул-август, и количина падавина у зимском периоду важне за дебљински прираст букве (Biondi, 1993; Piovesan et al., 2003). Зимерман и сар. (Zimmermann et al., 2006) су установили да топла и сушна лета утичу негативно на раст стабала букве, а на горњој граници се очекује побољшање услова за раст букве. У састојинама које су се налазиле на већим надморским висинама повишена температура ваздуха у месецу мају имала је позитивну корелацију са растом али негативна корелација је забележена у свим осталим месецима вегетационог периода.

Огастајтис и сар. (Augustaitis et al., 2015) су дошли до резултата да су ниске температуре ваздуха и мразеви зими, као и високе температуре у јулу и суше у летњем периоду ограничавајући фактор за раст букових састојина на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума. На надморским висинама које су карактеристичне за горњу границу вертикалног распрострањења (1600 mnn. и више) може да се деси да температуре ваздуха нису достигле одређену вредност и нису активирале ћелије камбијума, па је зато раст стабала условљен минималним температурама ваздуха (Oladi et al., 2011).

Повишен садржај CO<sub>2</sub>, атмосферског азота, повишене температуре ваздуха и продужен вегетациони период требало би да утичу позитивно на ширину година

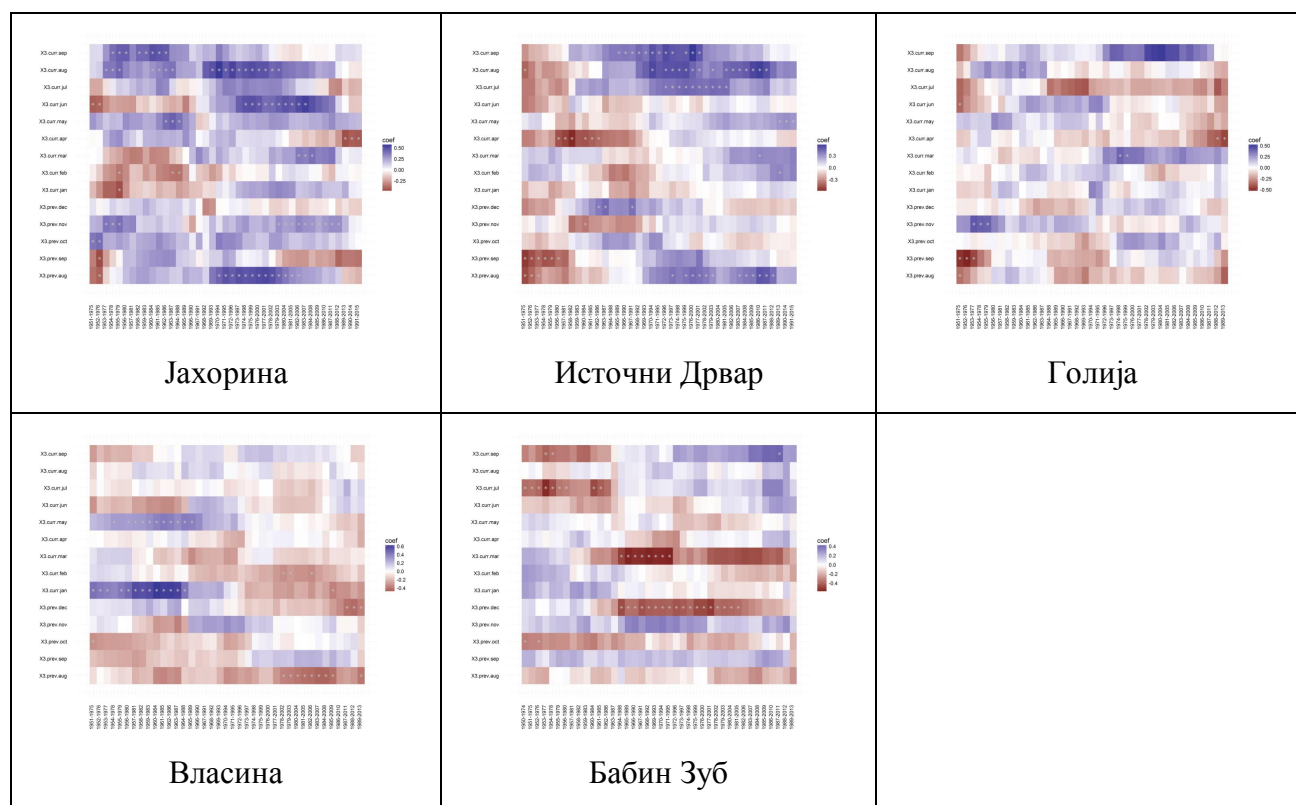
стабала букве на горњој граници вертикалног распрострањења у централној Европи (Pearson, Steward, 1993; Fabian, Menzel, 1998).

На сл. 128 приказане су покретне корелације између температуре ваздуха и ширине година свих анализираних локалитета где се букве шуме налазе на доњој граници, на сл. 129 где су букве шуме у оптимуму и на сл. 130 где се букве шуме налазе на горњој граници вертикалног распрострањења.



**Слика 128:** Покретне корелације између температуре ваздуха и ширине година свих анализираних локалитета на доњој граници вертикалног распрострањења букових шума





**Слика 130:** Покретне корелације између температуре ваздуха и ширине година свих анализираних локалитета на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума

Визуелним поређењем сл. 128, 129 и 130 на којим су приказане покретне корелације између температуре ваздуха и ширине година на доњој граници распрострањења, у оптимуму и на горњој граници распрострањења букових шума може се видети како се мењао утицај температуре ваздуха на ширину година кроз време. Поређењем графикона из све три зоне вертикалног распрострањења букових шума може се запазити да у последњим деценијама на графиконима са доње границе и оптимума доминира црвена и интензивна црвена боја, што је индикатор негативне корелације, док је на горњој граници распрострањења букових шума више заступљена плава боја која је индикатор позитивне корелације.

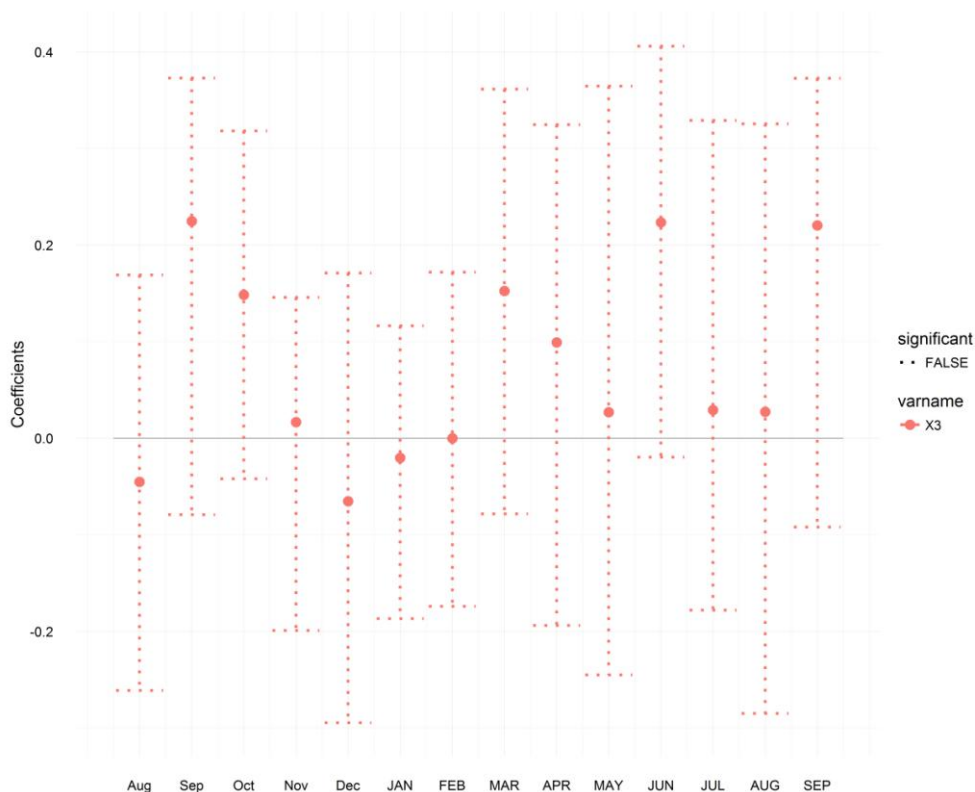


## 5.6. КОРЕЛАЦИЈЕ ИЗМЕЂУ КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА И ШИРИНЕ ГОДОВА

У овом поглављу приказане су статичне и покретне корелације између количине падавина и ширине година стабала букве из илирске и мезијске провинције. Статичне корелације приказују дугорочни одговор прираста стабала, док покретне корелације настоје да прикажу динамику промене тог одговора у краћим временским интервалима (10, 15, 20, 25 или 30 година). Наведене корелације имају практични значај на начин да се прираст појединачних стабала гледајући из шире перспективе пресликава на прираст читаве састојине, што даље готово у потпуности диктира начин газдовања шумама.

### 5.6.1. ЛОПАРЕ

На сл. 131, која представља статичну корелацију између количине падавина и ширине година може се приметити да на локалитету Лопаре не постоји значајнија веза између количине падавина и ширине година ни у текућој ни у претходној години.

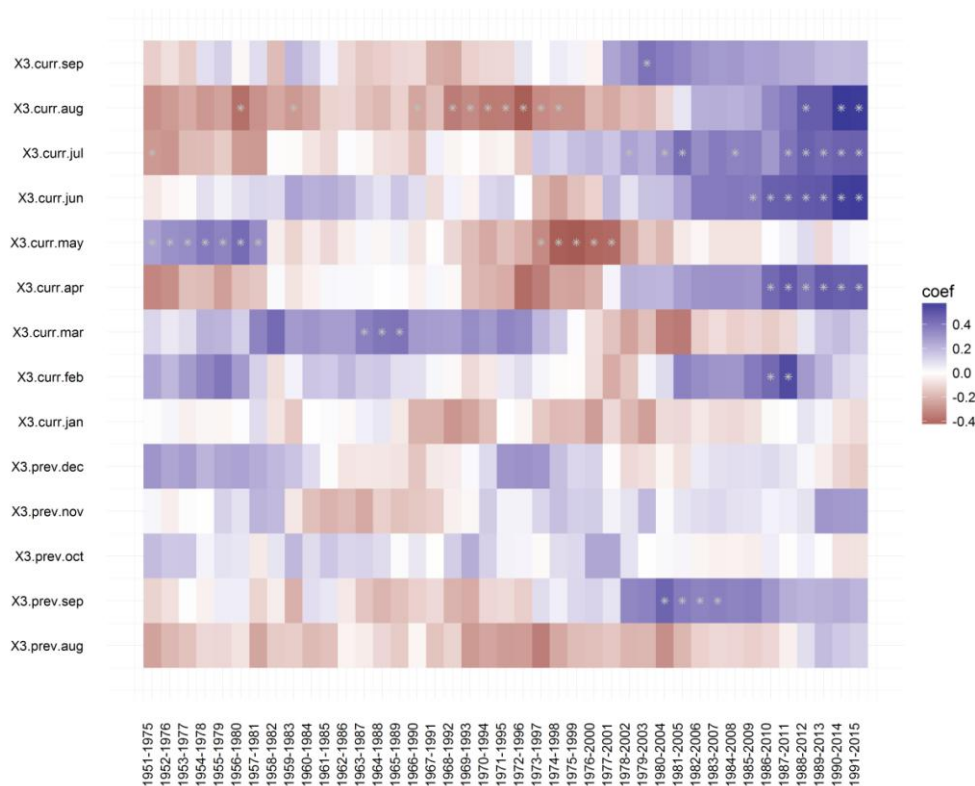


Слика 131: Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Лопаре

На сл. 132 приказана је покретна корелација између ширине година и количине падавина на локалитету Лопаре.

Са слике се може видети да су констатоване значајне позитивне корелације у текућој години у фебруару (1986-2011), марту (1963-1989), априлу (1986-2015) и септембру (1979-2003), као и у септембру (1980-2007) у претходне године.

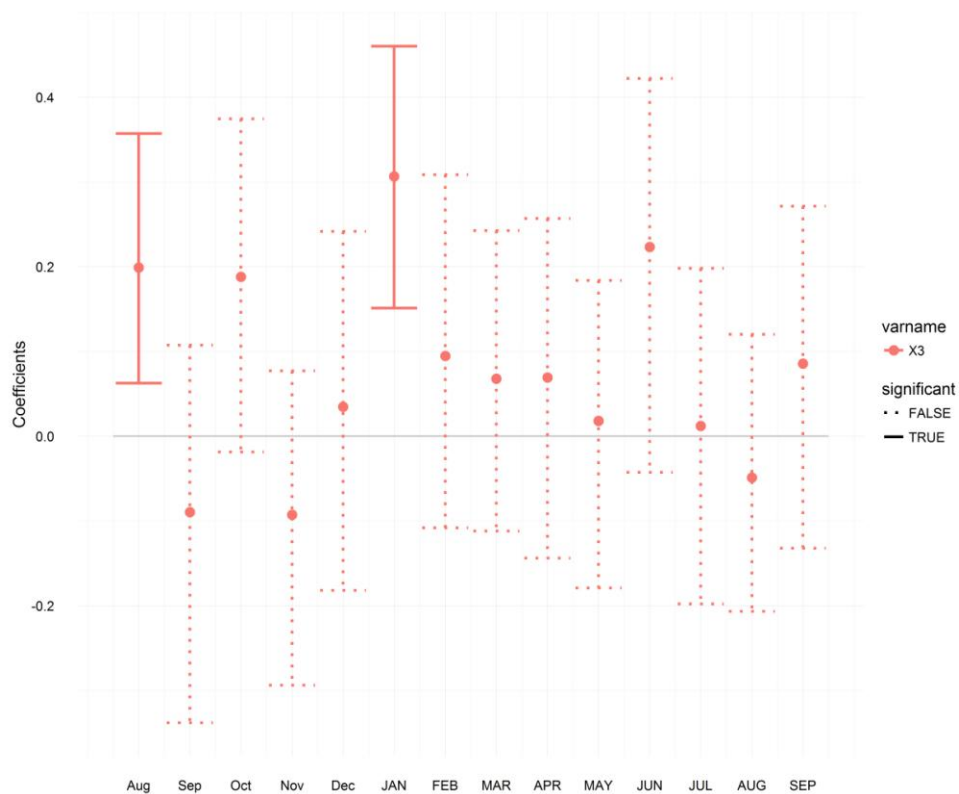
У месецу мају текуће године (1950-1981) констатована је позитивна корелација између количине падавина и ширине година, а у периоду (1973-2001) ова корелација је постала значајно негативна. У месецу јулу текуће године (1951-1975) констатована је негативна корелација, а затим у периоду (1976-2015) корелација је била попозитивна. Слично је било и у месецу августу текуће године у периоду (1951-1999) корелација је била значајно негативна, а у периоду (1988-2015) корелација је постала значајно позитивна.



**Слика 132:** Покретна корелација (eng. Moving) између количине падавина и ширине година, локалитет Лопаре

### 5.6.2. ВЛАСЕНИЦА

На сл. 133, може се приметити да на локалитету Власеница постоји значајна позитивна корелација између количине падавина и ширине година у августу претходне године и у јануару текуће године.



**Слика 133:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Власеница

На сл. 134 је приказана покретна корелација између количине падавина и ширине година на локалитету Власеница.

Значајне позитивне корелације констатоване су у јануару текуће године (1966-2012) и октобру (1959-2015) претходне године. Значајне негативне корелације констатоване су у септембру (1966-2010) и новембру (1980-2008) претходне године.

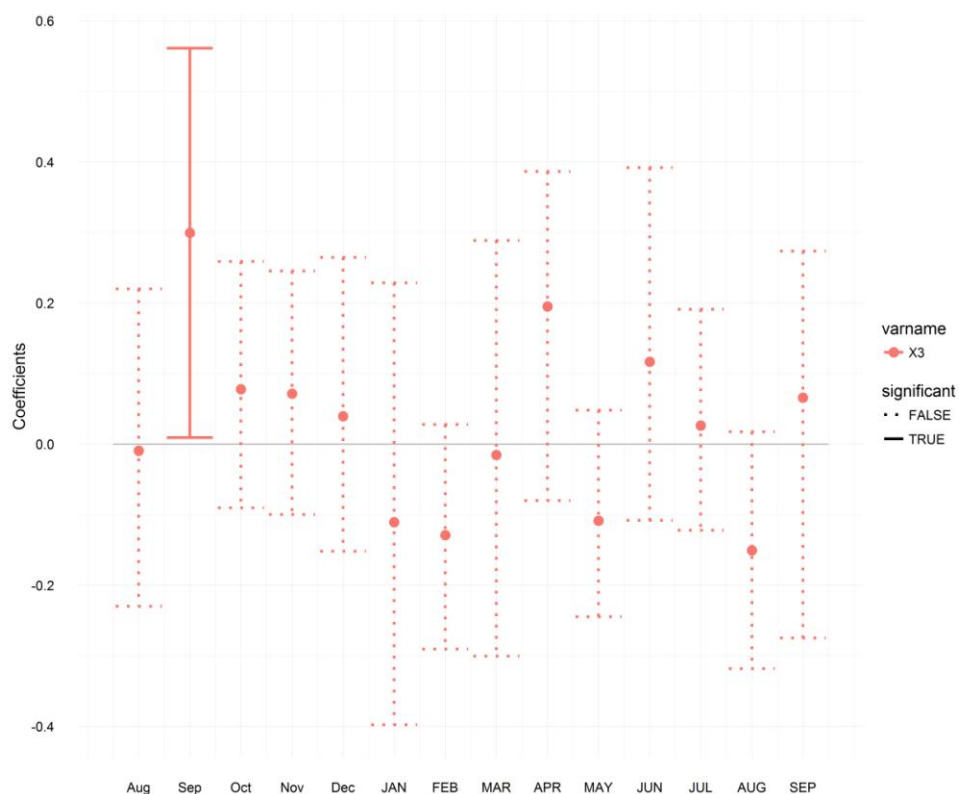
Значајне позитивне корелације констатоване су још у септембру текуће године (1959-1984), у јуну текуће године (1960-1984) и у августу (1961-1985) претходне године. Ове корелације су местимичне и не представљају чврсте дугорочне обрасце.

Значајне негативне корелације које су местимичне и не показују чврсте дугорочне обрасце констатоване су у априлу текуће године (1987-2011) и мају (1983-2007) текуће године.



### 5.6.3. ЈАХОРИНА

На сл. 135 може се приметити да на локалитету Јахорина постоји значајна веза између количине падавина и ширине година, у септембру претходне године.

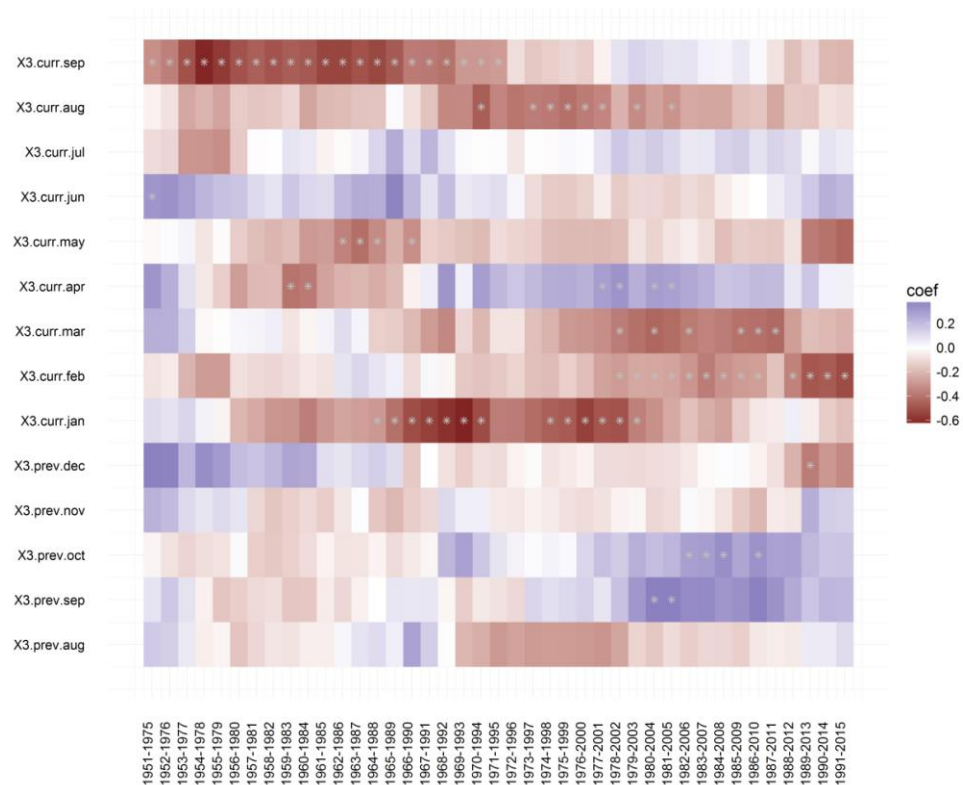


**Слика 135:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Јахорина

На сл. 136, где је приказана покретна корелација између количине падавина и ширине година за локалитет Јахорина, може се видети да постоји значајна позитивна корелација у октобру претходне године у периоду (1982-2010), као и значајне позитивне корелације које су местимичне, у јуну текуће године (1951-1975) и септембру претходне године (1980-2005). Ове местимичне значајне корелације не представљају чврсте дугорочне обрасце.

Значајне негативне корелације уочене су у јануару (1964-2003), фебруару (1978-2015), марту (1978-2011), мају (1962-1990), августу (1970-2005) и септембру (1951-1995) текуће године. У децембру претходне године уочена је значајна негативна корелација у периоду (1989-2013). Ова корелација је местимична и не представља чврст дугорочни образац.

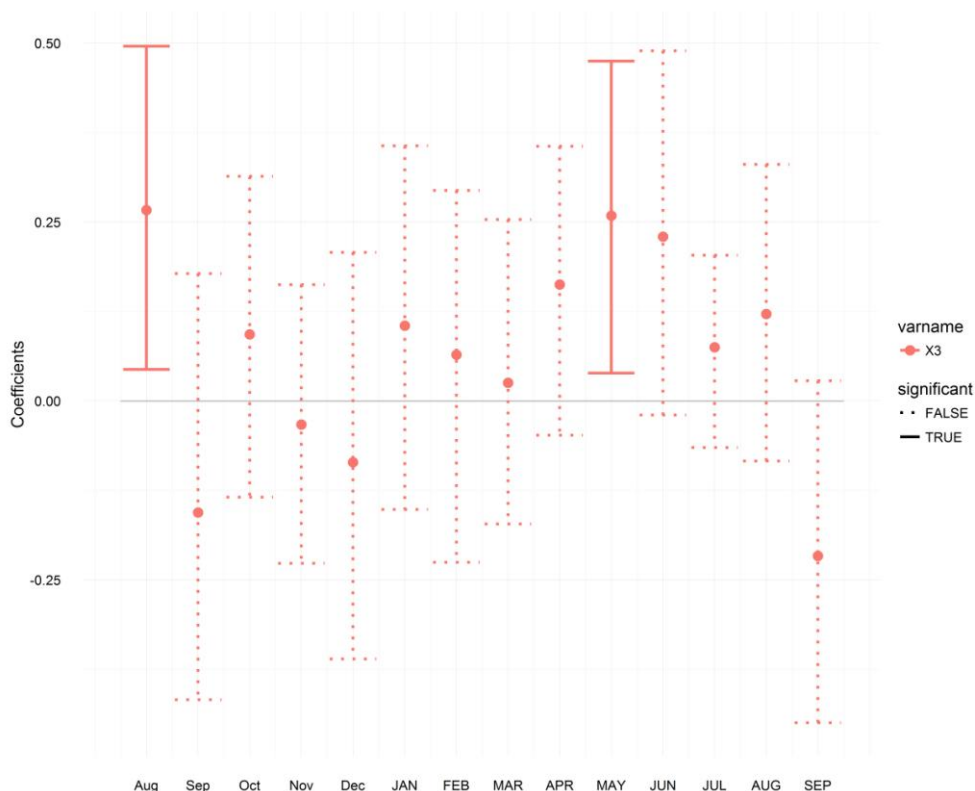
У месецу априлу текуће године констатована је негативна корелација у периоду (1959-1984) године, а потом позитивна корелација у периоду (1976-2006).



**Слика 136:** Покретна корелација (eng. Moving) између количине падавина и ширине година, локалитет Јахорина

### 5.6.4. СРБАЦ

На сл. 137 може се приметити да на локалитету Србац постоји позитивна корелација између количине падавина и ширине година у августу претходне године и у мају текуће године.



**Слика 137:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Србац

Са сл. 138 која на којој је приказана покретна корелација за локалитет Србац може се видети да постоји значајна негативна корелација између количине падавина и ширине година у септембру текуће године у периоду (1968-2010), као и у септембру (1984-2011) и децембру (1971-2008) претходне године.

