

# Klimatska osjetljivost poljskog jasena u Republici Hrvatskoj

---

Panjan, Hrvoje

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:051665>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-02**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**

**UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

**HRVOJE PANJAN**

**KLIMATSKA OSJETLJIVOST POLJSKOG JASENA U REPUBLICI HRVATSKOJ**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2020.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**KLIMATSKA OSJETLJIVOST POLJSKOG JASENA U REPUBLICI  
HRVATSKOJ**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Uzgajanje šuma II

Ispitno povjerenstvo:

1. Doc. dr. sc. Stjepan Mikac
2. Izv.prof.dr.sc. Damir Ugarković
3. Doc.dr.sc. Vinko Paulić

Student: Hrvoje Panjan

JMBAG: 0036472518

Broj indeksa: 962/18

Datum odobrenja teme: 17.04.2020

Datum predaje rada: 15.09.2020

Datum obrane rada: 25.09.2020

**Zagreb, rujan, 2020.**

## Dokumentacijska kartica

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Naslov</b>              | KLIMATSKA OSJETLJIVOST POLJSKOG JASENA U REPUBLICI HRVATSKOJ  |
| <b>Title</b>               | CLIMATE SENSITIVITY OF NAROW LEAVED ASH IN CROATIA  |
| <b>Autor</b>               | Hrvoje Panjan   |
| <b>Adresa autora</b>       | Dr. Ive Stipčića 25, 44000 Sisak  |
| <b>Mjesto izrade</b>       | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu   |
| <b>Vrsta objave</b>        | Diplomski rad   |
| <b>Mentor</b>              | Doc. dr. sc. Stjepan Mikac  |
| <b>Izradu rada pomogao</b> | Doc. dr. Sc. Stjepan Mikac, Domagoj Trlin mag. ing. silv., Marko Orešković mag. ing. silv., Luka Prša mag. ing. silv.   |
| <b>Godina objave</b>       | 2020.   |
| <b>Obujam</b>              | Broj stranica:19 tablica:0 , slika:10 , navoda literature:18  |
| <b>Ključne riječi</b>      | Dendrokronologija, dendroklimatologija, dendroekologija, poljski jasen,   |
| <b>Key words</b>           | Dendrochronology, dendroclimatology, dendroecology, narrow leaved ash   |
| <b>Sažetak</b>             | U radu je analiziran klimatski utjecaj na poljski jasen ( <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl) na području Posavine. Postojeće kronologije razvoja stabala su analizirane jednostavnim korelacijskim čimbenicima oborina i temperature zraka, te vodostaja rijeke Save. Analizirana je i stabilnost signala i indikatorskih godina. |

|   |                                     |                    |
|---|-------------------------------------|--------------------|
|  | <b>IZJAVA<br/>O IZVORNOSTI RADA</b> | <b>OB ŠF 05 07</b> |
|   |                                     | Revizija: 1        |
|   |                                     | Datum: 28.6.2017.  |

„Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

---

*vlastoručni potpis*

Hrvoje Panjan

U Zagrebu, 25.09.2020

## **ZAHVALA**

Želim se zahvaliti svome mentoru doc. dr. sc. Stjepanu Mikcu što mi je omogućio izradu diplomskog rada, što me savjetovao i pomogao mi kada je to bilo potrebno.

Zahvaljujem se svim svojim kolegama i prijateljima koji su mi pomagali tokom studiranja.

Na kraju se zahvaljujem svojoj obitelji koja je uvijek bila moja najveća podrška.

# SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD .....   | 1  |
| 1.1. Nizinske poplavne šume.....  | 2  |
| 1.2. Poljski jasen ( <i>Fraxinus angustifolia Vahl.</i> ).....              | 3  |
| 1.3. Problematika sušenja poljskog jasena .....                             | 4  |
| 2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....   | 7  |
| 3. METODE I MATERIJAL RADA.....   | 8  |
| 3.1. Područje istraživanja .....  | 8  |
| 3.2. Klimatske prilike.....   | 9  |
| 3.3. Prikupljanje i obrada podataka .....                                   | 10 |
| 3.4. Analiza i obrada podataka .....  | 12 |
| 4. REZULTATI .....  | 13 |
| 4.1. Osnovni deskriptivni podaci o kronologijama rasta poljskog jasena..... | 13 |
| 4.2. Korelacije s klimatskim čimbenicima i vodostajem rijeke Save .....     | 13 |
| 4.3. Vremenska stabilnost klimatskog signala .....                          | 14 |
| 4.4. Analiza indikatorskih godina.....                                      | 15 |
| 5. RASPRAVA S ZAKLJUČCIMA.....  | 16 |
| 6. LITERATURA .....   | 19 |

# 1. UVOD

## 1.1. Nizinske poplavne šume

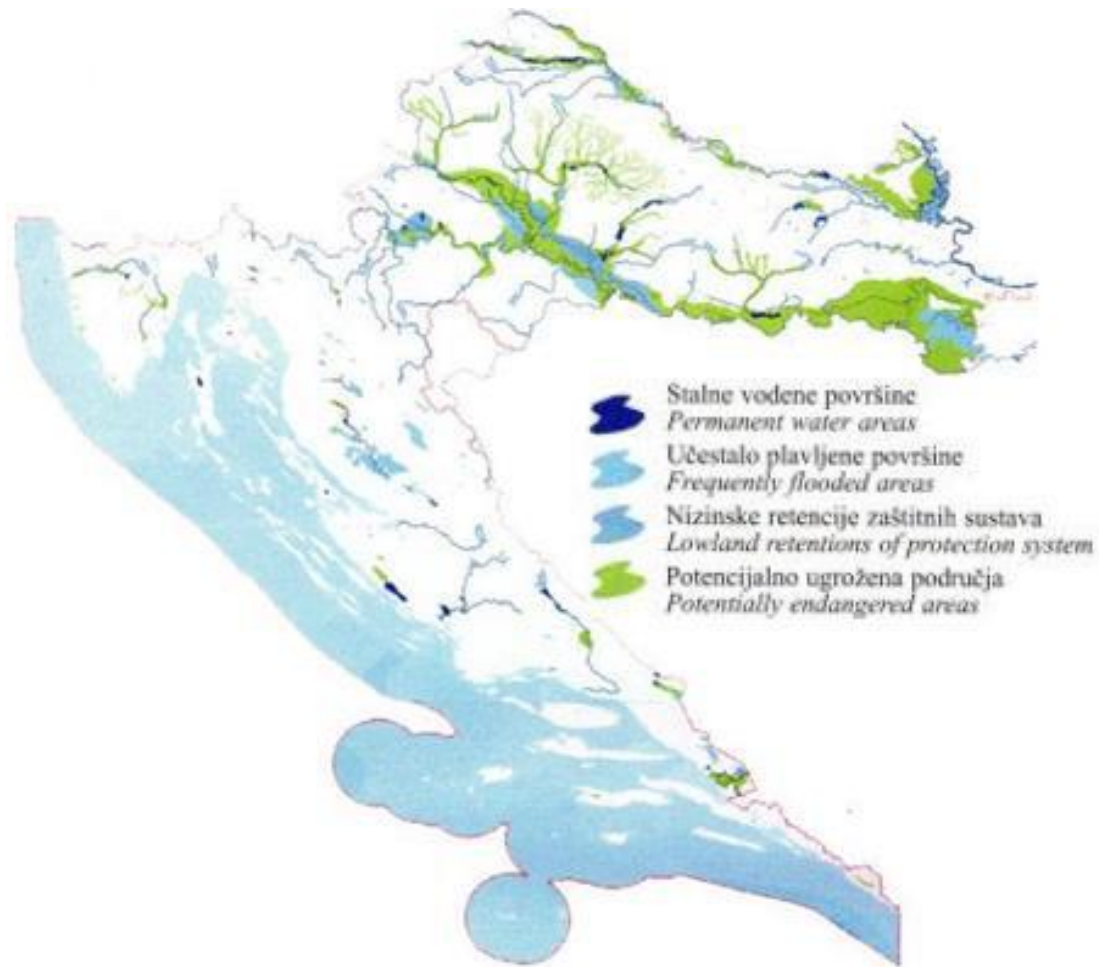
Šume predstavljaju jedno od prirodnih bogatstava Republike Hrvatske. Njihovo korištenje seže u povijest i sam pojam šumarstvo se javlja 1765. godine kada su kod nas osnovane prve šumarije. Republika Hrvatska zauzima površinu od oko 5 653 800 ha i šume pokrivaju oko 2 060 500 ha ( 36%). Šume se odlikuju svojim raznim općekorisnim funkcijama koje dijelimo na ekološke ili zaštitne (fiziološka, hidrološka, vodozaštitna, protuerozijska itd.) i društvene ili socijalne ( turistička, estetska, zdravstvena i rekreacijska).