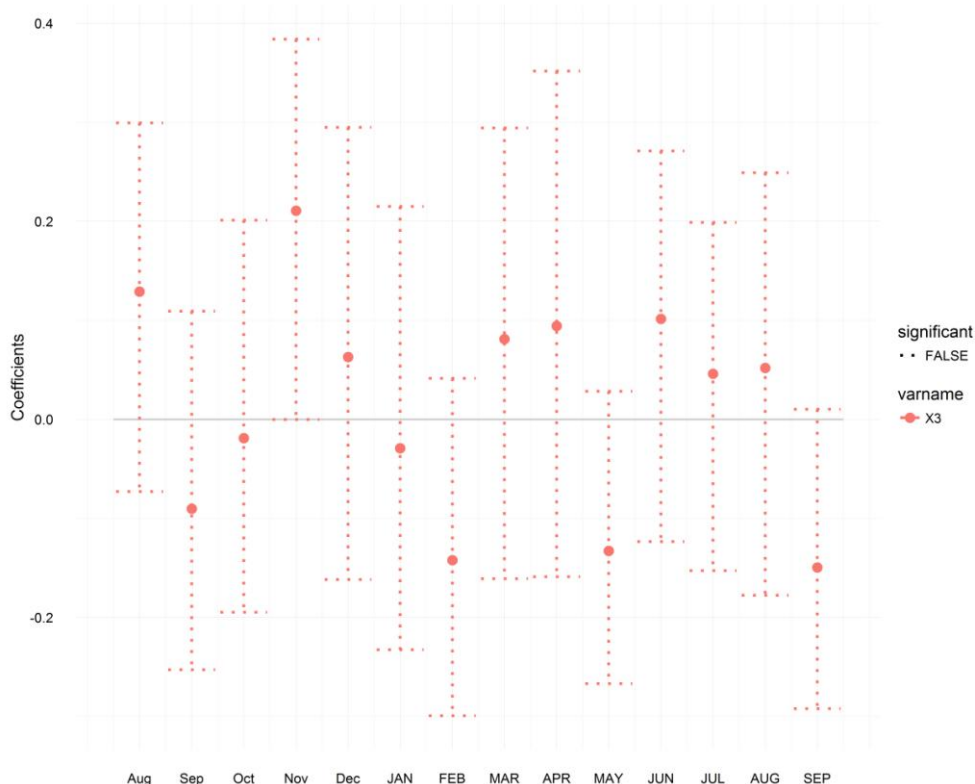
Значајне позитивне корелације забележене су у априлу (1951-1992), мају (1962-1988) и јуну (1951-1998) текуће године као и у августу (1951-1994) претходне године. Значајна позитивна корелација констатована је још и у фебруару текуће године (1984-2010) али је местимична и не представља чврст дугорочни образац.





### 5.6.5. МРКОЊИЋ ГРАД

На сл. 139 може се приметити да на локалитету Мркоњић Град не постоји значајнија веза између количине падавина и ширине година ни у текућој ни у претходној години.

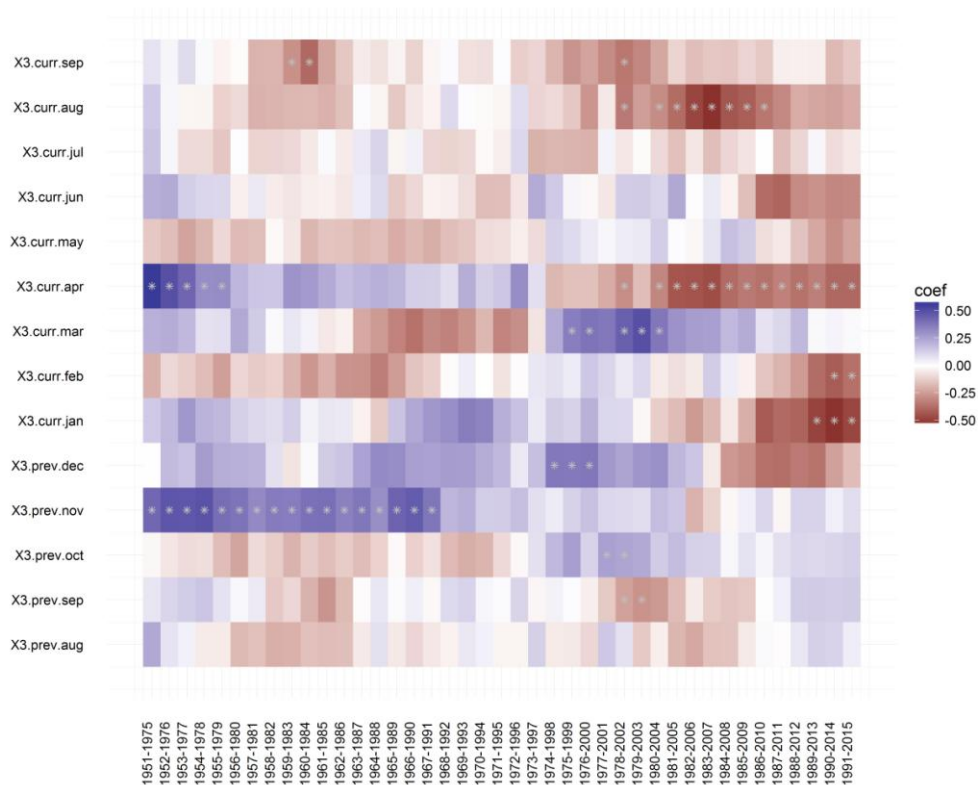


**Слика 139:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Мркоњић Град

На сл. 140 која приказује покретну корелацију између количине падавина и ширине година можемо видети да значајна негативна корелација постоји у месецу јануару (1989-2015), фебруару (1990-2015), августу (1978-2010) и септембру (1959-2002) текуће године. Значајна негативна местимична корелација била је у месецу септембру претходне године у периоду (1978-2003).

Значајна позитивна корелација констатована је у новембру (1951-1991) и децембру (1975-2000) претходне године, као и у месецу марту (1974-2000) текуће године. У октобру претходне године (1978-2003) уочена је значајна позитивна корелација, али пошто је местимична не показује чврсте дугорочне обрасце.

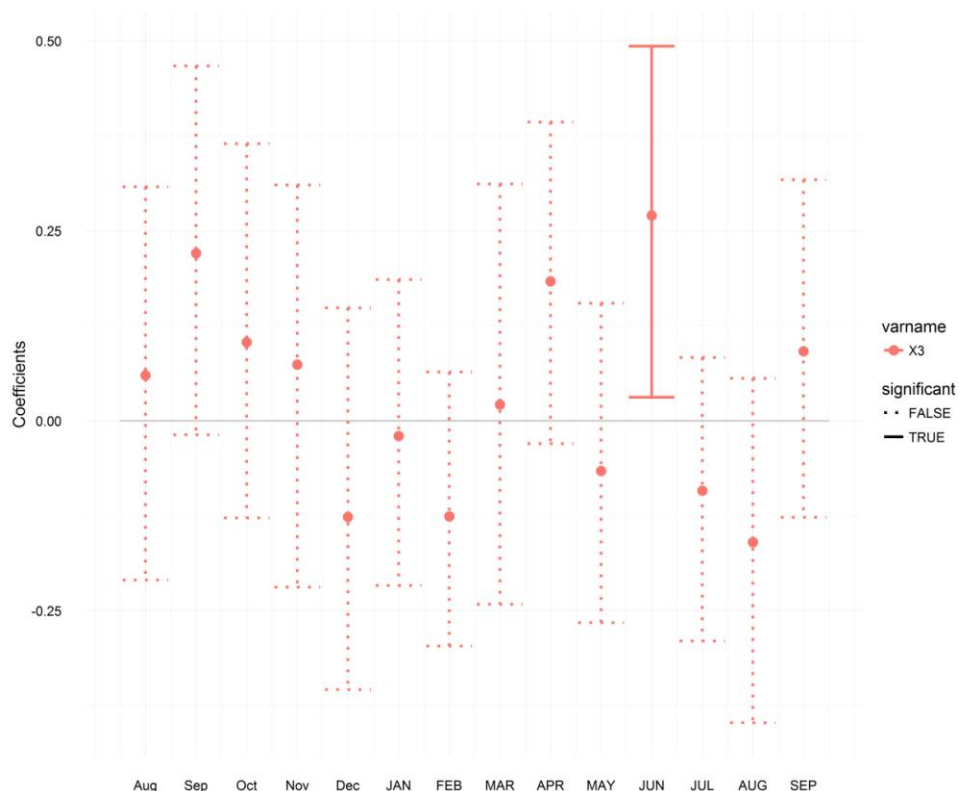
У априлу текуће године значајна позитивна корелација констатована је у периоду (1950-1979) године, а у периоду (1980-2015) године констатована је значајна негативна корелација на овом локалитету.



**Слика 140:** Покретна корелација (eng. Moving) између количине падавина и ширине година, локалитет Мркоњић Град

### 5.6.6. ИСТОЧНИ ДРВАР

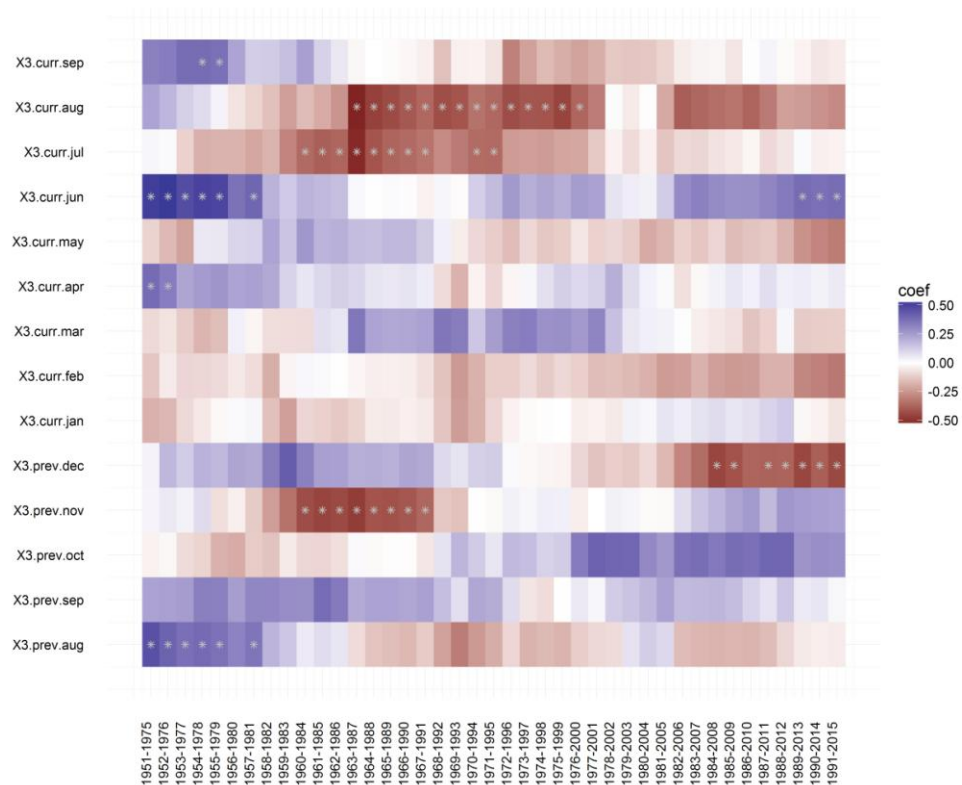
На сл. 141 може се приметити да на локалитету Источни Дрвар постоји значајна позитивна корелација између количине падавина и ширине година у месецу јуну текуће године.



**Слика 141:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Источни Дрвар

На сл. 142 која представља покретну корелацију између ширине година и количине падавина на локалитету Источни Дрвар запажамо значајне негативне корелације у јулу (1962-1995) и августу (1964-2001) текуће године као и у новембру (1960-1991) и децембру (1984-2015) претходне године.

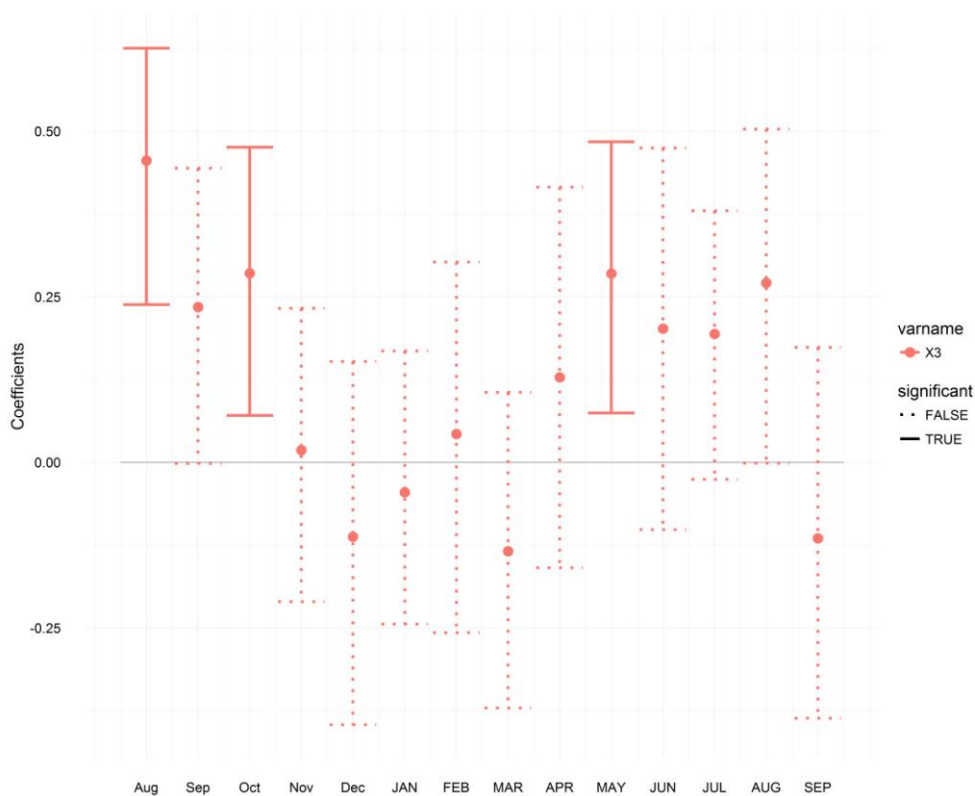
Значајна позитивна корелација констатована је у априлу (1951-1976), јуну (1951-2015) и септембру (1955-1980) текуће године, као и у августу претходне године у периоду (1951-1981). Корелације у априлу и септембру текуће године су местимичне и не показују чврсте дугорочне обрасце.



**Слика 142:** Покретна корелација (eng. Moving) између количине падавина и ширине година, локалитет Источни Дрвар

### 5.6.7. ФРУШКА ГОРА

На сл. 143 може се приметити да на локалитету Фрушка Гора постоји значајна позитивна корелација између количине падавина и ширине година, у месецу августу и октобру претходне године и у мају текуће године.



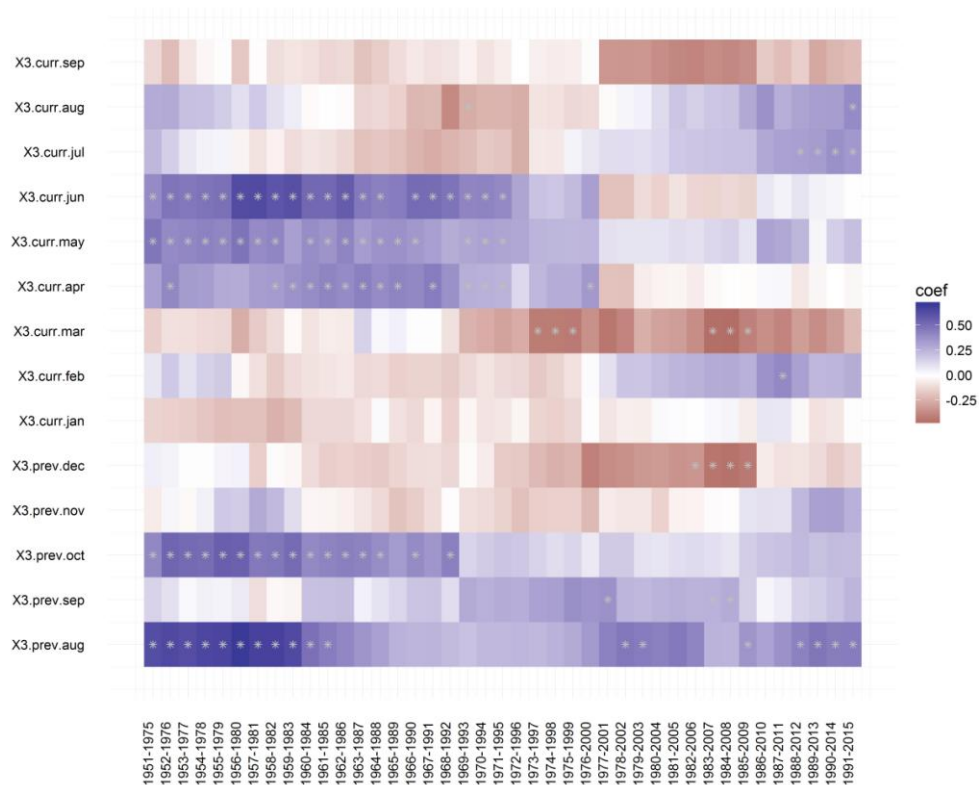
**Слика 143:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Фрушка Гора

На сл. 144 приказана је покретна корелација између ширине година количине падавина на локалитету Фрушка Гора.

Значајне негативне корелације могу се уочити у месецу марту текуће године у периоду (1973-2009) и у месецу децембру претходне године у периоду (1982-2009).

Значајне позитивне корелације констатоване су у фебруару (1987-2011), априлу (1952-2000), мају (1952-1966), јуну (1952-1996), јулу (1988-2015) и августу (1991-2015) текуће године, као и у месецу августу (1951-2015), септембру (1977-2009) и октобру (1951-1993) претходне године.

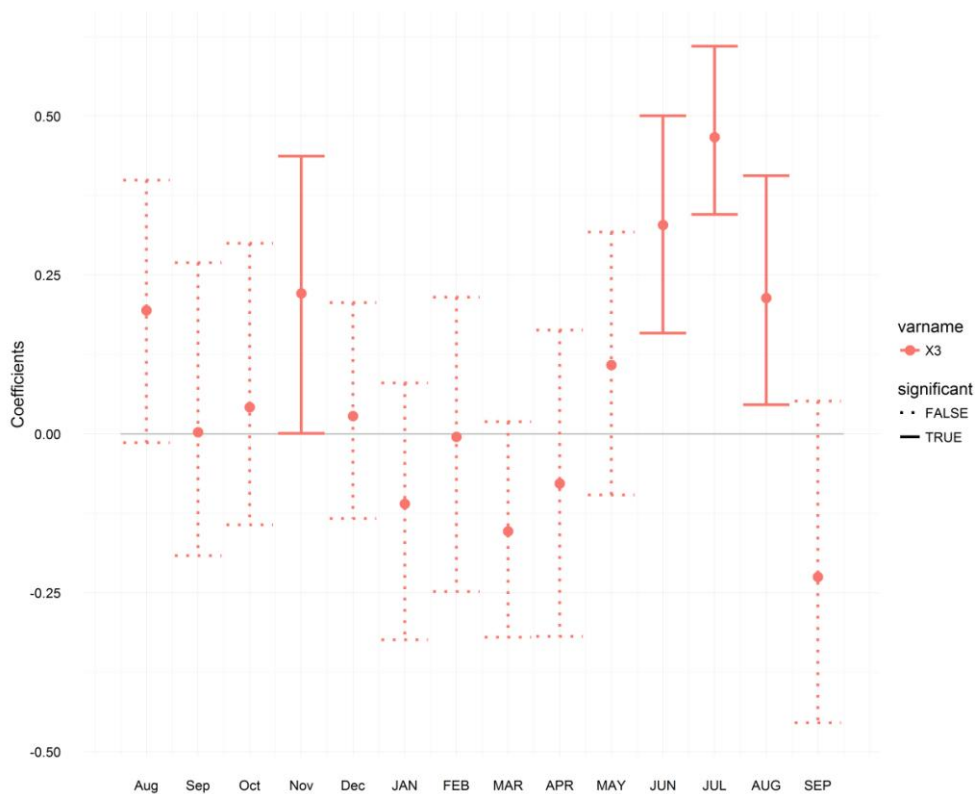
Корелација у фебруару и августу текуће године, као и у септембру претходне године је местимична и не показује чврсте дугорочне обрасце.



**Слика 144:** Покретна корелација (eng. Moving) између количине падавина и ширине година, локалитет Фрушка Гора

## 5.6.8. КОСМАЈ

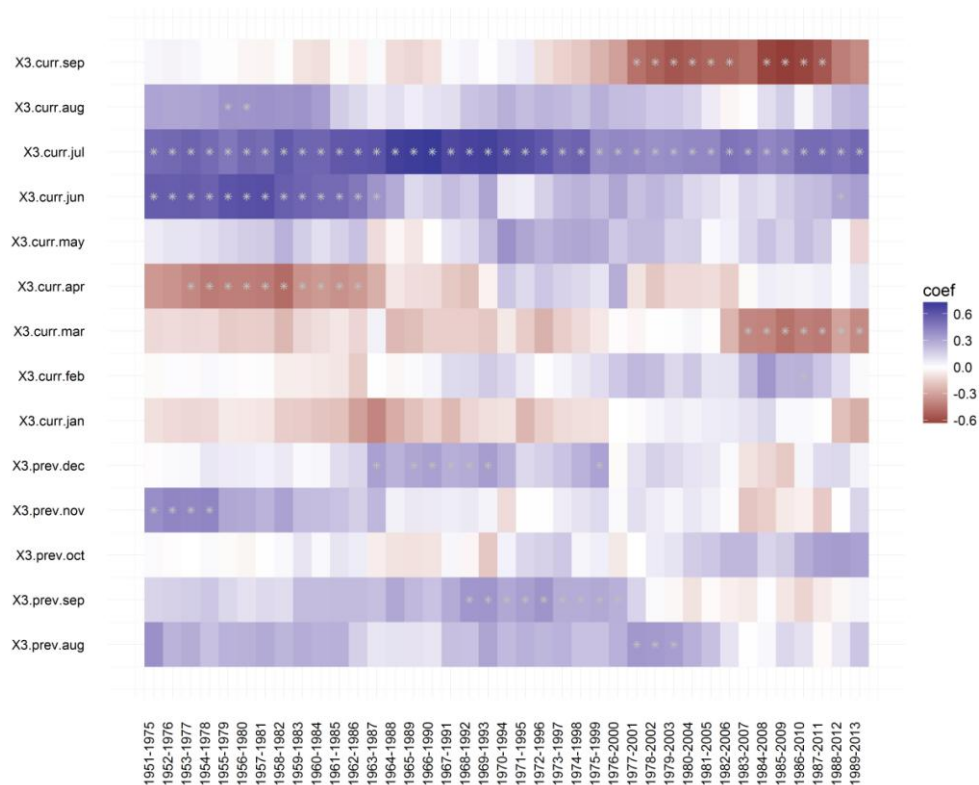
На сл. 145 може се приметити да на локалитету Космај постоји значајна корелација између количине падавина и ширине година, у новембру претходне године, као и у јуну, јулу и августу текуће године.



**Слика 145:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Космај

На сл. 146 приказана је покретна корелација између количине падавина и ширине година на локалитету Космај.

Значајне негативне корелације примећене су у марту (1983-2007), априлу (1953-1986) и септембру (1977-2011) текуће године. Значајне позитивне корелације су констатоване у месецу јуну (1951-1987) и јулу (1951-2013) текуће године, као и у месецу августу (1977-2003), септембру (1968-2000), новембру (1951-1978) и децембру (1963-1999) претходне године. Позитивна корелација је забележена и у августу текуће године у периоду (1955-1980) али је местимична и не показује чврсте дугорочне обрасце.

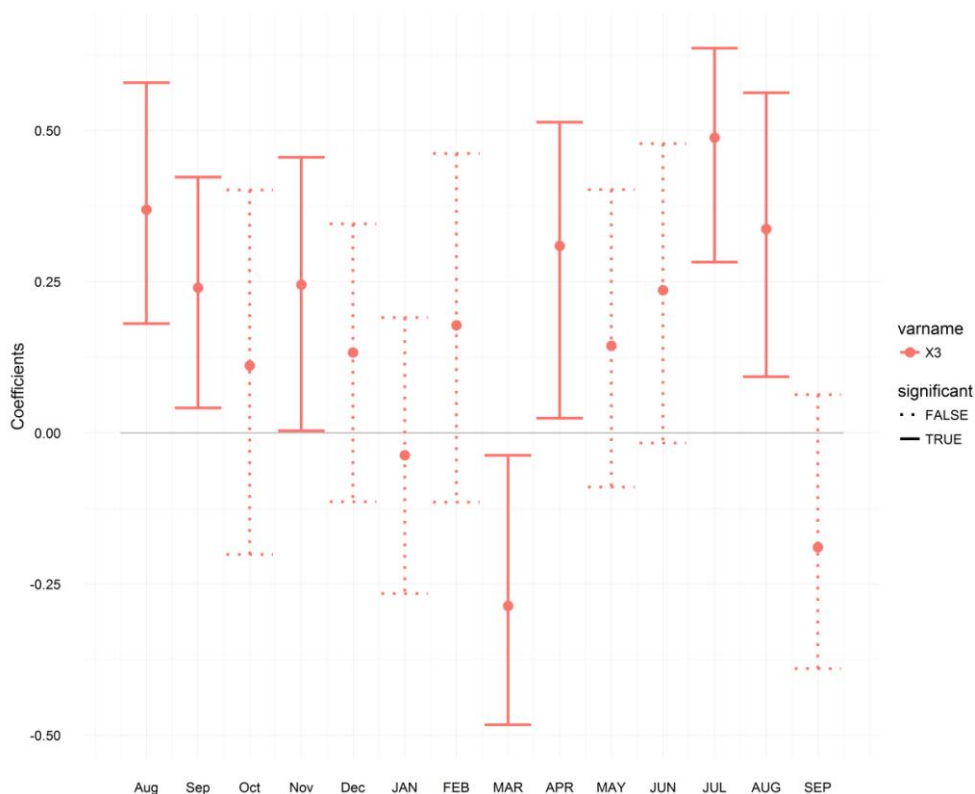


**Слика 146:** Покретна корелација (eng. Moving) између количине падавина и ширине година, локалитет Космај



### 5.6.9. ВРШАЧКИ БРЕГ

На сл. 147 може се приметити да на локалитету Вршачки Брег постоје значајне корелације између количине падавина и ширине година. Негативна корелација констатована је у марту текуће године, а позитивна у августу, септембру и новембру претходне године, као и у априлу, јулу и августу текуће године.



**Слика 147:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Вршачки Брег

На сл. 148 приказана је покретна корелација између ширине година и количине падавина на локалитету Вршачки Брег.

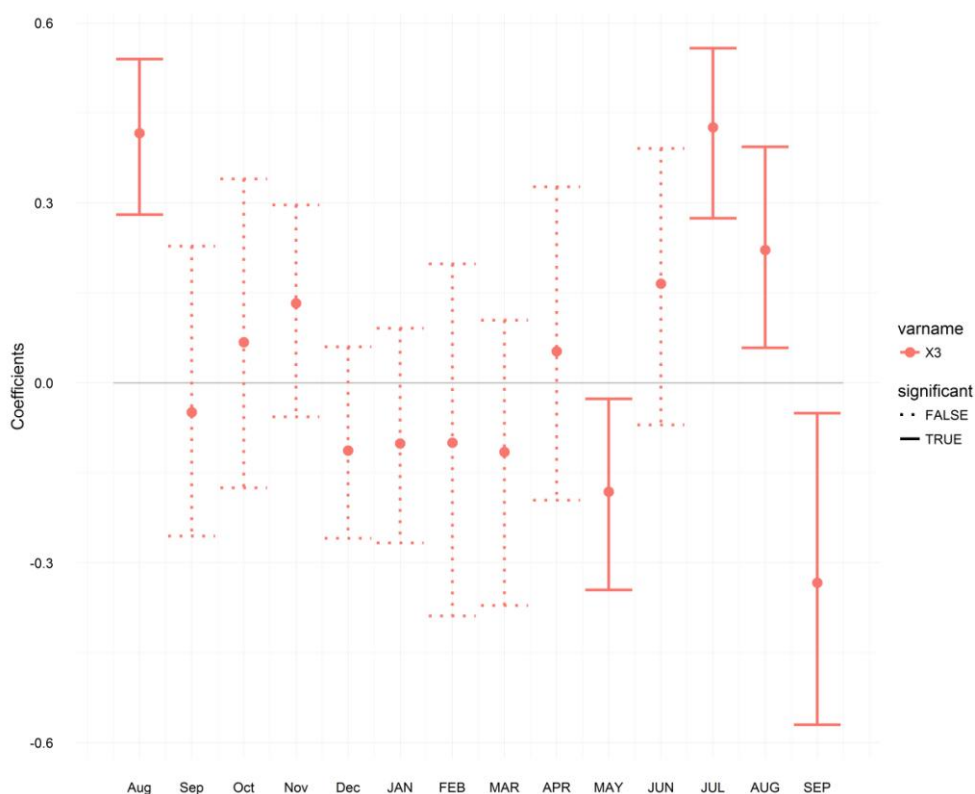
Значајна негативна корелација констатована је у месецу марту текуће године у периоду (1900-2004). Значајна позитивна корелација је констатована у мају (1958-1986), јуну (1951-1993) и јулу (1953-2013) текуће године, као и у августу (1951-1992), септембру (1969-2010) и децембру (1969-1999) претходне године.

Значајна позитивна корелација је установљена и у априлу (1988-2012) и августу (1985-2009) текуће године и новембру претходне године у периоду (1989-2013) године. Ове корелације су местимичне и не показују чврсте дугорочне обрасце.



### 5.6.10. ИСТОЧНА БОРАЊА

На сл. 149 може се видети да на локалитету Источна Борања постоје значајне корелације између количине падавина и ширине година. Негативна корелација је у мају и септембру текуће године, а позитивна у августу и јулу претходне године и у августу текуће године.

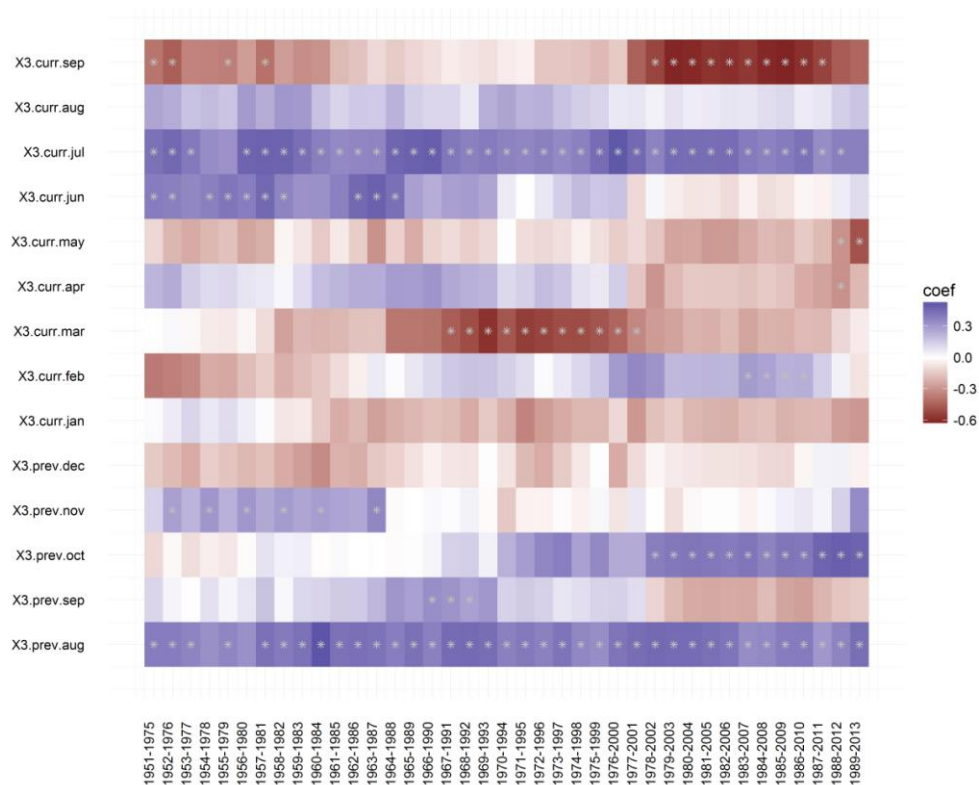


**Слика 149:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Источна Борања

На сл. 150 је приказана покретна корелација између ширине година и количине падавина.

Значајна негативна корелација констатована је у марту (1968-2002) и септембру (1951-2011) текуће године, а значајна позитивна у фебруару (1983-2010), јуну (1951-1989) и јулу (1951-2013) текуће године, као и у августу (1951-2013), септембру (1966-1993), октобру (1978-2013) и новембру (1952-1988) претходне године.

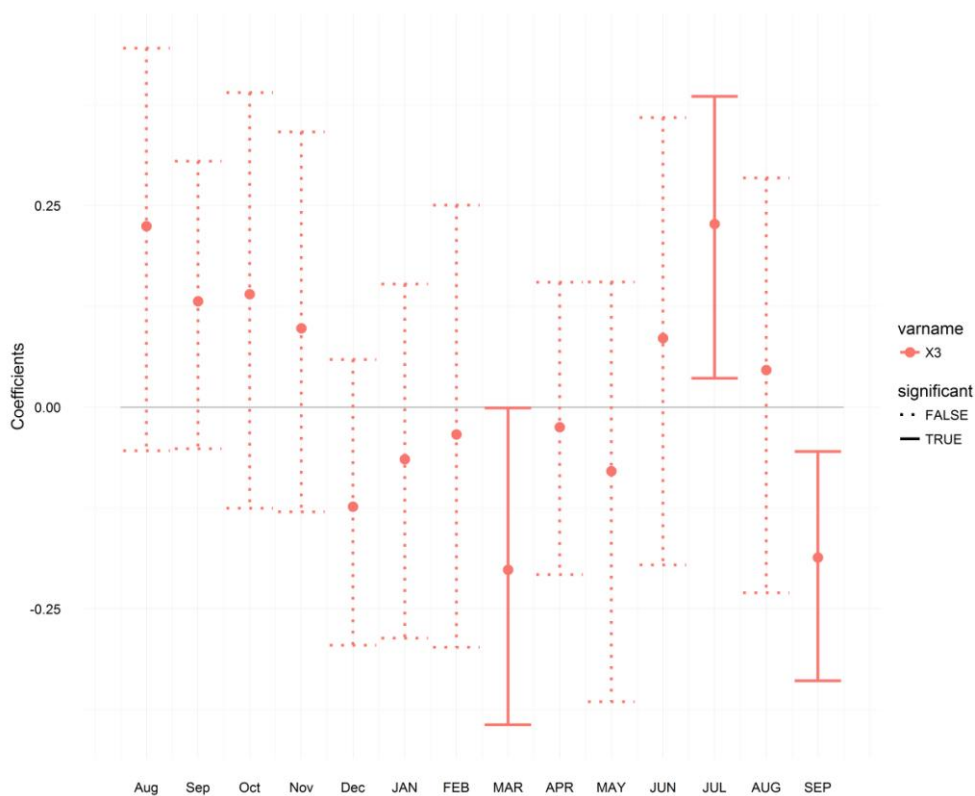
Значајне негативне корелације уочене су још у мају (1988-2012) и јуну (1988-2013) текуће године, али због тога што су местимичне не показују чврсте дугорочне обрасце.



Слика 150: Покретна корелација (eng. Moving) између количине падавина и ширине година, локалитет Источна Борања

### 5.6.11. ЖЕЉИН

На сл. 151 може се видети да на локалитету Жељин постоје значајне корелације између количине падавина и ширине година. Значајна негативна корелација је у марту и септембру текуће године, а позитивна у јулу текуће године.



**Слика 151:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Жељин

На сл. 152 приказана је покретна корелација између ширине година и количине падавина за локалитет Жељин.

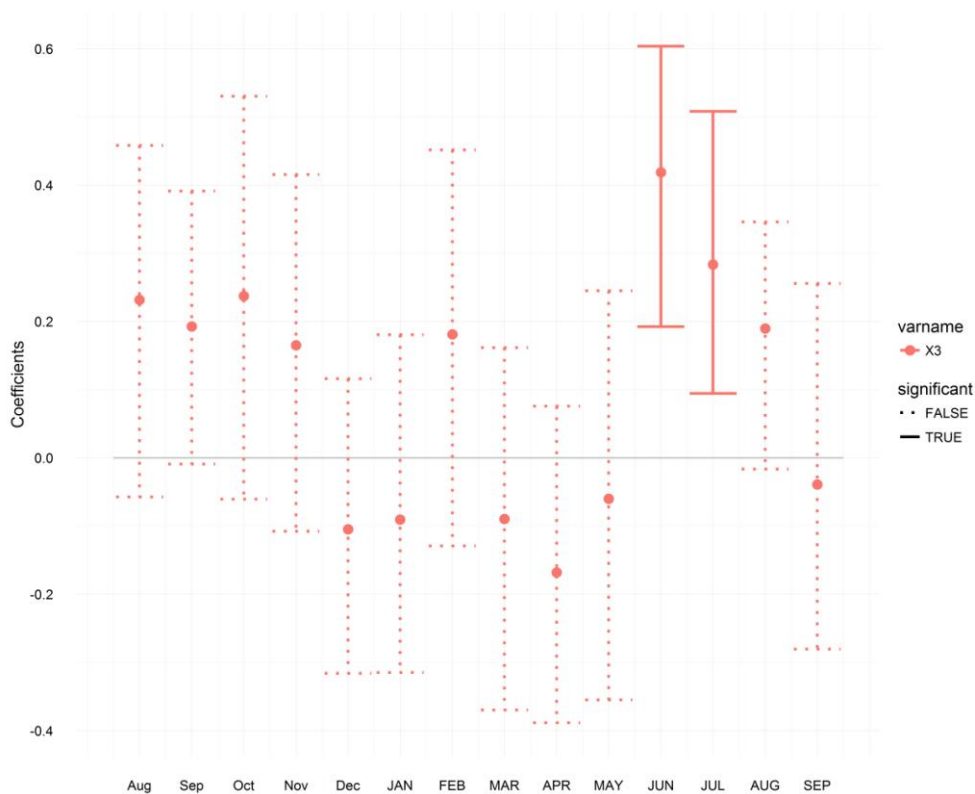
Значајне негативне корелације су установљене у месецу мају (1977-2013) и септембру (1955-1985) текуће године, као и у месецу децембру (1971-2000) претходне године.

Значајне позитивне корелације констатоване су у августу (1951-1979), октобру (1971-2013) и новембру (1951-1979) претходне године. Местимичне негативне корелације су забележене у марту текуће године у периоду (1973-1999), а местимичне позитивне у фебруару (1984-2012) и јуну (1951-1975) текуће године.



### 5.6.12. КУКАВИЦА

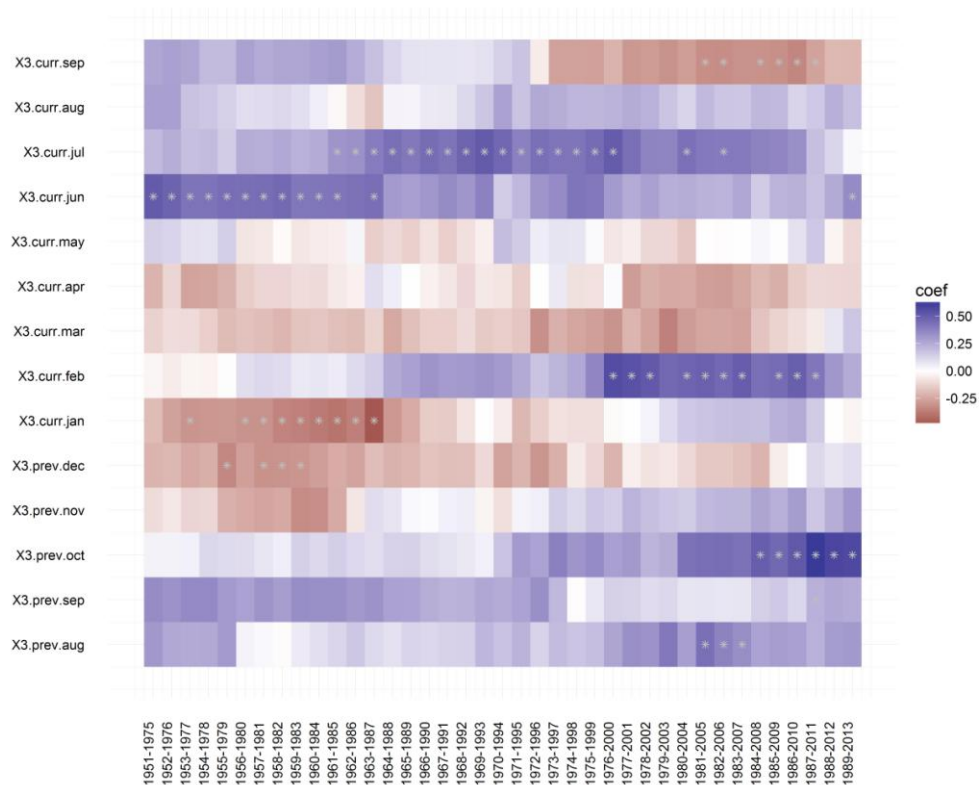
На сл. 153 може се видети да на локалитету Кукавица постоји значајна позитивна корелација у јуну и јулу текуће године, између количине падавина и ширине година.



**Слика 153:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Кукавица

На сл. 154 приказана је покретна корелација између количине падавина и ширине година на локалитету Кукавица. Са слике можемо видети да је значајна негативна корелација била у месецу јануару (1953-1987) и септембру (1982-2011) текуће године као и у месецу децембру претходне године у периоду (1955-1984).

Значајна позитивна корелација је примећена у фебруару (1976-2011), јуну (1951-2013) и јулу (1962-2007) текуће године, као и у августу (1981-2008) и октобру (1984-2013) претходне године.

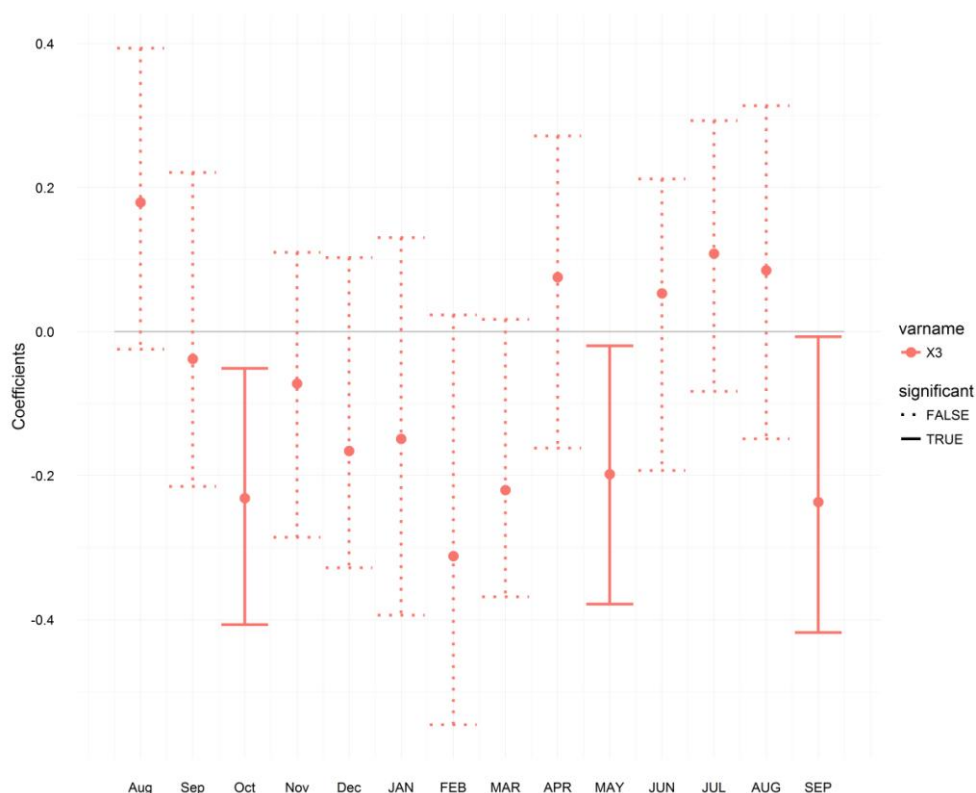


**Слика 154:** Покретна корелација (eng. Moving) између количине падавина и ширине година, локалитет Кукавица



## 5.6.13. ГОЛИЈА

На сл. 155 може се видети да на локалитету Голија постоји значајна негативна корелација између количине падавина и ширине година у октобру претходне године и у мају и септембру текуће године.



**Слика 155:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Голија

На сл. 156 покретна корелација између ширине година и количине падавина на локалитету Голија показује позитивне вредности у априлу (1985-2013) и јулу (1963-1996) текуће године, као и у августу (1951-1993), септембру (1953-1993) и децембру (1952-1978) претходне године.

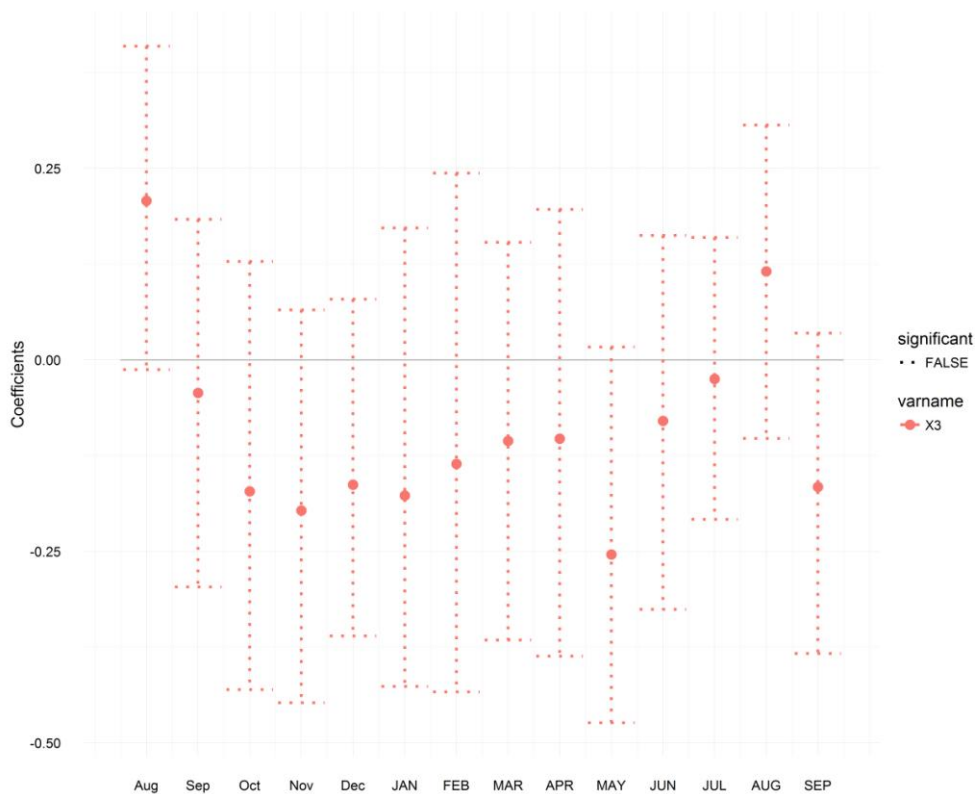
Значајне негативне корелације констатоване су у фебруару (1988-2013), марту (1983-2011) и септембру (1976-2010) текуће године. Местимичне значајне негативне корелације констатоване су и у октобру (1952-1983) и новембру (1987-2011) претходне године.

У месецу јануару текуће године констатована је негативна корелација између ширине година и количине падавина у периоду (1961-1988) године, а затим позитивна корелација у периоду (1980-2004) године.



### 5.6.14. ВЛАСИНА

На сл. 157 може се видети да на локалитету Власина не постоје значајне ни позитивне ни негативне корелације између ширине година и количине падавина.

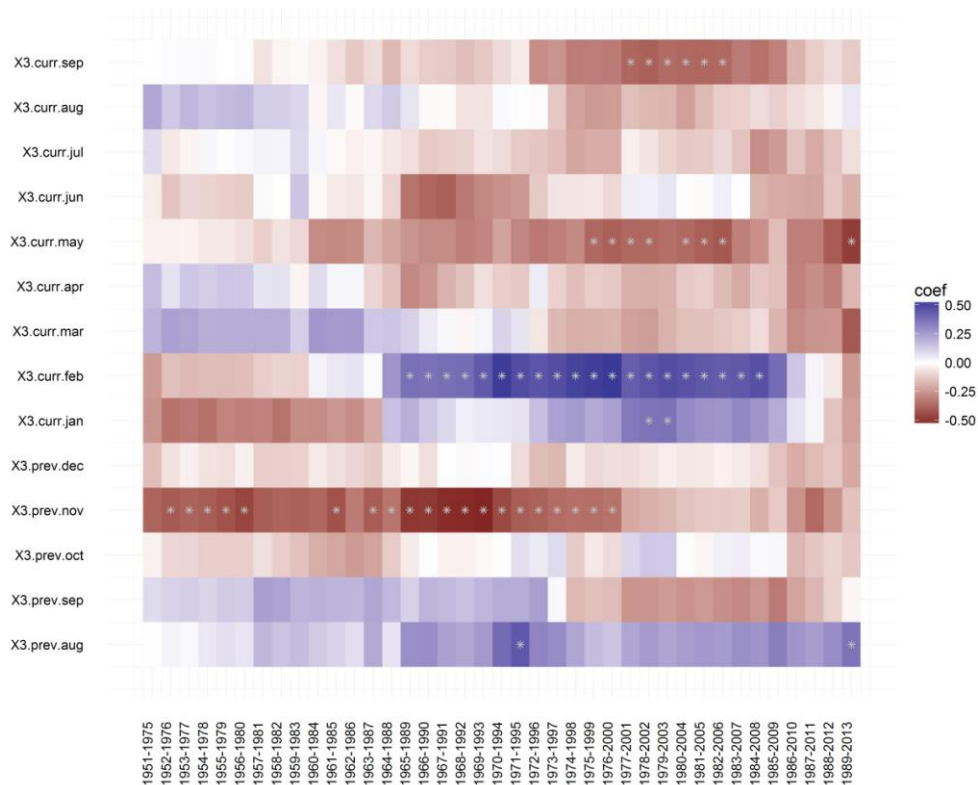


**Слика 157:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Власина

На сл. 158 приказана је покретна корелација између ширине година и количине падавина на локалитету Власина.

Значајне негативне корелације констатоване су у мају (1976-2013) и септембру (1978-2007) текуће године и у новембру претходне године у периоду (1952-2001).

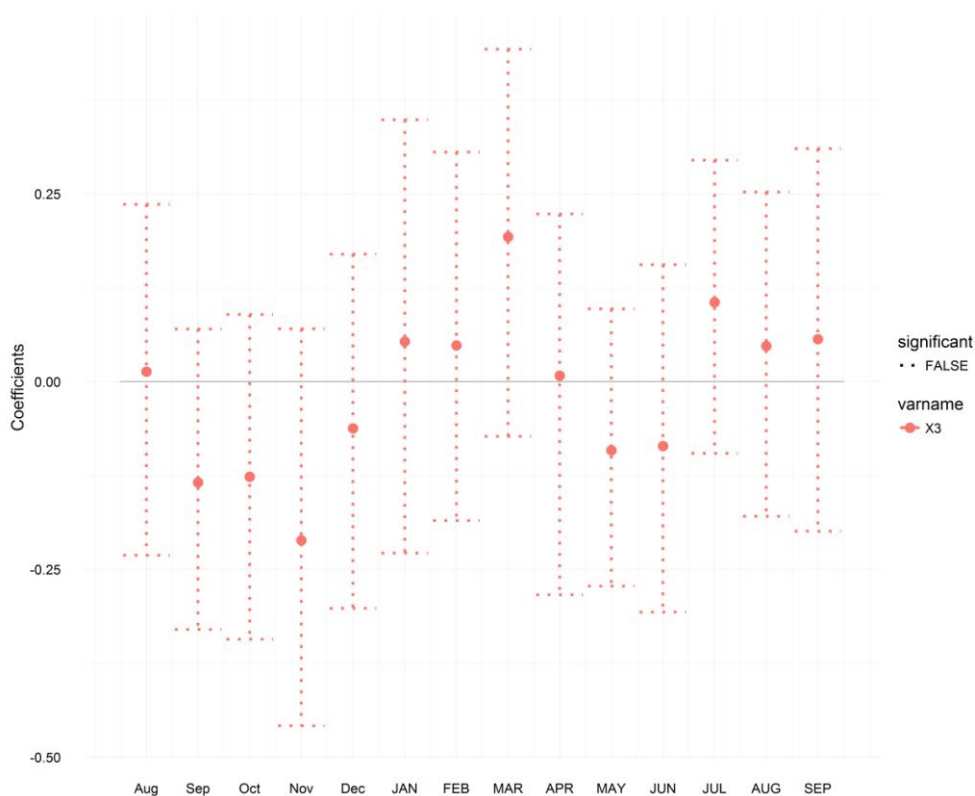
Значајна позитивна корелација је била у фебруару (1965-2009) текуће године. Појединачне позитивне корелације уочене су у јануару (1978-2003) текуће године и августу претходне године у периоду (1971-2013).