Naše šume se odlikuju izrazitim biodiverzitetom koji je posljedica specifičnog položaja naše zemlje koja zahvaća eurosibirsko-sjevernoameričku vegetacijsku regiju i mediteransku regiju. Za ovaj rad nam je bitna eurosibirsko-sjevernoamerička regija i vegetacijski pojasevi koje ona zahvaća i kojima se nalaze naše kontinentalne šume :

1. Nizinske šume (Planarni vegetacijski pojas)
2. Šume pribrježja, brežuljaka i niskih gora ( Kolinski vegetacijski pojas)
3. Brdske šume ( Montanski vegetacijski pojas)
4. Gorske šume ( Altimontanski vegetacijski pojas)
5. Predplaninske šume ( Submontanski vegetacijski pojas)

Najviše nas zanima planarni vegetacijski pojas u kojem se nalaze naše nizinske poplavne šume. S obzirom na njihovu izrazitu očuvanost one imaju izrazitu prirodnoznastvenu, gospodarsku i općekorisnu vrijednost, te predstavljaju rijetkost u europskim razmjerima pošto Hrvatska ima, nakon Rusije i Ukrajine, najveće poplavne šume u Europi. Glavni ekološki faktor u nizinskim šumama je voda, odnosno vodotoci naših većih rijeka kao što su Sava, Drava, Kupa, Bosut i Dunav. Rasprostiru se na nadmorskim visinama od 80 do 150 m. Ukupna površina nizinskim šuma iznosi nešto više od 350 000 ha ili 15% ukupne šumske površine.





Slika 1. Poplavna područja u Republici Hrvatskoj (Milković, Pripić 2005)