**Слика 158:** Покретна корелација (eng. Moving) између количине падавина и ширине година, локалитет Власина

### 5.6.15. СТАРА ПЛАНИНА (БАБИН ЗУБ)

На сл. 159 може се видети да на локалитету Стара Планина (Бабин Зуб) не постоје значајне ни позитивне ни негативне корелације између ширине година и количине падавина.



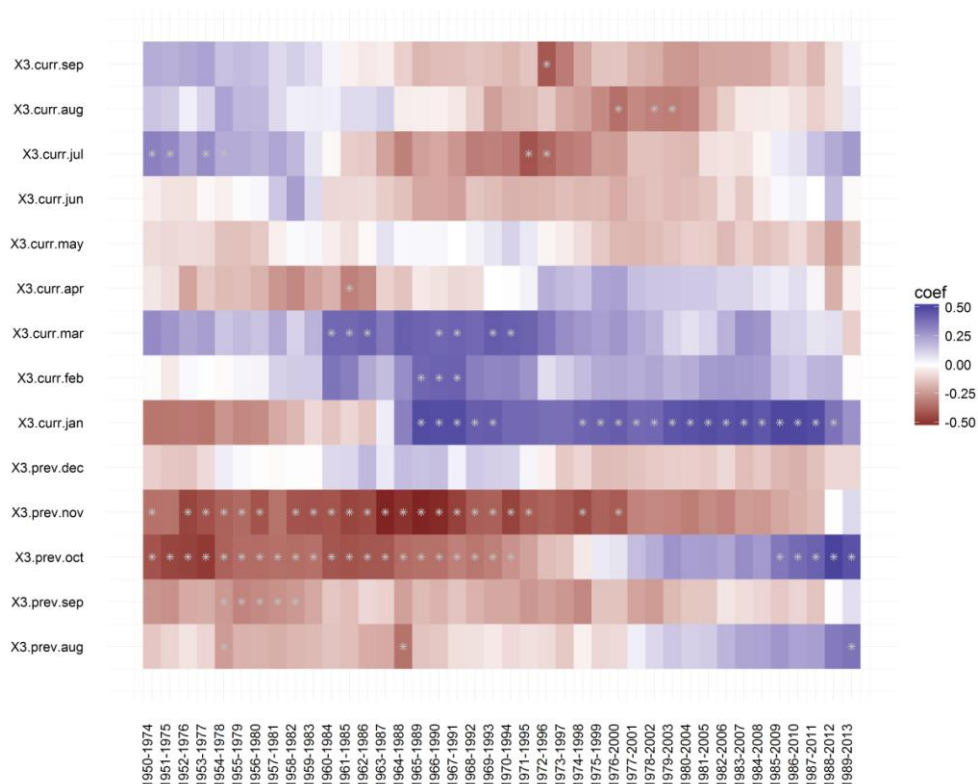
**Слика 159:** Статична корелација (eng. Static) између количине падавина и ширине година, локалитет Стара Планина (Бабин Зуб)

На сл. 160 приказана је покретна корелација између ширине година и количине падавина на локалитету Стара Планина (Бабин Зуб).

Значајне позитивне корелације констатоване су у јануару (1965-2012), фебруару (1965-1991) и марту (1961-1995) текуће године, а значајне негативне корелације су уочене у августу (1977-2005) текуће године, као и у септембру (1954-1982) и новембру (1951-2000) претходне године.

У јулу текуће године позитивна корелација је била у периоду (1950-1980) године, а затим негативна (1971-1997) године. Негативна корелација је била у августу претходне године у периоду (1964-1988), након тога наступа позитивна корелација у периоду (1989-2013). У октобру претходне године значајна негативна корелација била је у периоду (1950-1994), а потом значајна позитивна у периоду (1995- 2013).

Појединачне значајне негативне корелације запажене су у априлу (1961-1985) и септембру (1972-1996) текуће године.



**Слика 160:** Покретна корелација (eng. Moving) између количине падавина и ширине година, локалитет Стара Планина (Бабин Зуб)

### 5.6.16. КОРЕЛАЦИЈЕ ИЗМЕЂУ КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА И ШИРИНЕ ГОДОВА НА СВИМ АНАЛИЗИРАНИМ ЛОКАЛИТЕТИМА

У таб. 41 приказане су статичне корелације између количине падавина и ширине година букве за све анализирани локалитете у илирској (доњи део табеле) и мезијској провинцији (горњи део табеле). Малим словима су означени месеци претходне године а великим месеци текуће године. Плави квадратићи са знаком + представљају месеце у којим је забележена значајна позитивна корелација између количине падавина и ширине година, а црвени квадратићи са знаком – показују значајне негативне корелације између количине падавина и ширине година.

**Табела 41:** Табеларни приказ статичних корелација између количине падавина и ширине година букве свих анализираних локалитета у мезијској и илирској провинцији

|                   | авг | сеп | окт | нов | дец | ЈАН | ФЕБ | МАР | АПР | МАЈ | ЈУН | ЈУЛ | АВГ | СЕП |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Лопаре            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Власеница         | +   |     |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Јахорина          |     | +   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Србац             | +   |     |     |     |     |     |     |     |     | +   |     |     |     |     |
| Мркоњић<br>Град   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Источни<br>Дрвар  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | +   |     |     |     |
| Источна<br>Борања | +   |     |     |     |     |     |     |     |     | -   |     | +   | +   | -   |
| Голија            |     |     | -   |     |     |     |     |     |     | -   |     |     |     | -   |
| Фрушка<br>Гора    | +   |     | +   |     |     |     |     |     |     | +   |     |     |     |     |
| Космај            |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     | +   | +   | +   |     |
| Вршачки<br>Брег   | +   | +   |     | +   |     |     |     | -   | +   |     |     | +   | +   |     |
| Жељин             |     |     |     |     |     |     |     | -   |     |     |     | +   |     | -   |
| Кукавица          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | +   | +   |     |     |
| Власина           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Бабин зуб         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Визуелним поређењем истраживаних локалитета из мезијске провинције може се констатовати да локалитети Фрушка Гора, Космај и Кукавица имају значајне позитивне корелације између количине падавина и ширине година у појединим месецима. На локалитетима Вршачки брег и Жељин констатоване су и позитивне и негативне значајне корелације, а Власина и Бабин зуб нису показали никакве корелације између количине падавина и ширине година букве.

На свим локалитетима на којим су забележене значајне корелације између ширине година и количине падавина, количине падавина излучене у летњим месецима текуће године (нарочито јулске падавине) и падавине излучене у касно лето и у јесен претходне године утицале су позитивно на дебљински прираст стабала букве. Само на

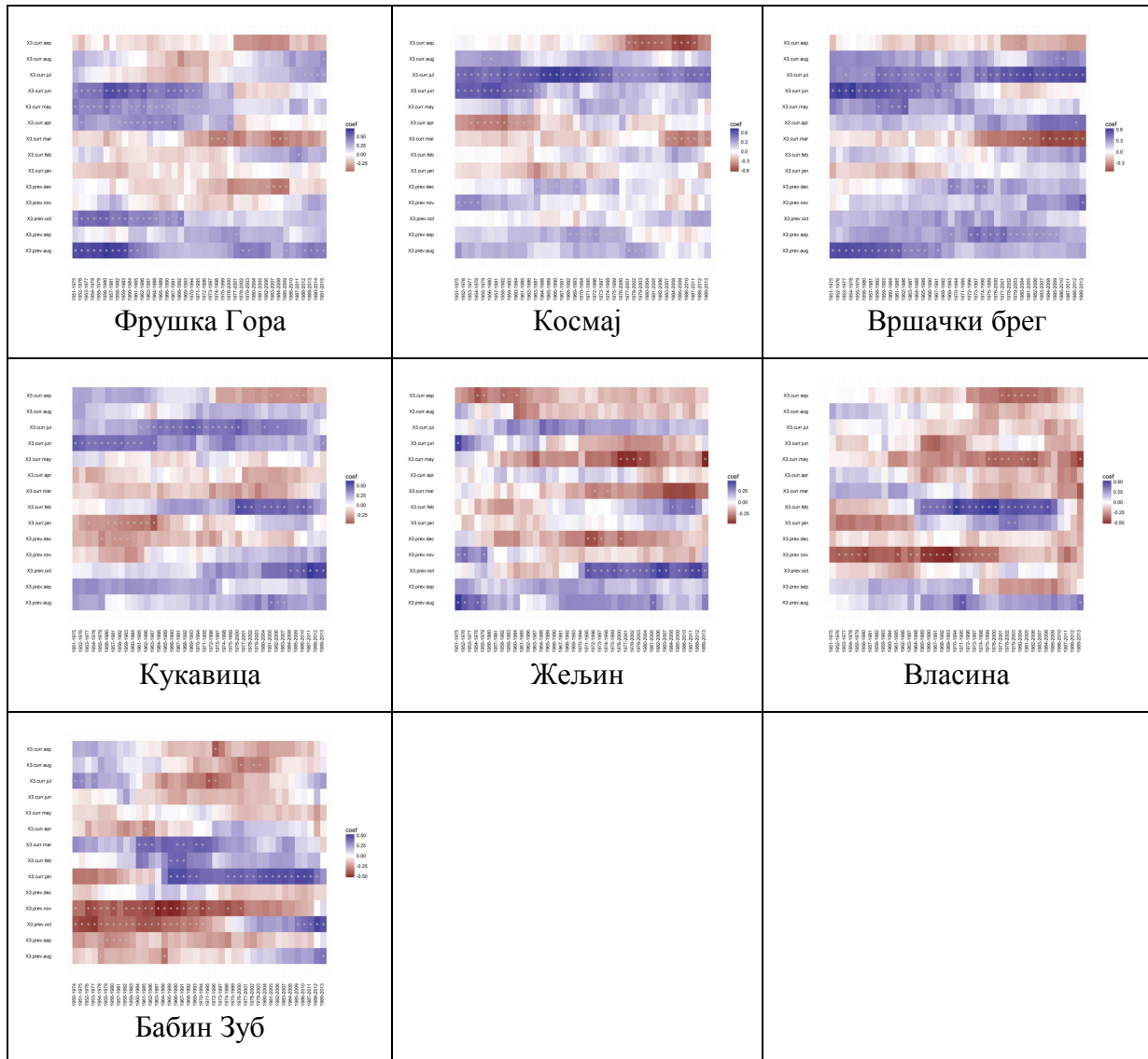
два локалитета су уочене значајне негативне корелације између ширине година и количине падавина и то у марту и септембру текуће године.

Визуелним поређењем истраживаних локалитета из илирске провинције може се констатовати да на локалитетима Лопаре и Мркоњић Град није уочена ни позитивна ни негативна значајна корелација између ширине година и количине падавина. На локалитету Голија констатоване су значајне негативне корелације у мају и септембру текуће године и у октобру претходне године. На локалитету Источна Борања забележене су и позитивне и негативне корелације. Позитивне су констатоване у летњем периоду текуће године и у августу претходне, а негативне у мају и септембру текуће године.

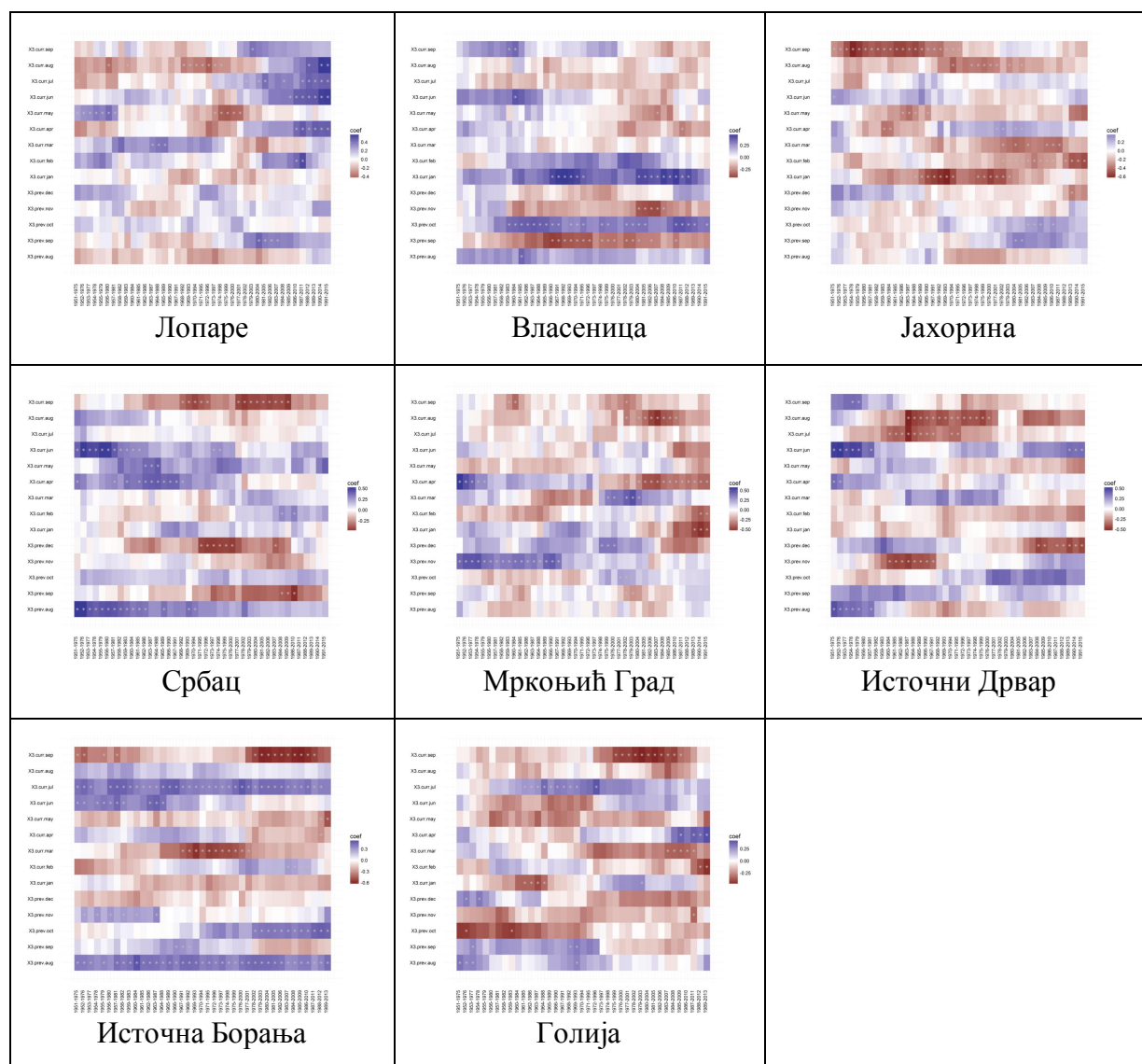
Из таб. 41 може се видети да су у мезијској провинцији израженије позитивне корелације између количине падавина и ширине година него у илирској.

На сл. 161 приказане су покретне корелације између количине падавина и ширине година стабала букве свих анализираних локалитета у мезијској, а на сл. 162 покретне корелације између количине падавина и ширине година свих анализираних локалитета у илирској провинцији.





Слика 161: Покретне корелације између количине падавина и ширине година свих анализираних локалитета у мезијској провинцији.



**Слика 162:** Покретне корелације између количине падавина и ширине година свих анализираних локалитета у илирској провинцији

Визуелним поређењем сл. 161 и 162 на којим су приказане покретне корелације између количине падавина и ширине година стабала букве у мезијској и илирској провинцији може се запазити да у последњим годинама код мезијске провинције доминира плава и интензивна плава боја, што је индикатор позитивне корелације, док код илирске провинције има заступљене и црвене боје која је индикатор негативне корелације.

У таб. 42 приказане су статичне корелације између количине падавина и ширине година букве свих анализираних локалитета на доњој граници, у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума.

**Табела 42:** Табеларни приказ статичне корелације између количине падавина и ширине година свих анализираних локалитета на доњој граници, у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума.

|                   | авг | сеп | окт | нов | дец | ЈАН | ФЕБ | МАР | АПР | МАЈ | ЈУН | ЈУЛ | АВГ | СЕП |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Лопаре            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Србац             | +   |     |     |     |     |     |     |     |     | +   |     |     |     |     |
| Фрушка<br>Гора    | +   |     | +   |     |     |     |     |     |     | +   |     |     |     |     |
| Космај            |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     | +   | +   | +   |     |
| Вршачки<br>брег   | +   | +   |     | +   |     |     |     | -   | +   |     |     | +   | +   |     |
| Власеница         | +   |     |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Мркоњић<br>Град   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Источна<br>Борања | +   |     |     |     |     |     |     |     |     | -   |     | +   | +   | -   |
| Жељин             |     |     |     |     |     |     |     | -   |     |     |     | +   |     | -   |
| Кукавица          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | +   | +   |     |     |
| Јахорина          |     | +   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Источни<br>Дрвар  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | +   |     |     |     |
| Голија            |     |     | -   |     |     |     |     |     |     | -   |     |     |     | -   |
| Власина           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Бабин зуб         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Визуелним поређењем статичне корелације између количине падавина и ширине година на доњој граници распрострањења значајне позитивне корелације констатоване су на скоро свим локалитетима изузев Лопара које су биле индиферентне. Значајна негативна корелација констатована је само на локалитету Вршачки брег у месецу марту текуће године. На локалитетима Вршачки брег и Космај значајне позитивне корелације су забележене у летњим месецима текуће године и у јесењим месецима претходне године, док су за локалитет Фрушка Гора и Србац биле значајне количине падавина излучене у мају текуће и у августу претходне године.

Позитивну корелацију количине падавина на ширину година стабала букве установили су у својим истраживањима (Dittmar et al., 2003; Fotelli et al., 2009;

Scharnweber et al., 2011). Довољне количине падавина излучене у лето текуће и у лето претходне године позитивно су утицале на раст стабала букве у све три зоне вертикалног распрострањења (Dittmar, Eling, 1999; Dittmar et al., 2003). Тегел и сар. (Tegel et al., 2014) проучавајући букове шуме на Балканском полуострву су установили да је дебљински прираст ових шума био већи у годинама у којим је количина падавина у летњем периоду била повишена. Геслер и сар. (Gebler et al., 2007) су у истраживањима у централној Пољској дошли до резултата да букове шуме које се налазе на доњој граници вертикалног распрострањења имају смањен прираст због недостатка влаге.

Хакет Пеин и сар. (Hackett Pain et al., 2017) су у истраживањима на подручју северне Грчке, у свим зонама вертикалног распрострањења букових шума дошли до резултата да ширина година стабала букве зависи од количине падавина у вегетационом периоду текуће године и од количине падавина излучених у лето претходне године. Повећање количине падавина у периоду од маја до јула текуће године утицало је позитивно на прираст стабала букве нарочито на нижим надморским висинама. На вишим надморским висинама односи између ширине година и количине падавина били су слабији, понекад чак и негативни.

На доњој граници вертикалног распрострањења букових шума количина падавина је значајније утицала од температуре ваздуха на раст стабала букве (Fritts, 1966; Dittmar et al., 2003; Piovesan et al., 2005; Hackett Pain et al., 2017). Хакет Пеин и сар. (Hackett Pain et al., 2017) су установили да у југоисточној Европи раст стабала букве, поред температуре ваздуха у летњем периоду зависи и од количине падавина која се излучи у летњим месецима. Њихови резултати показују да ће букове шуме бити осетљиве на сушу на свим надморским висинама.

Смањење количине падавина утицало је на смањење ширине година стабала букве у североисточној Немачкој. Количина падавина која се излучила у вегетационом периоду претходне године имала је велики утицај на раст стабала букве (Scharnweber et al., 2011). Исти аутори су дошли до резултата да количина падавина у јуну и јулу текуће године утиче значајно на прираст стабала букве у овом делу Немачке.

Смањење количине падавина у вегетационом периоду показало се као ограничавајући фактор букових шума на нижим надморским висинама (Budeanu et al., 2016). У састојинама које се налазе на нижим надморским висинама ширина година била је у негативној корелацији са смањеном количином падавина у априлу, а у састојинама на вишим надморским висинама у позитивној са повећаном количином падавина у периоду од јула до септембра текуће године (Hackett Pain et al., 2017).

Розас и сар. (Rozas et al., 2015) су дошли до закључака да је на раст букових шума, на Пиринејском полуострву позитивно утицала повишена количина падавина у пролеће и лето, а негативно сушни периоди у априлу и јуну. Најугроженије састојине биле су оне које су се налазиле на границама ареала. На рубу доње границе распрострањења раст је условљен сушом, а мале ширине година су последица повећања температуре и смањења количине падавина (Jump et al., 2006). На нижим надморским висинама у централној Европи често дешавало да поред суше и године

у којим су стабла имала обилан урод семена буду главни узрок смањења дебљинског прираста стабала у тој години или чак у наредне две године (Dittmar et al., 2003).

На локалитетима на којим се буква налазила у оптимуму значајне позитивне корелације између ширине година и количине падавина су уочене у летњим месецима текуће године на локалитетима Источна Борања, Жењин и Кукавица. На локалитетима Источна Борања и Жељин су уочене и значајне негативне корелације у септембру текуће године као и у пролеће текуће године. На локалитету Власеница су уочене значајне позитивне корелације између ширине година стабала букве и количине падавина у јануару текуће године и у августу претходне. На локалитету Мркоњић Град нису забележене ни позитивне ни негативне значајне корелације.

Пиовесан и сар. (Piovesan et al., 2008) истраживали су утицај ширине година букових стабала и количине падавина у централној Италији на локалитетима у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума. На основу њихових резултата може се констатовати да су на смањење ширине година у оптимуму утицале летње суше, а на горњој граници температуре ваздуха у мају текуће године. На ширину година на нижим надморским висинама (400-800 mнв.) и у оптимуму (1000-1400 mнв.) суше у вегетационом периоду су утицале на смањење ширине година стабала букве.

У састојинама букве које се налазе у оптимуму на ширину година су негативно утицале количине падавина које су се излучиле у августу и температуре ваздуха у септембру претходне године. Количине падавина излучене у текућој години у вегетационом периоду су позитивно утицале на раст (Budeanu et al., 2016). Количина падавина која се излучи у мају и јуну текуће године је од суштинског значаја за раст и опстанак стабала букве у оптимуму вертикалног распрострањења букових шума (Czucz et al., 2011; Di Filippo, 2007; Dittmar et al., 2003).

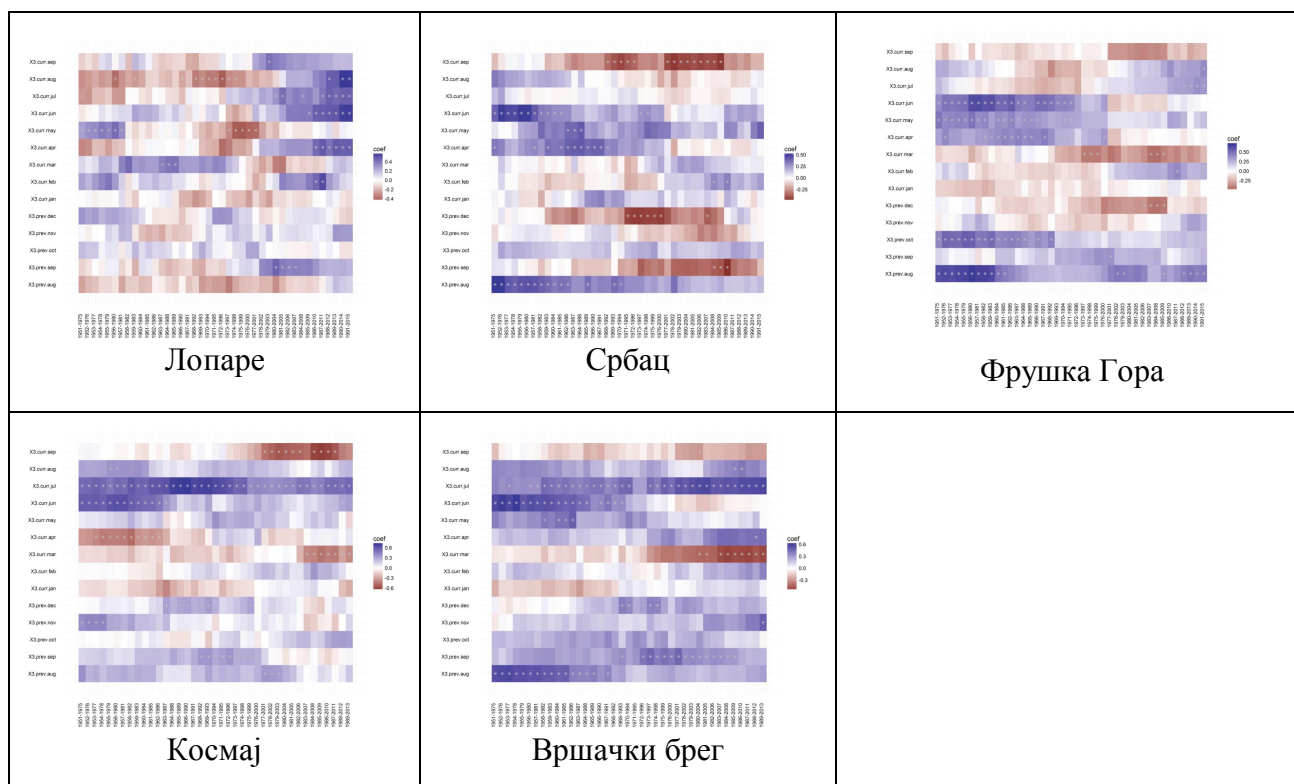
Позитивне корелације између ширине година стабала букве и количине падавина на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума су појединачне и са малим интервалом поверења. На Јахорини је констатована значајна позитивна корелација у септембру претходне године а у Источном Дрвару у јуну текуће године. Значајна негативна корелација је констатована на Голији у мају и септембру текуће године као и у октобру претходне године.

Суша у вегетационом периоду претходне године утицала је на смањење прираста у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума, посебно у оптимуму јер је дуже трајала (Piovesan et al., 2008). Летње суше у току године (Bourland et al., 2005) претходне године (Piovesan, Schirone, 2000; Jump et al., 2006) и две године раније (Piovesan, Schirone, 2000) и у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума биле су условљене више повећањем температура ваздуха него смањењем количине падавина. Суша може да се јави и у бореалним пределима ако нема довољно падавина (D' Arrigo et al., 2004) као и за време повишених температура ваздуха (Barber et al., 2000).

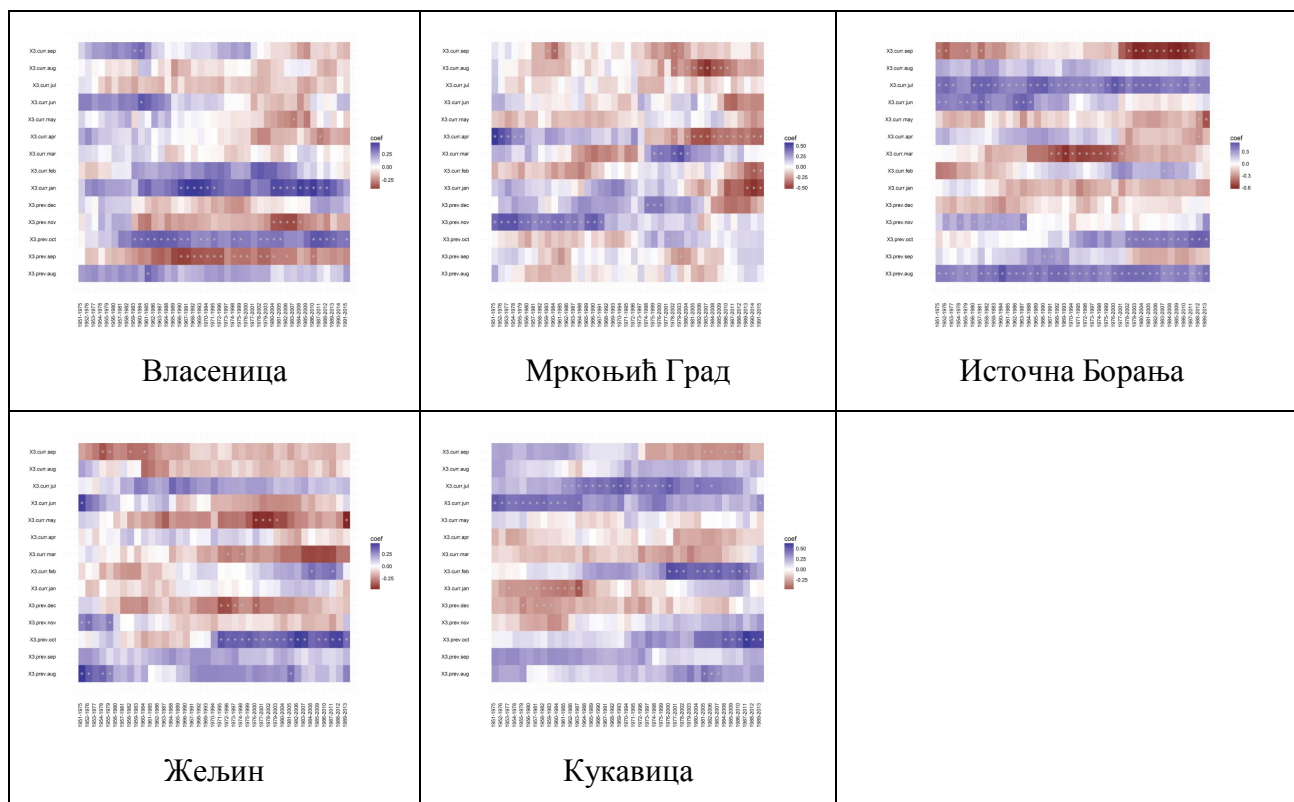
Дитмар и сар. (Dittmar et al., 1999) објашњавају појаву смањења дебљинског прираста стабала букве на већим надморским висинама у Шпанији као последицу смањења количине падавина у вегетационом периоду. Они су посматрали корелације

између ширине година и количине падавина и установили да оба локалитета имају значајне негативне корелације у различитим месецима претходне године и у зимским месецима претходне године. Ове корелације индиректно указују на појаву мразева и отпорност стабала букве на мразеве. Нпр. након касног мраза у мају 1953. године (Elling et al., 1987) већина букових састојина са горње границе вертикалног распрострањења је већ следеће године имала позитиван сигнал (Dittmar, 1999).

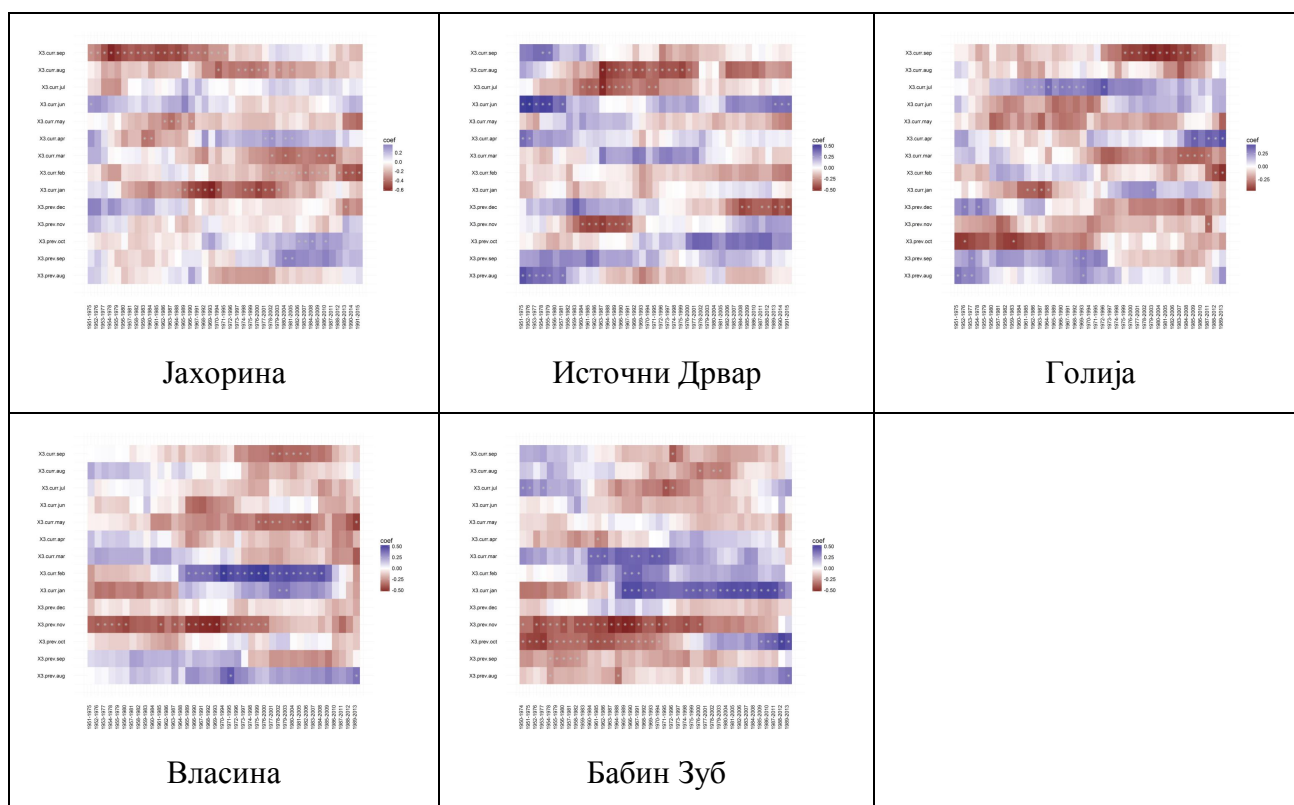
На сл. 163 приказане су покретне корелације између количине падавина и ширине година свих анализираних локалитета где се букове шуме налазе на доњој граници, на сл. 164 где су букове шуме у оптимуму и на сл. 165 где се букове шуме налазе на горњој граници вертикалног распрострањења.



**Слика 163:** Покретне корелације између количине падавина и ширине година свих анализираних локалитета на доњој граници вертикалног распрострањења букових шума



Слика 164: Покретне корелације између количине падавина и ширине година свих анализираних локалитета у оптимуму вертикалног распрострањења букових шума



**Слика 165:** Покретне корелације између количине падавина и ширине година свих анализираних локалитета на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума

Визуелним поређењем сл. 163, 164 и 165 на којим су приказане покретне корелације између количине падавина и ширине година на доњој граници распрострањења, у оптимуму и на горњој граници распрострањења букових шума може се видети да како се мењао утицај температуре ваздуха на ширину година кроз време. Поређењем графикана из све три зоне вертикалног распрострањења букових шума може се запазити да у последњим деценијама на графиконима са доње границе и оптимума доминира плава и интензивна плава боја, што је индикатор позитивне корелације, док је на горњој граници распрострањења букових шума више заступљена црвена боја која је индикатор негативне корелације.



## 5.7. УТИЦАЈ ЕКСТРЕМНИХ ВРЕМЕНСКИХ ПРИЛИКА НА РАСТ И ВИТАЛНОСТ СТАБАЛА БУКВЕ

Да бисмо утврдили да ли су варијације температура и количине падавина значајно утицале на раст и развој стабала букве у Републици Србији и у Републици Српској, издвојили смо локалитете чије су хронологије имале већу варијабилност ширине година у вегетационом периоду (табела 43) и за њих израчунали коефицијенте корелације између температуре ваздуха и ширине година и количине падавина и ширине година. Сушне године су изостављене при рачунању корелација да би се добио јасан сигнал. Након тога су сушне године посебно анализирани за сваки локалитет на коме су забележени високи коефицијенти корелација између промене ширине година и температура ваздуха и количине падавина у вегетационом периоду.

**Табела 43:** Коефицијент корелације између промене ширине година и температура и падавина у вегетационом периоду.

| Локалитет      | Период    | Температура (°C) | Падавине (mm) |              |
|----------------|-----------|------------------|---------------|--------------|
| Космај         | 1951–1980 | –0,4             | 0,4           | Доња граница |
|                | 1961–1990 | –0,4             | 0,5           |              |
|                | 1971–2000 | –0,5             | 0,7           |              |
|                | 1981–2010 | –0,3             | 0,7           |              |
| Вршачки брег   | 1951–1980 | -                | -             |              |
|                | 1961–1990 | –0,1             | 0,5           |              |
|                | 1971–2000 | –0,4             | 0,6           |              |
|                | 1981–2010 | –0,4             | 0,6           |              |
| Лопаре         | 1951–1980 | –0,2             | 0,2           |              |
|                | 1961–1990 | –0,1             | 0,3           |              |
|                | 1971–2000 | –0,2             | 0,6           |              |
|                | 1981–2010 | –0,4             | 0,6           |              |
| Кукавица       | 1951–1980 | 0,2              | 0,2           | Оптимум      |
|                | 1961–1990 | 0,2              | 0,5           |              |
|                | 1971–2000 | –0,2             | 0,6           |              |
|                | 1981–2010 | –0,4             | 0,6           |              |
| Источна Борања | 1951–1980 | 0,1              | 0,3           |              |
|                | 1961–1990 | –0,1             | 0,5           |              |
|                | 1971–2000 | –0,4             | 0,7           |              |
|                | 1981–2010 | –0,4             | 0,7           |              |
| Мркоњић Град   | 1951–1980 | -                | -             |              |
|                | 1961–1990 | -                | -             |              |
|                | 1971–2000 | -                | -             |              |
|                | 1981–2010 | -                | -             |              |

У таб. 44 приказане су сушне године (онако како су дефинисане у поглављу 4.4.2.) за све анализиране локалитете. Црвена поља са звездицом представљају сушне године на посматраним локалитетима. Табела је подељена на три дела из којих се могу видети сушне године посебно за локалитете који се налазе на доњој граници, у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења.

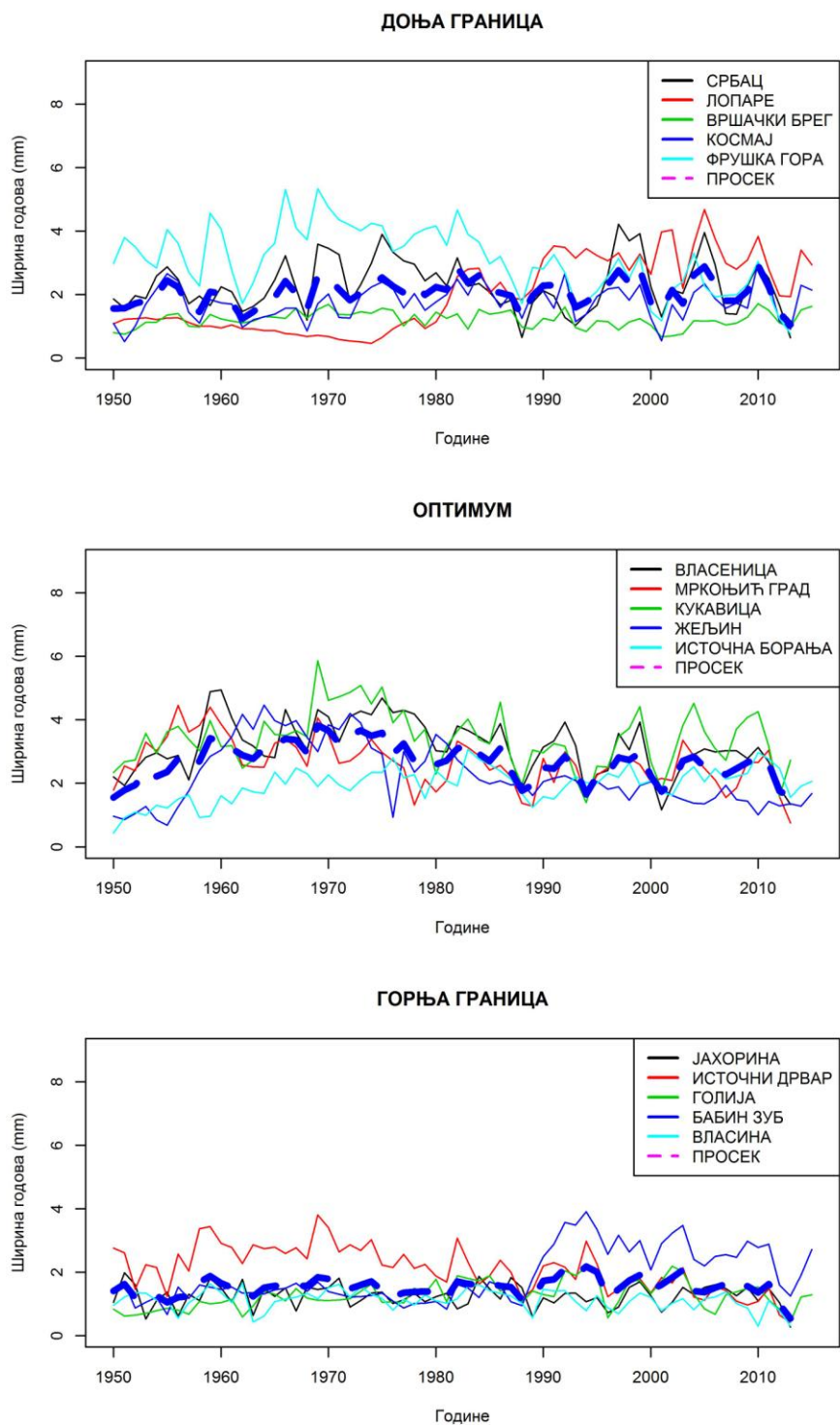
Из таб. 44 може се видети да су године 1958., 1961., 1990., 1994., 2000. и 2011. сушне године на свим анализираним локалитетима и на доњој граници и у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума. Заједничке сушне године за све локалитете на доњој граници вертикалног распрострањења букових шума су: 1951., 1953., 1958., 1961., 1982., 1983., 1990., 1992., 1994., 2000., 2003., 2008., 2011. и 2012. Заједничке сушне године за локалитете у оптимуму су: 1951., 1952., 1958., 1961., 1990., 1992., 1993., 1994., 2000., 2003. и 2011. година. Заједничке сушне године на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума су: 1958., 1961., 1982., 1990., 1993., 1994., 2000. и 2011. година.

На сл. 166 пуним линијама су приказане хронологије просечних ширина година на доњој граници, оптимуму и горњој граници вертикалног распрострањења букових шума, а испрекидана плава линија представља просечну вредност свих просечних ширина година по зонама вертикалног распрострањења.

Ако године у којим је забележен пад ширине година (сл. 166) упоредимо са изразито сушним годинама за све анализиране локалитете на доњој граници, оптимуму и горњој граници вертикалног распрострањења букових шума (таб. 44) уочавамо да је смањење ширине година везано за поједине изразито сушне године, али такође и за периоде који наступају након изразито сушних година. Ипак, ово смањење је знатно израженије на доњој граници и у оптимуму него на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума (Stjepanović i sar., 2017).

Табела 44: Сушне године за све анализиране локалитете

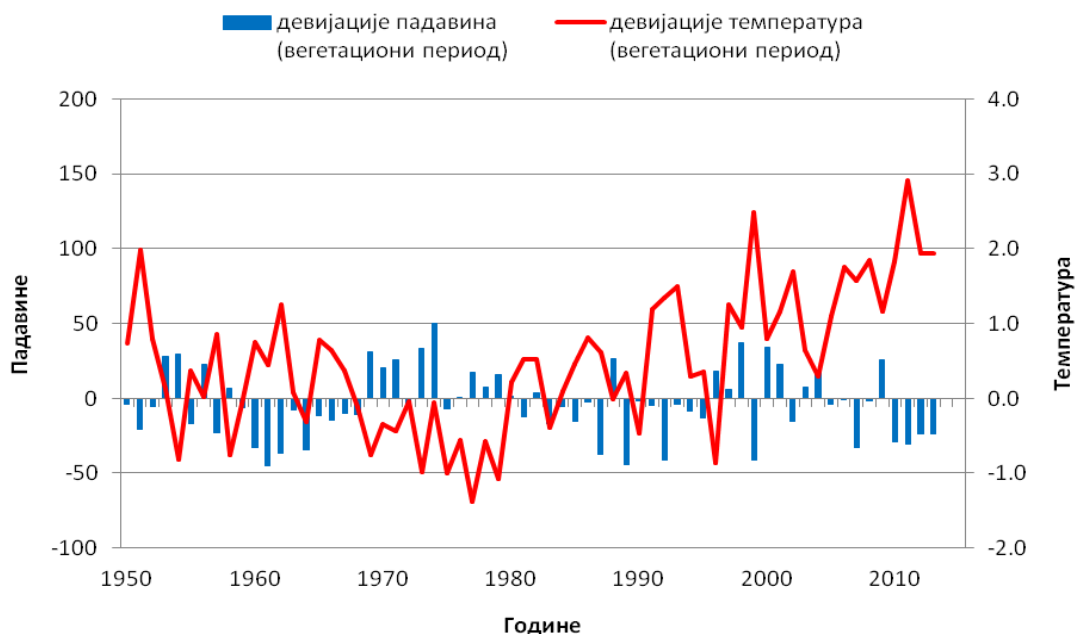
| ГОД  | ДОЊА ГРАНИЦА |    |    |    |    | ОПТИМУМ |    |    |    |    | ГОРЊА ГРАНИЦА |    |    |   |    |
|------|--------------|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|---------------|----|----|---|----|
|      | ЛО           | СР | ФГ | КО | ВБ | ВЛ      | МГ | ИБ | ЖЕ | КУ | ЈА            | ИД | ГО | В | БЗ |
| 1951 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  | *  | *             | *  | *  | * | *  |
| 1952 | *            | *  |    | *  |    | *       | *  | *  | *  | *  | *             | *  | *  | * | *  |
| 1953 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  |    | *  | *             | *  | *  |   |    |
| 1954 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1955 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1956 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1957 | *            | *  | *  | *  |    | *       | *  | *  |    |    | *             | *  | *  |   |    |
| 1958 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  | *  | *             | *  | *  | * | *  |
| 1959 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1960 | *            |    |    | *  | *  | *       |    | *  | *  | *  | *             |    | *  | * | *  |
| 1961 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  | *  | *             | *  | *  | * | *  |
| 1962 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   | *  |
| 1963 |              |    |    |    |    |         |    |    | *  | *  |               |    | *  |   |    |
| 1964 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1965 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1966 |              |    |    | *  |    |         |    |    |    |    |               |    | *  |   |    |
| 1967 |              | *  |    | *  | *  | *       |    |    | *  | *  |               |    |    |   | *  |
| 1968 |              | *  | *  | *  |    |         |    |    |    | *  |               |    | *  | * | *  |
| 1969 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1970 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1971 | *            |    | *  |    |    |         |    | *  | *  |    |               |    |    |   |    |
| 1972 |              |    |    | *  | *  | *       |    | *  | *  |    | *             |    |    |   |    |
| 1973 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1974 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1975 |              | *  | *  |    |    |         | *  |    |    |    |               | *  |    |   |    |
| 1976 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1977 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   | *  |
| 1978 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1979 | *            |    | *  |    |    |         |    | *  | *  |    |               |    |    | * |    |
| 1980 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1981 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1982 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  |    | *             | *  | *  | * | *  |
| 1983 | *            | *  | *  | *  | *  |         | *  | *  | *  |    |               | *  | *  | * | *  |
| 1984 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1985 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    | * |    |
| 1986 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    | *             |    |    | * | *  |
| 1987 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1988 | *            | *  | *  | *  |    | *       | *  | *  | *  |    |               | *  | *  | * | *  |
| 1989 |              | *  | *  |    |    |         | *  |    |    |    |               | *  |    |   | *  |
| 1990 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  | *  | *             | *  | *  | * | *  |
| 1991 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1992 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  | *  | *             |    | *  | * | *  |
| 1993 | *            | *  | *  | *  |    | *       | *  | *  | *  | *  | *             | *  | *  | * | *  |
| 1994 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  | *  | *             | *  | *  | * | *  |
| 1995 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1996 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 1997 | *            | *  |    |    |    | *       | *  |    |    |    | *             | *  |    |   |    |
| 1998 |              | *  |    | *  | *  |         | *  |    |    |    | *             | *  |    | * |    |
| 1999 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    | * |    |
| 2000 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  | *  | *             | *  | *  | * | *  |
| 2001 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    | * | *  |
| 2002 |              |    | *  |    | *  |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 2003 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  | *  | *             | *  |    | * | *  |
| 2004 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   | *  |
| 2005 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 2006 |              | *  |    |    | *  |         | *  |    |    |    |               | *  |    |   |    |
| 2007 |              | *  |    |    |    |         | *  |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 2008 | *            | *  | *  | *  | *  | *       |    | *  | *  | *  | *             |    | *  |   | *  |
| 2009 |              | *  | *  |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 2010 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 2011 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  | *  | *             | *  | *  | * | *  |
| 2012 | *            | *  | *  | *  | *  | *       | *  | *  | *  | *  |               |    |    |   | *  |
| 2013 | *            |    |    | *  |    | *       |    | *  | *  | *  |               |    | *  |   | *  |
| 2014 |              |    |    |    |    |         |    |    |    |    |               |    |    |   |    |
| 2015 |              | *  |    |    |    | *       | *  |    |    |    | *             | *  |    |   |    |



Слика 166: Просечне хронологије стабала букве у све три зоне вертикалног распрострањења букових шума

### 5.7.1. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ КОСМАЈ

На локалитету Космај дошло је до значајније варијације ширине година (27%) у периоду 1951-1969 године, и благо позитивног тренда раста ширине година (0,05 година<sup>-1</sup>). Значајна варијабилност би могла бити последица хладне зиме (месечне температуре испод просека вредности климатологије 1) и перманентног смањења количине падавина. Овај ефекат је био нарочито изражен у периоду 1961-1965, када су температуре у вегетационом периоду биле благо изнад просечне температуре (сл. 167). Велико смањење ширине година догодило се 1962. године као резултат веома хладне и дугачке зиме када је просечна температура децембра-фебруар (ДЈФ) (0,4 °C) била испод просечне вредности за климатологију 1 (0,8 °C), док су у периоду од децембра 1961. до марта 1962. просечне месечне температуре биле испод вредности референтне климатологије у сваком месецу. У периоду 1969-2010 године уочен је јасан негативан тренд ширине година (-0,064 година<sup>-1</sup>) који је у великој мери последица смањења количине падавина у вегетационом периоду. Смањење ширине година 2000. године је резултат веома сушних услова током целе године године (табела 44), док је смањење ширине година 2004. године било последица ниже температуре ваздуха у вегетационом периоду (испод просечних вредности за климатологију 4), иако су количине падавина током у вегетационом периоду биле нормалне. Смањење ширине година 1981. и 1989. године не може се објаснити метеоролошким условима.



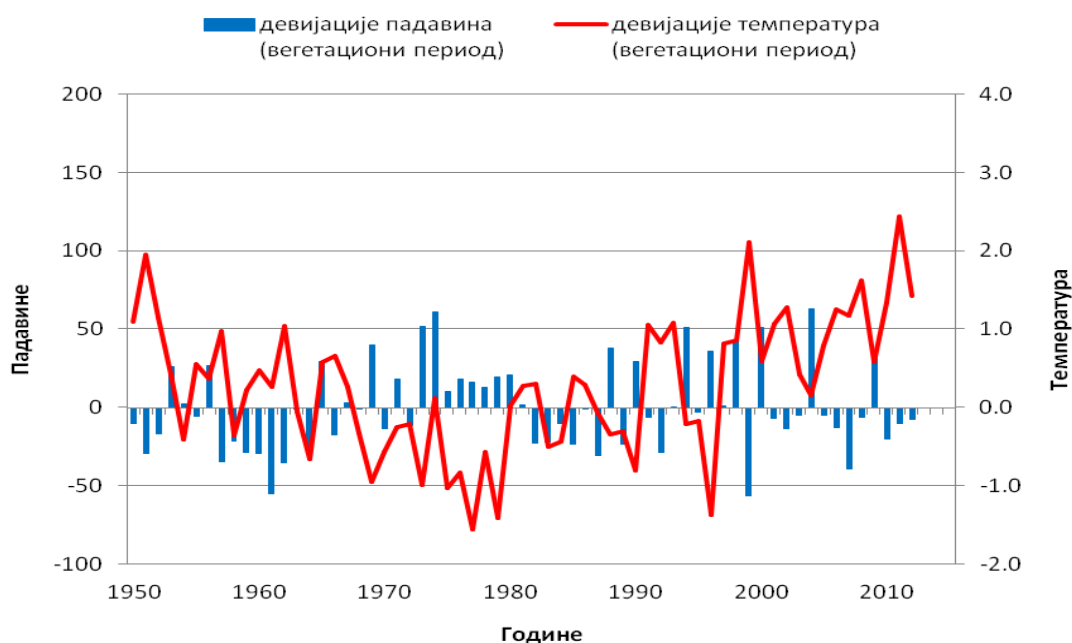
**Слика 167:** Одступање температуре ваздуха и количине падавина у вегетационом периоду на локалитету Космај за период 1951-2013. Црвена линија- девијације температура ваздуха у вегетационом периоду. Плави стубац- девијације количине падавина у вегетационом периоду

### 5.7.2. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ ВРШАЧКИ БРЕГ

Најизраженија карактеристика стабала букве са овог локалитета била је повећање варијабилности ширине година са 29% (климатологија 1) на 40% (климатологија 4). Повећање варијабилности ширине година се поклапало са повећањем варијабилности температуре ваздуха и занемарљивим променама количине падавина (таб. 43). Утицај количине падавина на ширину година у вегетационом периоду и одступање температура ваздуха било је значајано, али су разлике између ова два фактора сасвим јасне (сл. 168). Ове разлике варијације ширине година могу се уочити у климатологији 1, када је просечна вредност била 2,4 mm.

У том климатолошком периоду дошло је до издвајања два подпериода. Први подпериод је био 1957-1963, када су количине падавина у вегетационом периоду биле стално испод просека (20-55%), а ширина година варирала 1,5-2,3 mm са просеком 1,9 mm. Деценију касније (1967-1979) температуре ваздуха у вегетационом периоду су биле испод нормалних вредности за референтну климатологију (0,2-1,4 °C), али је варијација ширине година била значајнија (1,2-3,9 mm) са просечном вредношћу од 2,9 mm. Године са неповољним временским приликама које су посебно утицале на ширину година стабала букве на овом локалитету биле су следеће:

- 1968: период 1966-1968 био је веома хладан. Само неколико месеци у години било је са температурама ваздуха изнад нормале (нпр. фебруар-јун 1968). Хладна зима и крај лета и јесени били су нарочито важни за драстично смањење ширине година (1,2 mm);
- 1988: смањење ширине година (0,7 mm) било је последица хладног периода од марта 1988. до краја године (осим јула и августа), када су месечне температуре ваздуха биле испод нормалне и количине падавина испод просека у вегетационом периоду и током целе године;
- 2001: смањење ширине година (1,2 mm) резултат је врло сувог периода од фебруара 2000. до марта 2001. године, када су месечне температуре ваздуха биле увек изнад просека а количине падавина знатно испод просека за 2000. годину.

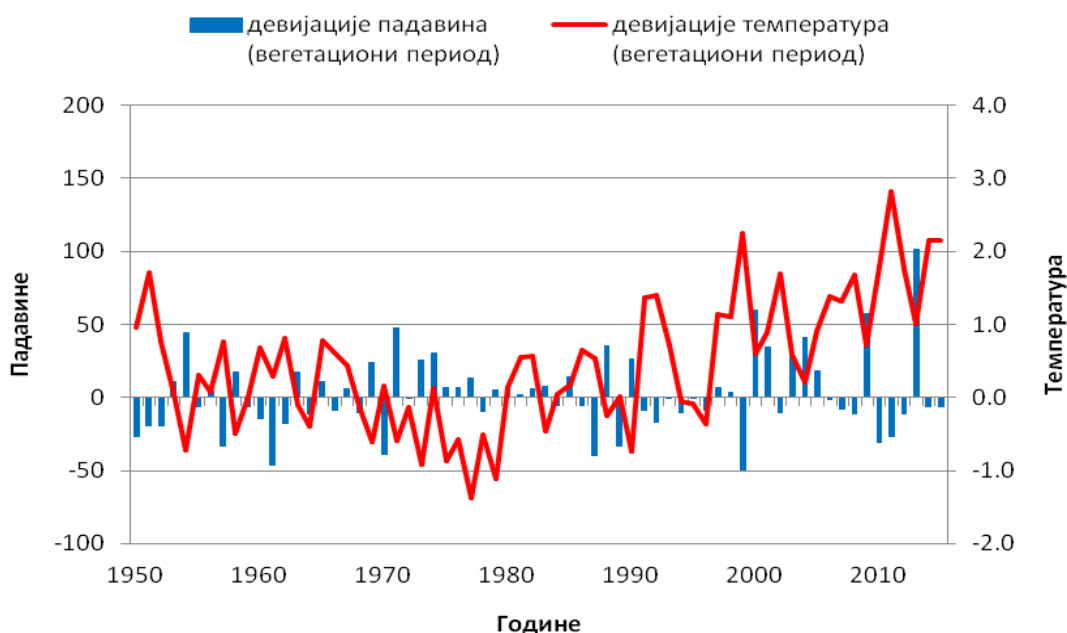


**Слика 168:** Одступање температуре ваздуха и количине падавина у вегетационом периоду на локалитету Вршачки брег за период 1951-2013. Црвена линија- девијације температура ваздуха у вегетационом периоду. Плави стубац- девијације количине падавина у вегетационом периоду

### 5.7.3. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ ЛОПАРЕ

Значајна промена корелације између ширине година и температуре ваздуха и количине падавина у вегетационом периоду пре и после 1980. године (сл. 30 и сл. 169) резултат је промене у начину газдовања. После 1980. године, ширина година имала је позитивну корелацију са количином падавина и негативну корелацију са температуром ваздуха у вегетационом периоду. Значајно смањење ширине година је примећено у следећим периодима:

- 1987 (1988) година имала је веома хладан период од јуна 1986. до маја 1987. године са просечним месечним температурама константно испод просека климатологије 3. Зима 1988. године (укључујући новембар) била је топлија од просека, а пролеће (март-јун) хладније са температурама испод нормале, што је довело до смањења ширине година далеко испод просека климатологије 4.
- 2003. године ширина година је била мала због хладног периода од августа 2002. до априла 2003. године, након чега је наступио топао период од маја до августа;
- 2012 (2013) Период 2011-2013 године био је јако топао (осим фебруара 2011. и 2012. године) температуре су углавном биле константно изнад просека, а падавине испод просека. То је утицало на стварање сушних услова и смањење прираста.



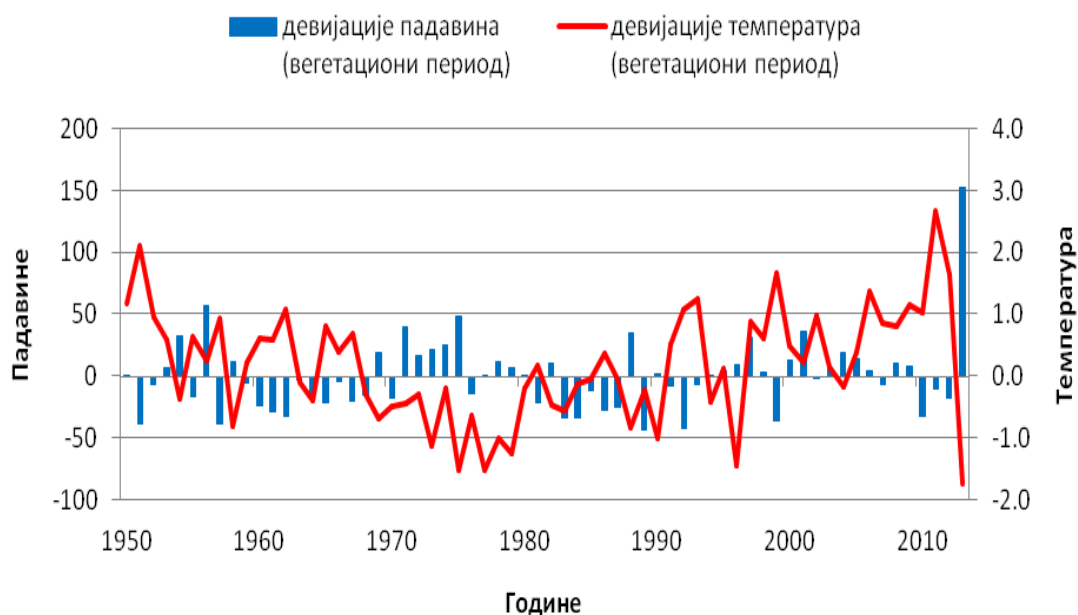
**Слика 169:** Одступање температуре ваздуха и количине падавина у вегетационом периоду на локалитету Лопаре за период 1951-2015. Црвена линија- девијације температура ваздуха у вегетационом периоду. Плави стубац- девијације количине падавина у вегетационом периоду

#### 5.7.4. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ КУКАВИЦА

Период 1950-1975 године на овом локалитету карактерише повећање ширине година ( $0,09 \text{ година}^{-1}$ ), нарочито у 1969. години, што је последица нешто хладнијег лета и топлијег пролећа и јесени у односу на климатологију 1. Коefицијент варијације за годишње количине падавина био је велики (96,5%). После 1975. године дошло је до благог смањења ширине година, а значајно смањење је уочено у следећим периодима:

- 1980. била је прилично хладна година (сл. 170) на овом локалитету са температурама ваздуха испод нормале током периода јануар-септембар;
- 1988. године забележене су ниске температуре ваздуха у периоду март-децембар (осим у јулу и августу), а количине падавина у вегетационом периоду (1987. и 1988. године) биле су око 25% испод просека;
- 1994. године температуре ваздуха су биле изнад просека у периоду од маја 1993. до децембра 1994. (осим новембра 1993 и јуна 1994), а количине падавина у вегетационом периоду 1993. године биле су 40 % испод просека;
- 2001. године забележени су сушни периоди који су трајали 2000-2001 године. Манифестовали су се у виду смањења количине падавина (месечне количине падавина биле су испод просека) у 7 од првих 10 месеци.





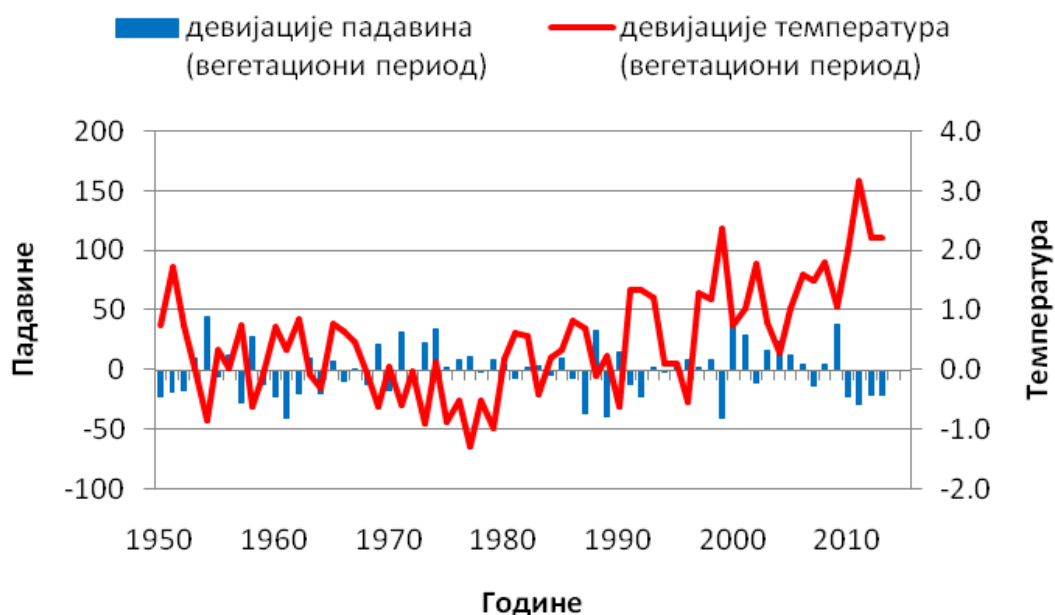
**Слика 170:** Одступање температуре ваздуха и количине падавина у вегетационом периоду на локалитету Кукавица за период 1951-2013. Црвена линија- девијације температура ваздуха у вегетационом периоду. Плави стубац- девијације количине падавина у вегетационом периоду

### 5.7.5. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ ИСТОЧНА БОРАЊА

Тренд повећања ширине година у периоду 1950-1975. године ( $0,07$  година<sup>-1</sup>) замењен је трендом смањења ширине година ( $-0,04$  година<sup>-1</sup>) током преосталог анализираниог периода (сл. 171). Веома мали коефицијент корелације између ширине година и температуре ваздуха и ширине година и количине падавина за климатолошки период 1951-1980 године не може се тумачити као последица промене температуре ваздуха и количине падавина у одређеним годинама. На пример, 1955. и 1959. године, годишње количине падавина у вегетационом периоду (сл. 171) биле су скоро 50% изнад просека, док су температуре ваздуха током пролећа и лета (1955), односно током лета и јесени (1959) биле испод просека. Ови сценарији нису утицали на промену ширине година. Специфично смањење ширине година забележено је у следећим годинама:

- 1988. топла јесен и зима 1987. године (септембар 1987-фебруар 1988) и лето 1988. (јули-септембар 1988. године) утицали су на смањење количине падавина у вегетационом периоду око (37%);
- 1994. године количина падавина у вегетационом периоду одговарала је просеку, али температуре ваздуха изнад просека (април 1993-крај 1994) утицале су на смањење ширине година;

- 2001. године су температуре ваздуха биле изнад просека (фебруар 2000.-март 2001. године), а количина падавина у току године и у вегетационом периоду 2001. године била је 50% изнад просека.



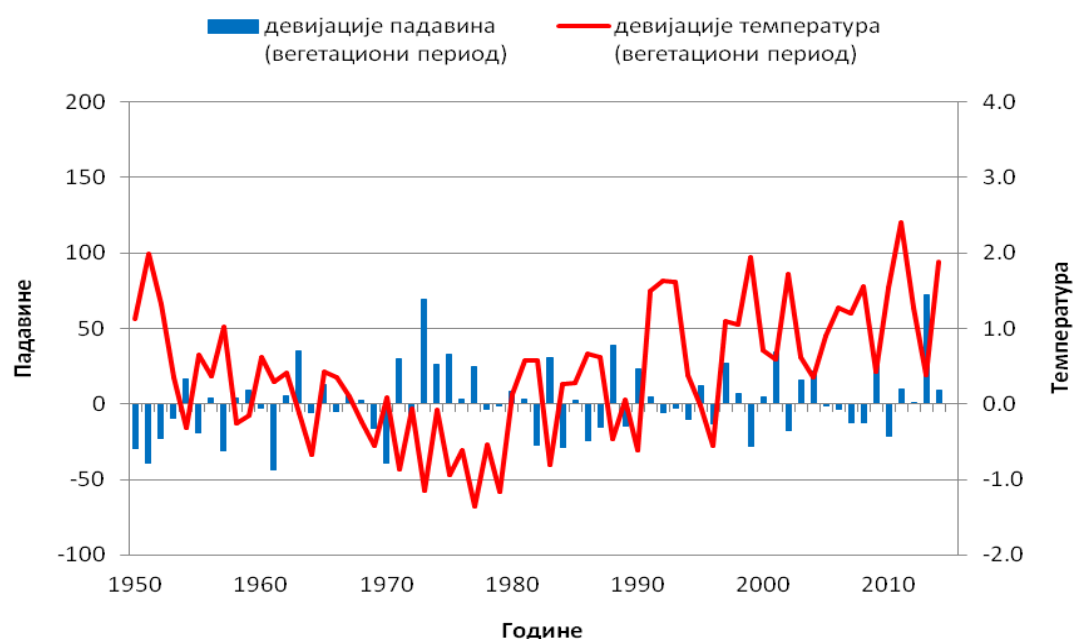
**Слика 171:** Одступање температуре ваздуха и количине падавина у вегетационом периоду на локалитету Источна Борања за период 1951-2013. Црвена линија- девијације температура ваздуха у вегетационом периоду. Плави стубац- девијације количине падавина у вегетационом периоду

### 5.7.6. ЕКСТРЕМНЕ ВРЕМЕНСКЕ ПРИЛИКЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ МРКОЊИЋ ГРАД

Од 1955. до 1962. године дошло је до јаког ( $0,5 \text{ година}^{-1}$ ), линеарног ( $R^2 = 0,99$ ) повећања ширине година. Јасне варијације температуре ваздуха и количине падавина у вегетационом периоду могу се видети током овог периода (слика 174) са трендом опадања вредности температура ваздуха у дужем периоду. После 1962. године, очигледно је знатно спорије ( $-0,06 \text{ година}^{-1}$ ), али и линеарно ( $R^2 = 0,84$ ) опадање ширине година у наредне 54 године, иако су се и температуре ваздуха у вегетационом периоду благо повећале, а варијације количине падавина у вегетационом периоду износиле су 40%.

Изузетак је била 1976. година, када је уочено драстично смањење ширине година (са 2,9 на 0,9 mm), због веома хладног периода који је претходио овом смањењу. Конкретно, од јуна 1975. до децембра 1976. године, просечне месечне температуре биле су нормалне или далеко испод просека у односу на климатологију 3. Чак је и количина падавина у вегетационом периоду током обе године била 40-50% изнад просека. На основу претходно изнетих чињеница може се закључити да ово смањење

ширине година није било последица промене климе, већ је било последица промене у начину газдовања. Одељење у коме се налази састојина је изузето из система редовног газдовања и донет је предлог да се ово подручје прогласи резерватом. Из тог разлога овде нису спровођене узгојне и газдинске мере, што је утицало на смањење ширине година. Пошто температуре ваздуха и количине падавина на овом локалитету нису узроковале смањење ширине година зато и нису приказане вредности корелација за овај локалитет у таб. 43.



**Слика 172:** Одступање температуре ваздуха и количине падавина у вегетационом периоду на локалитету Мркоњић Град за период 1951-2015. Црвена линија- девијације температура ваздуха у вегетационом периоду. Плави стубац- девијације количине падавина у вегетационом периоду

## 6. ЗАКЉУЧЦИ

Хронологије стабала европске букве (*Fagus sylvatica* L.) из мезијске провинције имају израженије пикове него хронологије стабала европске букве (*Fagus sylvatica* L.) из илирске провинције. Из овога се може закључити да је утицај климе на раст стабала букве израженији у мезијској провинцији.

Хронологије стабала европске букве (*Fagus sylvatica* L.) које се налазе на доњој граници вертикалног распрострањења букових шума имају израженије пикове него хронологије стабала европске букве (*Fagus sylvatica* L.) које се налазе у оптимуму и на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума. То указује на израженији утицај климе на раст стабала букве на доњој граници вертикалног распрострањења.

На основу статичних и покретних корелација између температуре ваздуха и ширине година може се констатовати да локалитети из мезијске провинције имају израженије значајне негативне корелације него локалитети из илирске провинције. Из овога се може закључити да је негативан утицај температуре ваздуха на раст стабала букве израженији у мезијској провинцији.

Значајне негативне корелације између температуре ваздуха и ширине година констатоване су на скоро свим локалитетима на доњој граници и оптимуму, док на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума постоје и позитивне и негативне корелације, као и локалитети на којима нису забележене ни позитивне ни негативне значајне корелације.

На основу статичних и покретних корелација између количине падавина и ширине година може се констатовати да локалитети из мезијске провинције имају израженије значајне позитивне корелације него локалитети из илирске провинције. Из овога се може закључити да је позитиван утицај количине падавина на раст стабала букве израженији у мезијској провинцији.

Значајне позитивне корелације између количине падавина и ширине година констатоване су на скоро свим локалитетима на доњој граници осим на локалитету Лопаре. Локалитети који су се налазили у оптимуму имали су и позитивне и негативне корелације, а локалитети са горње границе вертикалног распрострањења букових шума углавном су били индиферентни.

На локалитетима на којим се буква налази на доњој граници вертикалног распрострањења, оптимуму и горњој граници вертикалног распрострањења у Србији и Републици Српској забележено је смањење ширине година у изразито сушним годинама. Код неких локалитета забележено је смањење ширине година и у годинама након изразито сушних година.

Дуготрајна истраживања показују да ће на климатолошком нивоу сушни услови у вегетационом периоду утицати на смањење ширине година, али се може очекивати и стварно смањење раста дрвећа као резултат више узастопних неповољних сезона. Специфичне анализе локалитета показују да смањење удружених непожељних временских догађаја утичу на ширину година. Ниске температуре у јесен и зиму и

продужено трајање хладног времена може снажно утицати на предстојећу вегетацију и смањити развој дрвећа чак и под нормалним температурним условима током вегетационог периода. Изгледа да су са становишта повећања ширине година, најбољи временски услови повезани са просечним до мало хладнијим летом и топлим пролећем и јесењу, без екстремних хладних периода током зиме.

Из горе добијених резултата можемо закључити да у буковим шумама у Србији и Републици Српској постоји смањење ширине година, односно дебљинског прираста у зависности од промене температуре ваздуха и количине падавина. Ово смањење је израженије на доњој граници и у оптимуму него на горњој граници вертикалног распрострањења букових шума, али наше мишљење је да то још увек не утиче на померање ареала букових шума и повлачења букве на веће надморске висине у Републици Србији и Републици Српској.

Према агроклиматској стратификацији животне средине Европе сви одабрани локалитети припадају континенталним и панонским еколошким зонама, које су најзаступљеније зоне у Европи. Резултати представљени у овом истраживању засновани су на биолошким и метеоролошким мерењима и стога представљају добру полазну тачку за даљу анализу очекиваних утицаја климатских промена на раст букових шума не само у одабраним регијама, већ и у свим панонским и континенталним зонама.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

1. Agestam, E., Eko, P.M., Nilsson, U., Welander, N.T. (2003): The effects of shelterwood density and site preparation on natural regeneration of *Fagus sylvatica* in southern Sweden. *Forest Ecol. Manage.* 176, 61–73.
2. Allen, C., Macalady, A., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D., Hogg, T., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J., Allard, G., Running, S., Semerci, A., Cobb, N., (2010): A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259, 660–684.
3. Amoroso M.M., Daniels, L.D., Baker P.J. and Camarero J.J. (2017): Dendroecology. Tree-ring analyses applied to ecological studies. *Ekological studies* 231. DOI 10.1007/978-3-319-61669-8
4. Anderegg, W.R.L., Hicke, J.A., Fisher, R.A., Allen, C.D., Aukema, J., Bentz, B., Hood, S., Lichstein, J.W., Macalady, A.K., McDowell, N., Pan, Y., Raffa, K., Sala, A., Shaw, J.D., Stephenson, N.L., Tague, C. and Zeppel, M. (2015): Tree mortality from drought, insects, and their interactions in a changing climate. *New Phytologist* 208: 674–683. doi:10.1111/nph.13477.
5. Anderegg, L.D.L., Anderegg, W.R.L. and Berry, J.A. (2013): Not all droughts are created equal: translating meteorological drought into woody plant mortality. *Tree Physiol.* 33, 672–683. doi: 10.1093/treephys/tpt044
6. Araujo, M.B., Cabeza, M., Thuiller, W., Hannah, L., and Williams, P.H. (2004): Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Global change biology*, 10(9), 1618-1626.
7. Askeev, O.V., Tischin, D., Sparks, T.H., Askeev, I.V. (2005): The effect of climate on the phenology, acorn crop and radial increment of pedunculate oak (*Quercus robur*) in the middle Volga region, Tatarstan, Russia. *Int. J. Biometeorol.*, 49: 262–266.
8. Augustaitis, A., Kliucius, A., Marozas, V., Pilkauskas, M., Augustaitiene, I., Vitas, A., Staszewski, T., Jansons, A. and Dreimanis, A. (2015): Sensitivity of European beech trees to unfavorable environmental factors on the edge and outside of their distribution range in north-eastern Europe. *iForest* 9, 259–269.
9. Bajić, D., Trbić, G. (2016): Klimatski atlas Bosne i Hercegovine- Temperature i padavine (1961-1990, A1B 2001-2030, A1B 2071-2100, A2 2071-2100). Prirodno-matematički fakultet, Banja Luka
10. Ballian, D., Bogunić, F., Mujezinović, O., i Kajba, D. (2012): Genetska diferencijacija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u Bosni i Hercegovini. *Šumarski list*, 136 (11-12), 587-595.
11. Banković, S., Medarević, M., Pantić, D., i Petrović, N. (2009): Nacionalna inventura šuma Republike Srbije-Šumski fond Republike Srbije. *Beograd: Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije-Uprava za šume.*

12. Barber, V.A., Juday, G.P. and Finney, B.P. (2000): Reduced growth of Alaskan white spruce in the twentieth century from temperature-induced drought stress. *Nature*, 405, 668-673.
13. Bascietto, M., Cherubini, P., Scarascia-Mugnozza, G. (2004): Tree rings from a European beech forest chronosequence are useful for detecting growth trends and carbon sequestration. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere* 34, 481-492.
14. Beniston, M., Stephenson, D.B., Christensen, O.B., Ferro, C.A.T., Frei, C., Goyette, S., Halsnaes, K., Holt, T., Jylhä, K., Koffi, B., Palutikof, J., Schöll, R., Semmler, T. and Woth, K. (2007): Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climatic Change*, 81: 71–95.
15. Beus, V., (1984): Vertikalno raščlanjenje šuma u svijetlu odnosa realne i primarne vegetacije u Jugoslaviji, ANU BiH, Radovi LXXVI, Odjelj. Prir. i matemat. nauka, knjiga 23.
16. Bijelić, B. (2015): Adaptacija na klimatske promjene u strateškom prostornom planiranju Republike Srpske. U: *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine- Zbornik radova, VIII naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem*. Asocijacija prostornih planera Srbije. Univerzitet u Beogradu- Geografski fakultet. Str. 357-362
17. Biondi, F. (1999): Comparing tree-ring chronologies and repeated timber inventories as forest monitoring tools. *Ecological Applications*, 9, 216–227.
18. Biondi, F. (1993): Climatic Signals in tree-rings of *Fagus-sylvatica* L. from the Central Apennines, Italy. *Acta Oecol.-Int. J. Ecol.* 14, 57–71.
19. Božanić, D., Gašperić, M. (2010): Initial National communication of the Republic of Serbia under the United Nations Framework Convention on Climate Change, The Ministry of Environment and Spatial Planning, Republic of Serbia, Belgrade, 2010.
20. Bonacci, O. (1993): Hydrological identification of drought. *Hydrological Processes*, 7(3), 249-262.
21. Bontemps, J.D., Hervé, J.C., and Dhôte, J.F. (2010): Dominant radial and height growth reveal comparable historical variations for common beech in north-eastern France. *Forest Ecology and Management*, 259(8), 1455-1463.
22. Bontemps, J.D., Hervé, J.C., and Dhôte, J.F. (2009): Long-term changes in forest productivity: a consistent assessment in even-aged stands. *Forest Science*, 55(6), 549-564.
23. Bolte, A., Hilbrig, L., Grundmann, B., Kampf, F., Brunet, J. and Roloff, A. (2010): Climate change impacts on stand structure and competitive interactions in a southern Swedish spruce-beech forest. *European Journal of Forest Research* 129, 261-276.
24. Bolte, A., Czajkowski, T. and Kompa, T., (2007): The north-eastern distribution range of European beech – a review. *Forestry* 80, 413–429.
25. Bohn, U., Gollup, G., Hettwer, C., Neuhauslova, Z., Schluter, H. (2003): Map of the natural vegetation of Europe, scale 1:2.5 million. *Federal Agency for Nature Conservation, Bonn-Bad Godesberg*

26. Brašanac-Bosanac, Lj., Ćirković-Mitrović, T. (2015): Klimatske promene i njihov uticaj na šumske ekosisteme u Srbiji. U: *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine- Zbornik radova, VIII naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem*. Asocijacija prostornih planera Srbije. Univerzitet u Beogradu- Geografski fakultet. Str. 317-323
27. Brašanac-Bosanac, Lj., Ćirković-Mitrović, T. (2013): Air temperature changes in Serbia in period 1949-2010 in view of global climate changes, *Sustainable Forestry*, Tom. 67-68, Institute of Forestry, Belgrade, 7-14
28. Bréda, N. and Badeau, V. (2008): Forest tree responses to extreme drought and some biotic events: towards a selection according to hazard tolerance? *C.R. Geosci.* 340, 651–662.
29. Broadmeadow, M.S.J., Ray, D. and Samuel, C.J.A. (2005): Climate change and the future for broadleaved tree species in Britain. *Forestry*, 78: 145–161.
30. Brubaker, L.B. (1986): Responses of tree populations to climatic change. *Vegetation*, 67, 119–130.
31. Bugmann, H., (1997): Sensitivity of forests in the European Alps to future climatic change. *Clim. Res.* 8, 35–44.
32. Budeanu, M., Petritan, A. M., Popescu, F., Vasile, D., and Tudose, N. C. (2016): The resistance of European beech (*Fagus sylvatica*) from the eastern natural limit of species to climate change. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(2), 625-633.
33. Büntgen, U., Barais Valle, K., Frank, D.C., Bouriaud, O., Esper, J. (2008): Climatic drivers of beech growth in the Vosges and Jura Mts. *TRACE* 6, 37–44.
34. Bhuyan, U., Zang, C. and Menzel, A. (2017): Different responses of multispecies tree ring growth to various drought indices across Europe. *Dendrochronologia* 44: 1–8. doi:10.1016/j.dendro.2017.02.002
35. van der Meer, P.J., Jorritsma, I.T.M. and Kramer, K. (2002): Assessing climate change effects on long-term forest development: adjusting growth, phenology, and seed production in a gap model. *For Ecol Manag* 162: 39–52
36. Vasiljević, N., Radić, B., Đorđević, D., Šljukić, B. (2015): U susret klimatskim promenama: Planiranje na predeonim osnovama. U: *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine- Zbornik radova, VIII naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem*. Asocijacija prostornih planera Srbije. Univerzitet u Beogradu- Geografski fakultet. Str. 287-293
37. Velev, S.B. (1996): Is Bulgaria becoming warmer and drier?. *GeoJournal*, 40(4), 363-370.
38. Вилотић, М. Д. (2000): Упоредна анатомија дрвета. Универзитет у Београду, Шумарски факултет
39. Vilotić, D., Radošević, G. (2005): Anatomска грађа stable bukve. U: Stojanović, Lj. (ur.). *Bukva u Srbiji*. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. s. 373-382.
40. Von Wuehlisch, G. (2004): Series of International Provenance Trials of European Beech. *Proceedings from the 7th International Beech Symposium IUFRO Research*



- Group 1.10.00 "Improvement and Silviculture of Beech". 10-20 May 2004, Tehran, Iran. p. 135-144.
41. Gajić, R.M. (1987): Šumska botanika sa anatomijom drveta. Drugo prerađeno i dopunjeno izdanje. Univerzitet u Beogradu
  42. Gajic-Čapka, M., and Cindrić, K. (2011): Secular trends in indices of precipitation extremes in Croatia, 1901-2008/ Sekularni trend indeksa oborinskih ekstrema u Hrvatskoj, 1901.-2008. *Geofizika*, 28(2), 293-313.
  43. Garamszegi, B. and Kern, Z. (2014): Climate influence on radial growth of *Fagus sylvatica* growing near the edge of its distribution in Bükk Mts., Hungary. *Dendrobiology* 72: 93–102. doi:10.12657/denbio.072.008.
  44. Geßler, A., Keitel, C., Kreuzwieser, J., Matyssek, R., Seiler, W. and Rennenberg, H. (2007): Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate. *Trees*, 21(1), 1-11.
  45. Gill, S. E., Marcum-Dietrich, N. and Fraser, J., (2013): Developing a web application for the integration of real-world, scientific, problem-solving into the secondary classroom. In A. D. Ritzhaupt & Swapna Kumar (Eds.) *Cases on Educational Technology Implementation for Facilitating Learning*. Hershey, PA: IGI Global.
  46. Giorgi, F., Lionello, P. (2008): Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change* 63, 90-104.
  47. Glock, W.S. (1951): Cambial frost injuries and multiple growth layers at Lubbock, Texas. *Ecology* 32(1): 28–36.
  48. Gömöry, D., Brus, R., Zhelev, P., Tomovic, Z. and Gracan, J. (1999): Genetic differentiation and phylogeny of beech on the Balkan peninsula. *Journal of Evolutionary Biology* 12: 746–754.
  49. Granier, A., Reichstein, M., Breda, N., Janssens, I.A., Falge, E. and Ciais, P. *et al.* (2007): Evidence for soil water control on carbon and water dynamics in European forests during the extremely dry year: 2003. *Agric. For. Meteorol.* 43, 123 – 145
  50. Granier, A., Biron, P., and Lemoine, D. (2000). Water balance, transpiration and canopy conductance in two beech stands. *Agricultural and forest meteorology*, 100(4), 291-308.
  51. Grundmann, B.M. (2009): Dendroklimatologische und dendroökologische Untersuchungen des Zuwachsverhaltens von Buche und Fichte in naturnahen Mischwäldern. Dissertation, Technische Universität Dresden, Dresden
  52. De Boeck, H. J. and Verbeeck, H. (2011): Drought-associated changes in climate and their relevance for ecosystem experiments and models. *Biogeosciences* 8,1121–1130. doi: 10.5194/bg-8-1121-2011
  53. Denk, T. (2003): Phylogeny of *Fagus* L. (Fagaceae) based on morphological data. *Plant Systematics and Evolution* 240:55–81.
  54. Denk, T., Grimm, G., Stögerer, K., Langer, M. and Hemleben, V. (2002): The evolutionary history of *Fagus* in western Eurasia: evidence from genes, morphology and the fossil record. *Plant Systematics and Evolution* 232:213–236.

55. Dittmar, C. (1999): Radialzuwachs der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) auf unterschiedlich immissionsbelasteten Standorten in Europa. *Bayreuther Bodenkundliche Berichte* 67, 208 pp.
56. Dittmar, C. and Elling, W. (2007): Dendroecological investigation of the vitality of Common Beech (*Fagus sylvatica* L.) in mixed mountain forests of the Northern Alps (South Bavaria). *Dendrochronologia* 25, 37–56.
57. Dittmar, C., Zech, W. and Elling, W. (2003): Growth variations of common beech (*Fagus sylvatica* L.) under different climatic and environmental conditions in Europe: a dendroecological study. *For. Ecol. Manage.* 173, 63–78.
58. Dittmar, C., Elling, W. (1999): Radial growth of Norway spruce and European beech in relation to weather and altitude. *Forstwiss. Cent.bl.* 118, 251–270.
59. D'Arrigo, R.D., Kaufmann, R.K., Davin, N. et al. (2004): Thresholds for warming-induced growth decline at elevational tree line in the Yukon Territory, Canada. *Global Biogeochemical Cycles*, 18, 1–7.
60. Di Filippo, A., Biondi, F., Cufar, K., de Luis, M., Grabner, M., Maugeri, M., Saba, E.P., Schirone, B., Piovesan, G. (2007): Bioclimatology of beech (*Fagus sylvatica* L.) in the Eastern Alps: spatial and altitudinal climatic signals identified through a tree-ring network. *J. Biogeogr.* 34, 1873–1892.
61. Drobyshev, I., Övergaard, R., Saygin, I., Niklasson, M., Hickler, T., Karlsson, M., and Sykes, M. T. (2010): Masting behaviour and dendrochronology of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in southern Sweden. *Forest ecology and management*, 259(11), 2160-2171.
62. Други национални izvještaj Bosne i Hercegovine u skladu s Okvirnom konvencijom Ujedinjenih nacija o klimatskim promjenama. Baња Лука, октобар 2013. <http://www.unfccc.ba>
63. Duchesne, L., Ouimet, R. and Morneau, C. (2003): Assessment of sugar maple health based on basal area growth pattern. *Canadian Journal of Forest Research*, 33, 2074–2080.
64. Dukić, V., Petrović, D. (2014): Dendrohronologija- skripta. Nastavni material za student šumarskog fakulteta u Banjaluci. Univerzitet u Banjaluci, Šumarski fakultet
65. Đurđević, V., Vuković, A., Vujadinović Mandić, M. (2015): Scenariji klimatskih promena za teritoriju Srbije- Moguće posledice i opcije prilagođavanja. U: *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine- Zbornik radova, VIII naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem*. Asocijacija prostornih planera Srbije. Univerzitet u Beogradu- Geografski fakultet. Str. 29-35
66. Đurđević, V. (2010): Simulacija klime i klimatskih promena u jugoistočnoj Evropi korišćenjem regionalnog klimatskog modela, doktorska disertacija u rukopisu. Fizički fakultet-Institut za meteorologiju, Beograd.
67. Đurđević, V. and Rajković, B. (2010): Development of the EBU-POM coupled regional climate model and results from climate change experiments. *Advances in Environmental Modeling and Measurements*, edited by: Mihajlovic, TD and Lalic, B., Nova Publishers.

68. Đurđević, V. and Rajković, B. (2008): Verification of a coupled atmosphere-ocean model using satellite observations over the Adriatic Sea. In *Annales Geophysicae* (Vol. 26, No. 7, pp. 1935-1954). Copernicus GmbH.
69. Đurđić, S., Stojković, S., Petrović, Lj. (2015): Mogući uticaji klimatskih promena na zaštićena prirodna dobra Srbije U: *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine- Zbornik radova, VIII naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem*. Asocijacija prostornih planera Srbije. Univerzitet u Beogradu- Geografski fakultet. Str. 325-331.
70. Ellenberg, H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*, 5th edn. Ulmer, Stuttgart, Germany, 1095 pp
71. Ellenberg, H. (1988): *Vegetation Ecology of Central Europe*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
72. Ellenberg, H. and Leuschner, C. (2009): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
73. Elling, W. (1987): Eine methode zur erfassung von verlauf und grad der schadigung von nadelbaumbestanden. *Eur. J. For. Pathol.* 7, 426-440.
74. Zang, C. (2010): BootRes: Bootstrapped response and correlation functions. R package version 0.3.
75. Zang, C. and Biondi, F. (2015): treeclim: an R package for the numerical calibration of proxy-climate relationships. *Ecography*, 38(4), 431-436. doi: 10.1111/ecog.01335
76. Zimmermann, N.E., Bolliger, J., Gehrig-Fasel, J., Guisan, A., Kienast, F., et al. (2006): Wo wachsen die Baume in 100 Jahren? *Wald und Klimalwandel Forum fur Wissen* 2006. Biel, Switzerland: Gassmann. pp 63–71.
77. IPCC (2000): IPCC special report emissions scenarios. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. ISBN: 92-9169-113-5
78. IPCC (2007): *Climate change: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge.
79. IPCC (2013): *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
80. IPCC (2014): *Climate Change 2014: Synthesis Report: Contribution of Working Group I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.))*, Geneva, Switzerland, p 45.
81. Isajev, V. (2005): Varijabilitet i oplemenjivanje bukve u Srbiji. U: Stojanović, Lj. (ur.). *Bukva u Srbiji*. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. s. 141-176.
82. Jovanović, B. i Cvjetičanin, R. (2005): Šumske zajednice mezijske bukve u Srbiji. U: Stojanović, Lj. (ur.). *Bukva u Srbiji*. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Srbije i Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. s. 125-138.
83. Jovanović, B. (1991): *Dendrologija*. Naučna knjiga, Beograd.

84. Jovanović, B. (1971): Dendrologija sa osnovama fitocenologije. Naučna knjiga. Beograd.
85. Jump, A., Hunt, J.M. and Penuelas, J. (2007): Climate relationships of growth and establishment across the altitudinal range of *Fagus sylvatica* in the Montseny Mountains, northeast Spain. *Écoscience* 14, 507–518.
86. Jump, A.S., Hunt, J. M., and Penuelas, J. (2006): Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*. *Global Change Biology*, 12(11), 2163-2174.
87. Jump, A.S. and Penuelas, J. (2005): Running to stand still: adaptation and the response of plants to rapid climate change. *Ecology Letters*, 8, 1010–1020.
88. Кадовић, Р., Медаревић, М., Кнежевић, М., Бајић, В., Главоњић, Б., Белановић, С., и Петровић, Н. (2007): Резерве и динамике угљеника у шумским екосистемима Србије,... *Зборник радова Шуме и промене климе, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Србије–Управа за шуме, Шумарски факултет, Београд*, 179-193.
89. Клеpac, D. (1963): Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina, Nakladni zavod znanje, Zagreb.
90. Klesse, S., Ziehmer, M., Rousakis, G., Trouet, V., Frank, D. (2015): Synoptic drivers of 400 years of summer temperature and precipitation variability on Mt. Olympus, Greece. *Climate Dynamics* 45, 807-824.
91. Kolling, C., Zimmermann, L. and Walentowski, H. (2007): Klimawandel: Was geschieht mit Buche und Fichte? *AFZ/Der-Wald* 61: 584–588
92. Komin, G.E. (1970): Cyclicity in Dynamics of Pine Forest Stand in West Siberia, hv. *Sib. Otd. Acad. Sc. USSR, Ser. Biol. Med.* 3: 36-44.
93. Koca, D., Smith, S. and Sykes, M.T. (2006): Modelling regional climate change effects on potential natural ecosystems in Sweden. *Climatic Change*, 78: 381–406.
94. Kramer, K., Degen, B., Buschbom, J., Hickler, T., Thuiller, W., Sykes, M.T. and de Winter, W. (2010): Modelling exploration of the future of European beech (*Fagus sylvatica* L.) under climate change - range, abundance, genetic diversity and adaptive response. *Forest Ecology and Management* 259:2213-2222.
95. Kreyling, J., Thiel, D., Nagy, L., Jentsch, A., Huber, G., Konnert, M. and Beierkuhnlein, C. (2012): Late frost sensitivity of juvenile *Fagus sylvatica* L. differs between southern Germany and Bulgaria and depends on preceding air temperature. *Eur J For Res* 131: 717–725
96. Kutnar, L. and Kobler, A. (2011): Prediction of forest vegetation shift due to different climate-change scenarios in Slovenia. *Šumarski list*, 135(3-4), 113-125.
97. Kutnar L., Ódor, P. and van Doort, K. (2002): Vascular plants on beech dead wood in two Slovenian forest reserves. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 69: 135–153.
98. Lakatos, F. and Molnar, M., (2009): Mass mortality of beech (*Fagus sylvatica* L.) in South- West Hungary. *Acta Silv. Lign. Hung.*, Vol. 5 (2009) 75-82
99. Lalić, B., Mihajlović, T.D., Podračanin, Z. (2011): Buduće stanje klime u Vojvodini i očekivani uticaj na ratarsku proizvodnju. *Klimatologija/ Climatology, Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res.* 48 str. 403-418.

100. Lamarche, J., Valmore, C., Graybill, D.A., Fritts, H.C. and Rose, M.R. (1984): Increasing atmospheric carbon dioxide: tree ring evidence for growth enhancement in natural vegetation. *Science*, 225, 1019-1021.
101. Larsson, L.A., (2010): CDendro. In. Cybis Elektronik and Data AB, Saltsjöbaden, Sweden.
102. Larsson, L.A., (2003): Coo-Recorder: image co-ordinate recording program. In, Available at <http://cybis.se>.
103. Larson, P.R. (1994): The vascular cambium. Development and structure. The vascular cambium. Development and structure. The vascular cambium. Development and structure. Timell, TE ed.
104. Lasermann, B. and Brauning, A. (2011): The manifestation of drought events in tree rings of beech and oak in northern Bavaria (Germany). *TRACE-Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology*, 42-47.
105. Lasch, P., Linder, M., Erhard, M., Suckow, F., Wenzel, A. (2002): Regional impact assessment on forest structure and functions under climate change-the Brandenburg case study. *For. Ecol. Manage.*, 162: 73–86.
106. Lavadinović, V., Isajev, V. (2002): Genetski potencijal semenskih objekata bukve u Srbiji- osnova za oplemenjivanje vrste. *Zbornik radova Instituta za šumarstvo* 46-47, 32-39.
107. Larsson, L. (2014): CooRecorder and Cdendro programs of the CooRecorder/Cdendro package version 7.7.
108. Latte, N., Lebourgeois, F., Claessens, H. (2015): Increased tree-growth synchronization of beech (*Fagus sylvatica* L.) in response to climate change in northwestern Europe. *Dendrochronologia* 33, 69-77.
109. Leuzinger, S., Zotz, G., Asshoff, R., Körner, C. (2005): Responses of deciduous forest trees to severe drought in Central Europe. *Tree Physiol.* 25, 641–650.
110. Levanič, T., (2007): ATRICS – A new system for image acquisition in dendrochronology. *Tree-Ring Research* 63(2):117-122.
111. Lebourgeois, F., Bréda, N., Ulrich, E., and Granier, A. (2005): Climate-tree-growth relationships of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in the French Permanent Plot Network (RENECOFOR). *Trees*, 19(4), 385-401.
112. Leuschner, C., Meier, I.C. and Hertel, D. (2006): On the niche breadth of *Fagus sylvatica*: soil nutrient status in 50 Central European beech stands on a broad range of bedrock types. *Ann For Sci* 63:335–368
113. Lexer, M.J., Honninger, K., Scheifinger, H., Matulla, C., Groll, N., Kromp-Kolb, H., Schadauer, K., Starlinger, F., Englisch, M. (2002): The sensitivity of Austrian forests to scenarios of climatic change: a large-scale risk assessment based on a modified gap model and forest inventory data. *For. Ecol. Manage.*, 162: 53–72.
114. Lindner, M., Bugmann, H., Lasch, P., Flechsig, M., Cramer, W. (1997): Regional impacts of climatic change on forests in the state of Brandenburg. Germany. *Agric. For. Meteorol.* 84, 123–135.

115. Littell, J.S., Peterson, D.L., Riley, K.L., Liu, Y., Luce, C.H. (2016): A review of the relationships between drought and forest fire in the United States. *Global Change Biology* 22: 2353–2369. doi:10.1111/gcb.13275.
116. Lloret, F., Keeling, E.G., Sala, A. (2011): Components of tree resilience: effects of successive low-growth episodes in old ponderosa pine forests. *Oikos* 120, 1909–1920. doi: 10.1111/j.1600-0706.2011.19372.x
117. Ljubinkov, I., Bonacci, O. (2011): Utvrđivanje i određivanje suše na otoku Korčuli. *Hrvatske vode*, 19(77), 181-194.
118. Matyas, C., Berki, I., Czucz, B., Galos, B., Moricz, N., Rasztoivits, E. (2010): Future of beech in Southeast Europe from the perspective of evolutionary ecology. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 6, 91-110.
119. Matović, B., Koprivica, M., Kisin, B., Stojanović, D., Kneginjić, I., Stjepanović, S. (2018): Comparison of stand structure in managed and virgin european beech forests in Serbia. *Šumarski list*, 142(1-2), 47-57.
120. Матовић, Б. (2012): Односи структуре специјског и екосистемског диверзитета високих букових шума Србије- Докторска дисертација. Универзитет у Београду. Биолошки факултет.
121. Maxime, C., Hendrik, D. (2011): Effects of climate on diameter growth of cooccurring *Fagus sylvatica* and *Abies alba* along an altitudinal gradient. *Trees* 25, 265–276.
122. Maracchi, G., Sirotenko, O., Bindi, M. (2005): Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic Change*, 70: 117–135.
123. Matyas, C., Berki, I., Czucz, B., Galos, B., Moricz, N., Rasztoivits, E. (2010): Future of beech in Southeast Europe from the perspective of evolutionary ecology. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 6, 91-110.
124. Medarević, M., Šljukić, B., Obradović, S. (2014): Sustainable forest management planning in Serbia. *Glasnik Šumarskog Fakulteta*, 9.
125. Meko, D., Cook, E.R., Stahle, D.W., Stockton, C.W., Hughes, M.K. (1993): Spatial patterns of tree-growth anomalies in the United States and southeastern Canada. *Journal of Climate*, 6, 1773–1786.
126. Menzel, A., Sparks, T., Estrella, N., Koch, E. and others (2006): European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Glob Change Biol* 12: 1969–1976
127. Metzger, M.J., Leemans, R., Schröter, D., Cramer, W., (2004): The ATEAM Vulnerability Mapping Tool. Quantitative Approaches in System Analysis No. 27. Wageningen, C.T. de Witt Graduate School for Production Ecology and Resource Conservation, Wageningen.
128. Milad, M., Schaich, H., Bürgi, M., Konold, W. (2010): Climate change and nature conservation in Central European forests: A review of consequences, concepts and challenges. *Forest Ecology and Management* 261, 829–843.
129. Milinčić, M., Šabić, D., Vujadinović, S. (2014): Poljoprivreda i poljoprivredno zemljište- determinante ugrožavanja planetarnih granica održivosti. *Upravljanje*

- zemljištem, Asocijacija prostornih planera Srbije*, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Republička agencija za prostorno planiranje. V naučni skup, Beograd. str. 403-409.
130. Milosavljević, R. (1973): Klima Bosne i Hercegovine. *Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, dok. teza*.
131. Michelot, A., Simard, S., Rathgeber, C., Dufrene, E., Damesin, C. (2012): Comparing the intra-annual wood formation of three European species (*Fagus sylvatica*, *Quercus petraea* and *Pinus sylvestris*) as related to leaf phenology and non-structural carbohydrate dynamics. *Tree Physiology* 32:1033-1045
132. Moriondo, M., Good, P., Durao, R., Bindi, M., Gianakopoulos, C., Corte-Real, J. (2006): Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Clim. Res.*, 31: 85–95
133. Morice, C.P., Kennedy, J.J., Rayner, N.A., Jones, P.D. (2012): Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: The HadCRUT4 data set. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 117(D8)
134. Mouillot, F., Rambal, S., Joffre, R. (2002): Simulating climate change impacts on fire- frequency and vegetation dynamics in a Mediterranean-type ecosystem. *Glob. Change Biol.*, 8: 423–437
135. MPZS (2015): Drugi nacionalni izveštaj prema Okvirnoj konvenciji o klimatskim promenama, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine (u pripremi)
136. McCarroll, D., Loader, N. J. (2004): Stable isotopes in tree rings. *Quaternary Science Reviews*, 23(7), 771-801.
137. McCarroll, D., Pettigrew, E., Luckman, A., Guibal, F., Edouard, J.L. (2002): Blue reflectance provides a surrogate for latewood density of high-latitude pine tree rings. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 450-453.
138. Nakicenovic, N., Alcamo, J., Grubler, A., Riahi, K., Roehrl, R. A., Rogner, H. H., Victor, N. (2000): *Special Report on Emissions Scenarios (SRES), A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
139. O'Brien, G., O'Keefe, P., Rose, J., Wisner, B. (2006): Climate change and disaster management. *Disasters*, 30(1), 64-80.
140. Oladi, R., Pourtahmasi, R., Eckstein, D., Brauning, A. (2011): Seasonal dynamics of wood formation on Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) along an altitudinal gradient in the Hyrcanian forest, Iran. *Trees* 25:425-433.
141. Пантић, Н. (1979): Живот и дело Милутина Миланковића 1879-1979, Српска академија наука, Београд.
142. Parmesan, C., Yohe, G.A. (2003): A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37
143. Paule, L., Krizo, M., Pagan, J. (1984): Genetics and improvement of common beech (*Fagus sylvatica* L.). *Annales forestales (Yugoslavia)*. v. 11 (1).
144. Pausas, J.G. (2004): Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin). *Climatic Change*, 63: 337–350.

145. Pearson, J., Steward, G.R. (1993): The deposition of atmospheric ammonia and its effects on plants. *New Phytologist* 125, 283305.
146. Peltier, D.M.P., Fell, M., Ogle, K. (2016): Legacy effects of drought in the southwestern United States: a multi-species synthesis. *Ecol. Monogr.* 86, 312–326. doi: 10.1002/ecm.1219
147. Penuelas, J., Boada, M. (2003): A global change-induced biome shift in the Montseny Mountains (NE Spain). *Global Change Biology*, 9, 131–140.
148. Penuelas, J., Filella, I., Comas, P. (2002): Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region. *Global Change Biology*, 8(6), 531-544.
149. Penuelas, J., Lloret, F., Montoya, R. (2001): Severe drought effects on Mediterranean woody flora in Spain. *For. Sci.* 47,214–218.
150. Penzar, I., Penzar, B. (1985): *Agroklimatologija. Školska knjiga. Zagreb*
151. Petit, J. R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N. I., Barnola, J. M., Basile, I., ..., Delmotte, M. (1999): Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature*, 399(6735), 429-436.
152. Peterson, T.C., et al. (2009): State of the Climate in 2008. Special supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society, v. 90, no. 8, pp.S17-S18
153. Pecelj, R.M., Pecelj, M. (2015): Klimatske promene faktor planetarnih granica rizika. U: *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine- Zbornik radova, VIII naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem. Asocijacija prostornih planera Srbije. Univerzitet u Beogradu- Geografski fakultet. Str. 17-28*
154. Piovesan, G., Alessandrini, A., Biondi, F., Di Filippo, A., Schirone, B., Ziacco, E. (2011): Bioclimatology, growth processes, longevity and structural attributes in an Italian network of old-growth beech forests spreading from the Alps to the Apennines. *Beech Forests-Joint Natural Heritage of Europe* (eds H.D. Knapp & A. Fichtner), pp. 173–192. Bundesamt für Naturschutz, Germany.
155. Piovesan, G., Biondi, F., Di Filippo, A., Alessandrini, A., Maugeri, M. (2008): Drought- driven growth reduction in old beech (*Fagus sylvatica* L.) forests of the central Apennines, Italy. *Glob. Change Biol.* 14, 1265–1281.
156. Piovesan, G., Biondi, F., Bernabei, M., Di Filippo, A., Schirone, B. (2005): Spatial and altitudinal bioclimatic zones of the Italian Peninsula identified from a beech (*Fagus sylvatica* L.) tree-ring network. *Acta Oecologica*, 27, 197–210.
157. Piovesan, G., Bernabei, M., Filippo, A., Romangoli, M., Schirone, B. (2003): A long-term tree-ring beech chronology from a high elevation old-growth forest in Central Italy. *Dendrochronologia* 21, 13–22.
158. Piovesan, G., Schirone, B. (2000): Winter North Atlantic oscillation effects on the tree rings of the Italian beech (*Fagus sylvatica* L.). *International Journal of Biometeorology*, 44, 121–127.
159. Poljanšek, S., Levanič, T., Ballian, D., Jalkanen, R. (2015): Tree growth and needle dynamics of *P. nigra* and *P. sylvestris* and their response to climate and fire disturbances. *Trees*, 29(3), 683-694



160. Popović, T., Đurđević, V., Živković, M., Jović, B., Jovanović, M. (2009): Promena klime u Srbiji i očekivani uticaji. In: *Peta regionalna konferencija EnE09-Životna sredina ka Evropi, Ambasadori životne sredine i PKS*.
161. Поповић, Т. (2007): Тренд промена температуре ваздуха и количине падавина на подручју Републике Србије, Зборник радова Шуме и промене климе, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Србије – Управа за шуме, Шумарски факултет, Београд, стр. 81-122.
162. Pretzsch, H., Del Río, M., Ammer, C., Avdagic, A., Barbeito, I., Bielak, K., ..., Fabrika, M. (2015): Growth and yield of mixed versus pure stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) analysed along a productivity gradient through Europe. *European Journal of Forest Research*, 134(5), 927-947.
163. Pretzsch, H., Schütze, G., Uhl, E. (2013): Resistance of European tree species to drought stress in mixed versus pure forests: evidence of stress release by inter-specific facilitation. *Plant Biol (Stuttg)* 15: 483–495
164. Pretzsch, H., Dursky, J. (2002): Growth reaction of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) to possible climatic change in Germany. A sensitivity study. *Forstwirtschaft Centralblatt*, 121: 145–154.
165. Punišić, M., Azdejković, M. (2015): Klimatske promene- rizici, nepogode i posledice. U: *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine- Zbornik radova, VIII naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem*. Asocijacija prostornih planera Srbije. Univerzitet u Beogradu- Geografski fakultet. Str. 263-271
166. Радовановић, М., Дуцић, В. (2004): Колебање температуре ваздуха у Србији у другој половини XX века. *Гласник Српског географског друштва*, Свеска 84, Бр. 1, Београд, стр. 19-28.
167. Radulović Z., Karadžić D., Milenković I., Lučić A., Rakonjac Lj., Miletić Z., Pižurica R. (2014): Declining of forests - biotic and abiotic stress. *Bulletin of the Faculty of Forestry*: 71-88.
168. Ракићевић, Т. (1980): Климатско рејонирање СР Србије. *Зборник радова, Географског института „Јован Цвијић“*, САНУ, Књига 27, стр. 29-42.
169. Rigling, A., Bigler, C., Eilmann, B., Feldmeyer-Christe, E., and others (2013): Driving factors of a vegetation shift from Scots pine to pubescent oak in dry Alpine forests. *Glob Chang Biol* 19: 229–240
170. Ristić, N., Šljivančanin, D. (2015): Analiza globalnih uzročnika klimatskih promena sa osvrtom na uspostavljanje održivog transportnog sistema u cilju poboljšanja životne sredine u gradovima. U: *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine- Zbornik radova, VIII naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem*. Asocijacija prostornih planera Srbije. Univerzitet u Beogradu- Geografski fakultet. Str. 483-491
171. Rosati, L., Filibeck, G., De Lorenzis, A., Lattanzi, E., Surbera, F., Fascetti, S., Blasi, C. (2010): The forest vegetation of the Alburni Mts. Cilento N. P., Campania, Southern Italy): Syntaxonomy and phytogeography. *Fitosociologia*, 47, 17–55.

172. Rotzer, T., Liao, Y., Goergen, K., Schüler, G., Pretzsch, H. (2013): Modelling the impact of climate change on the productivity and water-use efficiency of a central European beech forest. *Climate Research*, 58(1), 81-95.
173. Rozas, V., Olano, J.M. (2017): Dendroclimatic responses of four European broadleaved tree species near their southwestern range edges. *Dendrobiology* 77, 65–75. doi: 10.12657/denbio.077.006
174. Rozas, V., Camarero, J.J., Sangüesa-Barreda, G., Souto, M., García-González, I. (2015): Summer drought and ENSO-related cloudiness distinctly drive *Fagus sylvatica* growth near the species rear-edge in northern Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 201, 153-164.
175. Rozas, V. (2001): Detecting the impact of climate and disturbances on tree-rings of *Fagus sylvatica* L. and *Quercus robur* L. in a lowland forest in Cantabria, Northern Spain.. *Annals of Forest Science* 58, 237–251.
176. Rusenen, M., (2007): Finland's national strategy for adaptation to climate change. Edited by: Koskela, J., Buck, A. and Teissier du Cros, E., in: „*Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe*“. Bioversity International, Rome, Italy. p: 85-94.
177. Salamon-Albert, E., Abaliget, G., Ortmann-Ajkai, A. (2017): Functional Response Trait Analysis Improves Climate Sensitivity Estimation in Beech Forests at a Trailing Edge. *Forests*, 8(9), 324.
178. Salamon-Albert, E., Lorincz, P., Pauler, G., Bartha, D., Horvath, F. (2016): Drought stress distribution responses of continental beech forests at their xeric edge in Central Europe. *Forests* 7, 298.
179. Santos, F.D., Forbes, K., Moita, R. (2002): Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts and Adaptation Measures. SIAM project report, Gradiva, Lisbon, 456 pp.
180. Sanchez-Salguero, R., Navarro-Cerillo, R.M., Camarero, J.J., Fernandez-Cancio, A. (2012): Selective drought-induced decline of pine species in southeastern Spain. *Clim. Change* 113, 767–785. doi: 10.1007/s10584-011-0372-6
181. Sahsamanoglou, H., Makrogiannis, T., Hatzianastasiou, N., Rammos, N. (1997): Long term change of precipitation over the Balkan Peninsula. *Eastern Europe and Global Change*, 111-124.
182. Seidl, R., Schelhaas, M.J., Lexer, M.J. (2011): Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. *Global Change Biology*, 17(9), 2842-2852.
183. Simundrić, M. (2010): Klimatske promene- studije i analize, urednik, Evropski pokret u Srbiji, Beograd
184. Smith, D.J., Lewis, D. (2007): Dendrochronology. *Encyclopedia of Quaternary Science*. Edited by: S.A. Elias. *Elsevier Scientific. Volume 1: 459-465*.
185. Spanos, K., Gaitanis, D. (2010): The beech forests in Greece – an overview. *Proceedings of the Workshop and MC Meeting of the COST Action E52 "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry"*, Thessaloniki, May 5-7, 2009. p. 6-20.
186. Speer, H.J. (2009): *Fundamentals of Tree- Ring Research*. Indiana State University. Terre Haute, IN 47809

187. Spiecker, H., Hansen, J., Klimo, E., Skovsgaard, J. P., Sterba, H., von Teuffel, K. (Eds.). (2004): *Norway spruce conversion: options and consequences* (Vol. 18). Leiden: Brill.
188. Stadtherr, L., Coumou, D., Petoukhov, V., Petri, S., Rahmstorf, S. (2016): Record Balkan floods of 2014 linked to planetary wave resonance. *Science advances*, 2(4), e1501428.
189. Stamenković, V., Vučković, M. (1988): *Prirast i proizvodnost stabala šumskih sastojina*, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
190. Stanojević, G., Stojilković, J., Spalević, A., Kokotović, V. (2014): The impact of heat waves on daily mortality in Belgrade (Serbia) during summer. *Environmental Hazards*, 13(4), 329-342.
191. Stefanović, V., Beus, V., Burlica, Č., Dizdarević, H., Vukorep, I. (1983): Ekološko vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine, Šumarski fakultet u Sarajevu, Posebna izdanja br. 17, Sarajevo.
192. Stefanović, V. (1977): Fitocenologija sa pregledom šumskih fitocenoza Jugoslavije. *Zavod za udžbenike Sarajevo*, 283 str.
193. Stjepanović, S., Matović, B., Stojanović, D.B., Levanić, T., Orlović, S., Kesić, L., i Pavlović, L. (2017). Uticaj sušnih godina na širinu godova evropske bukve (*Fagus sylvatica* L.) u yapadnoj Republici Srpskoj. *Topola*, (199-200), 141-152.
194. Stjepanović, S., Stojanović, D., Matović, B. (2015): Response of Trees on Climate Extremes in Uneven-Aged European Beech Stand. *International Journal of Crop Science and Technology*, 1 (2), 42-46.
195. Stojanović, B.D., Levanić, T., Matović, B., Stjepanović, S., Orlović, S. (2018): Growth response of different tree species (oaks, beech and pine) from SE Europe to precipitation over time. *Dendrobiology (u štampi)*.
196. Stojanović, D. (2014): Uticaj klimatskih promena na vezivanje ugljenika, rast i biodiverzitet bukovih šuma u Srbiji. *Doktorska disertacija*. Prirodno-Matematički fakultet, Departman za Biologiju i ekologiju. Univerzitet u Novom Sadu. Novi Sad, 2014.
197. Stojanović, D.B., Kržič, A., Matović, B., Orlović, S., Duputic, A., Djurdjević, V., Galić, Z., Stojnić, S. (2013): Prediction of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) xeric limit using a regional climate model: An example from southeast Europe. *Agricultural and forest meteorology*, 176, 94-103.
198. Стојичић, Ђ.Л. (2014): Утицај фактора спољашње средине на цветање дрвенастих врста из пододељка *Magnoliophyta* у Београду. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Шумарски факултет.
199. Stokes, A., Smiley, M., Levanić, T. (1996): *An Introduction to Tree-Ring Dating*, The University of Arizona Press. Tucson.
200. Стратегија развоја шумарства Републике Српске за период 2011-2021 (2012): Влада Републике Српске, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде. Бања Лука
201. Scharnweber, T., Manthey, M., Criegee, C., Bauwe, A., Schröder, C., Wilmking, M. (2011): Droughtmatters—declining precipitation influences growth of *Fagus sylvatica*

- L. and *Quercus robur* L. in north-eastern Germany. *Forest Ecology and Management*, 262(6), 947-961.
202. Schweingruber, F.H. (1996): Tree Rings and Environment, Dendroecology. Paul Haupt AG, Bern, Switzerland.
203. Schweingruber, F. H., Fritts, H. C., Bräker, O. U., Drew, L. G., Schär, E. (1978): The X-ray technique as applied to dendroclimatology. *Tree-Ring Bulletin*.
204. Shaver, G.R., Canadell, J., Chapin III, F.S., Gurevitch, J., Harte, J., Henry, G., P. Ineson, P., Jonasson, S., Mellilo, J., Pitelka, L., Rustad, L. (2000): Global warming and terrestrial ecosystems: a conceptual framework for analysis. *Bioscience*, 50: 871–882.
205. Shiyatov, S.G., Terent'ev, M.M., Fomin, V.V. (2005): Spatiotemporal dynamics of forest tundra communities in the polar Urals. *Russian J. Ecol.*, 36: 69–75.
206. Tanasac, E., Krizsan, T., Kiss, M. (2016): Carbon sequestration modeling in a temperate near- natural beechforest using CO<sub>2</sub> fix. *Acta climatologia et chorologia. Universitatis Szegediensis*, Tomus 49-50, 2016, 81-90.
207. Tegel, W., Seim, A., Hakelberg, D., Hoffmann, S., Panev, M., Westphal, T., Büntgen, U. (2014): A recent growth increase of European beech (*Fagus sylvatica* L.) at its Mediterranean distribution limit contradicts drought stress. *Eur. J. For. Res.* 133, 61–71.
208. Tol, R.S.J., Bohn, M., Downing, T.E., Guillerminet, M., Hizsnyik, E., Kasperson, R., Lonsdale, K., Mays, C., Nicholls, R.J., Olsthroorn, A.A., Pfeifle, G., Poumadere, M., Toth, F.L., Vafeidis, N., van der Werff, P.E., Yetkiner I.H. (2006): Adaptation to five meters of sea level rise. *J. RiskRes.*, 9, 467-482
209. Томић, З. (2006): Ревизија и преименовање фитоценоза мезијске букве у Србији. *Гласник шумарског факултета Београд*. бр. 94. стр. 29-82
210. Томић, З. (2004): *Šumarska fitocenologija*. Šumarski fakultet. Univerziteta u Beogradu.
211. Trbić, G., Bajić, D., Cupać, R. (2015): Izazovi klimatskih promjena u Bosni i Hercegovini. U: *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine- Zbornik radova, VIII naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem*. Asocijacija prostornih planera Srbije. Univerzitet u Beogradu- Geografski fakultet. Str. 43-47
212. Trbić, G., Đurđević, V., Bajić, D., Cupać, R., Vukmir, G., Popov, T. (2014): Climate change and adaptation options in Bosnia and Herzegovina- case study in agriculture, The International Conference “ADAPT to CLIMATE”, Filoxenia Conference Centre in Nicosia, Cyprus, on 27<sup>th</sup> and 28<sup>th</sup> March, 2014
213. Trbić, G., Bajić, D. (2011): Klimatske promjene u Republici Srpskoj i mogućnosti adaptacije, III Kongres srpskih geografa, SGD-GDRS-GF UBG, PMF-UNBL, Banja Luka.
214. Trenberth, K.E., Smith, L., Qian, T., Dai, A., Fasullo, J. (2007): Estimates of the global water budget and its annual cycle using observational and model data. *Journal of Hydrometeorology*, 8(4), 758-769.

215. Treći Nacionalni Izvještaj i drugi dvogodišnji izvještaj o emisiji stakleničkih plinova Bosne i Hercegovine- u skladu sa Okvirnom konvencijom UN o klimatskim promjenama, Juli 2016.
216. Trumbore, S., Brando, P., Hartmann, H. (2015): Forest health and global change. *Science* 349: 814-818. doi:10.1126/science.aac6759.
217. Thomas, S.C. (2011): Age-Related Changes in Tree Growth and Functional Biology: The Role of Reproduction. Size- and Age-Related Changes in Tree Structure and Function 4, 33-64.
218. Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., de Squeira, M.F., Grainiger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsfeld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., Ortega-Huerta, M.A., Peterson, A.T., Phillips, O.L., Williams, S.E. (2004): Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145–148.
219. Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M.B. (2005): Niche properties and geographical extent as predictors of species sensitivity to climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 14(4), 347-357.
220. Fabian, P., Menzel, A. (1998): Wie sehen die Walder von morgen aus—aus der Sicht eines Klimatologen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 117, 339-354.
221. Fang, J., Lechowicz, M.L. (2006): Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus L.*) species in the world. *J. Biogeogr.* 33, 1804–1819.
222. Feoli, E., Lagonegro, M. (1982): Syntaxonomical analysis of beech woods in the Apennines (Italy) using the program package IAHOPE. *Vegetatio*, 50, 129–173.
223. Fotelli, N.M., Nahm, M., Radoglou, K., Rennenberg, H., Halyvopoulos, G., Matzarakis, A. (2009): Seasonal and interannual ecophysiological responses of beech (*Fagus sylvatica*) at its south-eastern distribution limit in Europe. *For. Ecol. Manage.* 257, 1157–1164.
224. Fotelli, N.M., Rennenberg, H., Geßler, A. (2002): Effects of drought on the competitive interference of an early successional species (*Rubus fruticosus*) on *Fagus sylvatica* L. seedlings: 15N uptake and partitioning, responses of amino acids and other N compounds. *Plant Biol* 4: 311–320.
225. Fischer, A., Fischer, H. (2012): Restoration of temperate forests: an European approach. In: van Andel J., Aronson J. (eds) *Restoration ecology: the new frontier*, 2nd edn. Blackwell Publishing Ltd., Chap 12, pp 145–160
226. Freeman, M., Morén, A.S., Strömgren, M., Linder, S. (2005): Climate change impacts on forests in Europe: biological impact mechanisms. In: Kellomäki, S., S. Leinonen (Eds.), *Management of European Forest under Changing Climatic Conditions*, Research Notes 163, University of Joensuu, Joensuu, 46–115.
227. Friedrichs, D., Trouet, V., Büntgen, U., Frank, D.C., Esper, J., Neuwirth, B., Löffler, J. (2009): Species-specific climate sensitivity of tree growth in Central-West Germany. *Trees* 23, 729–739.
228. Fritts, H.C., Wu, X. (1986): A comparison between response function analysis and other regression techniques. *Tree-Ring Bull.* 46, 31-46.
229. Fritts, H. C. (1976): *Tree Rings and Climate*. Academic Press, New York.

230. Fritts, H.C. (1966): Growth-rings of trees: their correlation with climate. *Science* 154, 973-979.
231. Fyllas, N.M., Troumbis, A.Y. (2009): Simulating vegetation shifts in north-eastern Mediterranean mountain forests under climatic change scenarios. *Global Ecology and Biogeography* 18, 64-77.
232. Hacket-Pain, A.J., Friend, A.D. (2017): Increased growth and reduced summer drought limitation at the southern limit of *Fagus sylvatica* L., despite regionally warmer and drier conditions. *Dendrochronologia*, 44, 22-30.
233. Hacket-Pain, A.J., Cavin, L., Friend, A.D., Jump, A.S. (2016): Consistent limitation of growth by high temperature and low precipitation from range core to southern edge of European beech indicates widespread vulnerability to changing climate. *European Journal of Forest Research*, 135(5), 897-909.
234. Hacket-Pain, A.J., Friend, A.D., Lagueard, J.G.A., Thomas, P.A. (2015): The influence of masting phenomenon on growth-climate relationships in trees: explaining the influence of previous summers' climate on ring width. *Tree Physiology* 35, 319-330.
235. Hanewinkel, M., Cullmann, D.A., Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.J., Zimmermann, N.E. (2013): Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*, 3(3), 203.
236. Hartmann, H. (2011): Will a 385 million year-struggle for light become a struggle for water and for carbon? How trees may cope with more frequent climate change-type drought events. *Glob Change Biol* 17: 642–655
237. Haylock, M.R., Hofstra, N., Klein Tank, A.M.G., Klok, E.J., Jones, P.D., New, M. (2008): A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950–2006. *Journal of Geophysical Research*, 113. doi: 10.1029/2008JD010201.
238. Hlasny, T., Barcza, Z., Fabrika, M., Balázs, B., Churkina, G., Pajtík, J. et al., (2011): Climate change impacts on growth and carbon balance of forests in Central Europe. *Climate Research*, 47: 219–236.
239. Hlasny, T., Turčani, M. (2009): Insect pests as climate change driven disturbances in forest ecosystems. In *Bioclimatology and natural hazards*. pp. 165-177. Springer Netherlands.
240. Horvatić, S. (1967): Analitička flora Jugoslavije. Institut za Botaniku Sveučilišta u Zagrebu.
241. Hurrell, J.W., Van Loon, H. (1997): Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation. In *Climatic change at high elevation sites*. pp. 69-94. Springer, Dordrecht.
242. Camarero, J.J., Gazol, A., Sangüesa-Barreda, G., Oliva, J., Vicente-Serrano, S.M. (2015). To die or not to die: early-warning signals of dieback in response to a severe drought. *J. Ecol.* 103, 44–57. doi: 10.1111/1365-2745.12295
243. Campioli, M., Vincke, C., Jonard, M., Kint, V., Demaree, G., Ponette, Q. (2012): Current status and predicted impact of climate change on forest production and biogeochemistry in the temperate oceanic European zone: review and prospects for Belgium as a case study. *Journal of Forest Research* 17, 1-18

244. Carnicer, J., Coll, M., Ninyerola, M., Pons, X., Sanchez, G., Penuelas, J. (2011): Widespread crown condition decline, food web disruption, and amplified tree mortality with increased climate change-type drought. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A* 108, 1474–1478. doi: 10.1073/pnas.1010070108
245. Casalegno, S., Amatulli, G., Bastrup-Birk, A., Houston Durrant, T., Pekkarinen, A. (2011): Modelling and mapping the suitability of European forest formations at 1-km resolution. *Eur. J. For. Res.* 130, 971–981.
246. Cavin, L., Jump, A.S. (2016): Highest drought sensitivity and lowest resistance to growth suppression are found in the range core of the tree *Fagus sylvatica* L. not the equatorial range edge. *Global Change Biology*.
247. Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A. and others (2005): Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature* 437: 529–533
248. Cook, R.E., Krusic, J.P. (2005): Program ARSTAN - A Tree-Ring Standardization Program Based on Detrending and Autoregressive Time Series Modeling, with Interactive Graphics, Tree-Ring Laboratory Lamont Doherty Earth Observatory of Columbia University Palisades, NY
249. Cook, E.R., Glitzenstein, J.S., Krusic, P.J., Harcombe, P.A. (2001): Identifying functional groups of trees in west Gulf Coast forests (USA): a tree-ring approach. *Ecological Applications*, 11, 883–903.
250. Copenheaver, C.A., Fuhrman, N.E., Gellerstedt, L.S., Gellerstedt, P.A. (2004): Tree encroachment in forest openings: a case study from Buffalo Mountain, Virginia. *Castanea* 69(4): 297–308.
251. Charru, M., Seynave, I., Morneau, F., Bontemps, J.D. (2010): Recent changes in forest productivity: an analysis of national forest inventory data for common beech (*Fagus sylvatica* L.) in north-eastern France. *Forest Ecology and Management*, 260(5), 864–874.
252. Christensen, J.H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, R., Jones, R., Kolli, R.K., Kwon, W.K., Laprise, R., Magana Rueda, V., Mearns, L., Menendez, C.G., Räisänen, J., Rinke, A., Sarr, A., Whetton, P., Arritt, R., Benestad, R., Beniston, M., Bromwich, D., Caya, D., Comiso, J., de Elia, R., Dethloff, K., et al., (2007): Regional climate projections, climate change, 2007: the physical science basis. Contribution of Working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. University Press, Cambridge, pp. 847–940.
253. Cufar, K., Prislán, P., de Luis, M., Gricar, J. (2008): Tree-ring variation, wood formation and phenology of beech (*Fagus sylvatica* L.) from a representative site in Slovenia, SE Central Europe. *Trees-Struct. Funct.* 22, 749–758.
254. Czucz, B., Galhidy, L., Matyas, C. (2011a): Present and forecasted xeric climatic limits of beech and sessile oak distribution at low altitudes in Central Europe. *Annals of Forest Science* 68(1):99–108.

255. Czucz, B., Csecserits, A., Botta-Dukát, Z., Kröel-Dulay, G., Szabó, R., Horváth, F., a Molnár, Z. (2011): An indicator framework for the climatic adaptive capacity of natural ecosystems. *Journal of Vegetation Science*, 22(4), 711-725.
256. Cvjetičanin, R. (2003): Fitocenozе bukve u Srbiji. *Šumarstvo* 55(1-2), 107-112.
257. Christensen, J.H., Christensen, O.B. (2007): A summary of the PRUDENCE model projections of changes in European climate by the end of this century. *Clim Change* 81(Suppl. 1):7–3
258. Church, J.A., White, N.J. (2006): A 20th century acceleration in global sea-level rise. *Geophysical research letters*, 33(1).
259. United Nations Framework Convention on Climate Change (2008): Kyoto Protocol. Retrieved April 20, 2012, from United Nations Framework Convention on Climate Change
260. Walter, H., Lieth, H. (1967): Klimadiagramm – Weltatlas. VEB Gustav Fischer, Jena.
261. Wettstein, J.J., Littell, J.S., Wallace, J.M., Gedalof, Z.e. (2011): Coherent Region Species and Frequency Dependent Local Climate Signals in Northern Hemisphere Tree-Ring Widths. *Journal of Climate* 24, pp. 5998-6012.
262. Whitlock, L. (2012): Regional Climate Vulnerability Assessment. South East European Forum on Climate Change Adaptation
263. Whittaker, R.J., Araujo, M.B., Jepson, P., Ladle, R.J., Watson, J.E.M., Willis, K.J. (2005): Conservation biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, 11, 3–23.
264. <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/003.htm>
265. <http://sumerepublikesrpske.org/index.php/strana-2/func-startdown/54/>  
<https://www.ecad.eu//dailydata/index.php>
266. <https://www.nasa.gov>
267. <http://www.regentinstruments.com>
268. [www.vladars.net/sr-SP-Cyrl/Vlada/.../Nacrt%20draft%2025%2011%202013.pdf](http://www.vladars.net/sr-SP-Cyrl/Vlada/.../Nacrt%20draft%2025%2011%202013.pdf)
269. <https://www.usatoday.com/story/weather/2018/01/18/2017-global-temperatures-noaa-nasa-el-nino/1043927001/>