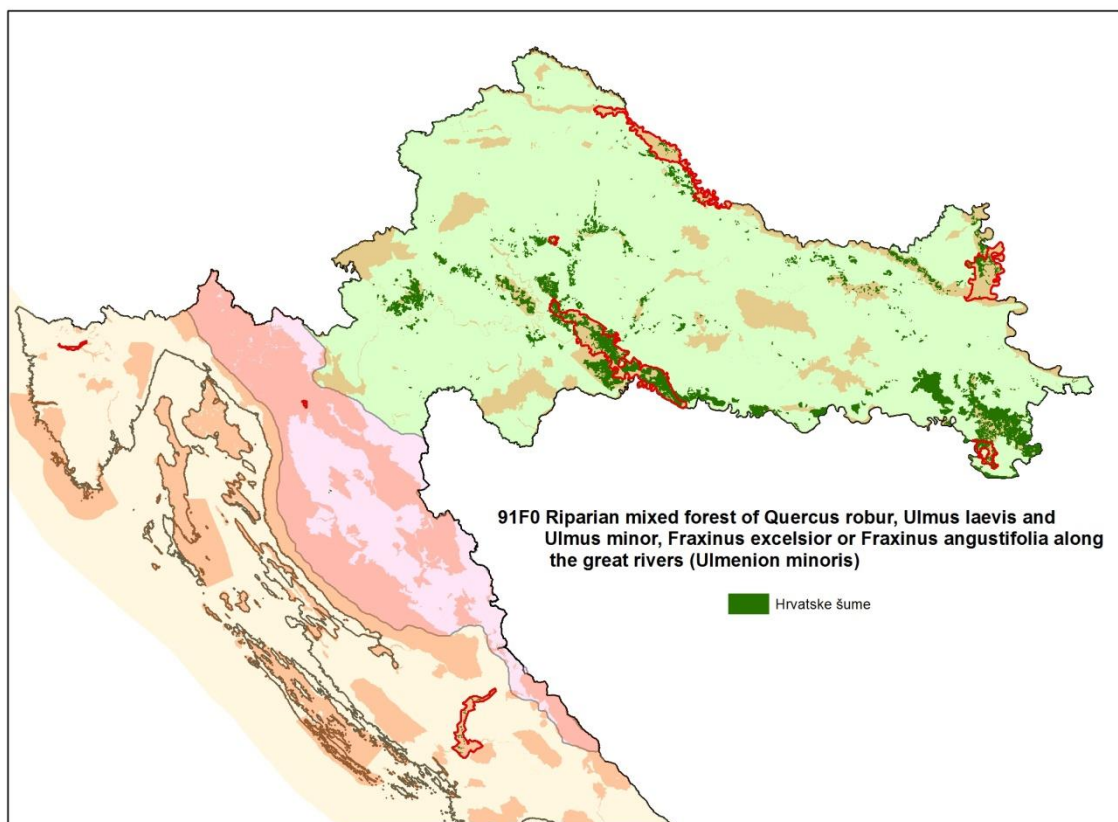
Za nizinske šume su izrazito bitne 3 vrste staništa na kojima one pridolaze : bara, niza i greda. Bare predstavljaju mikroudubine koje su često, redovito intenzivno plavljene te ih karakterizira visoka razina podzemne vode od -90 cm. Nize su mikroudubine koje su plavljene periodično i redovito, a razina podzemne vode se kreće oko -150 cm. Grede su mikrouzvisine koje su redovito izvan dohvata poplavne vode i karakterizira ih niska razina podzemne vode od -250 cm.

Najčešća tla nizinskih šuma su aluvijalna, glejna i pseudoglejna. Prema Köppenu, klima područja je umjereno topla i kišna, bez sušnog razdoblja, sa prosječnom godišnjom temperaturom zraka 10,3 – 11,2 °C te prosječnom godišnjom količinom oborina 800 – 900 mm u zapadnom i 600 – 700 mm u istočnom dijelu areala. ( Anić 2009.)

## 1.2 Poljski jasen ( *Fraxinus angustifolia* Vahl.)

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) je naša autohtona vrsta koja je listopadna, anemofilna i higrofilna. Najčešće se javlja uz tokove rijeka jadranskoigra sliva i u panonskim nizinskim šumama. Ova vrsta ima i pionirski karakter te tvori prijelazne sastojine prema sastojinama hrasta lužnjaka. Sastojine poljskog jasena s općekorisnog i gospodarskog gledišta su među najznačajnijim ekosustavima u republici Hrvatskoj. Rasprostranjene su na približno 27 600 ha, u poplavnim područjima Posavine, pokupske zavale, bjelovarske zavale i Podravine. Najveće komplekse nalazimo u srednjoj Posavini (Anić 2009.) . Poljski je jasen eurivalentna vrsta poplavnih šuma s obzirom na mikroreljef (Anić i dr. 1999, 1997) najčešće zastupljen u mikroudubinama koje nazivamo barama, ali pridolazi i u nizama te na gredama u nešto manjoj zastupljenosti. Često tvori čiste sastojine iako na prijelazu iz bare u nizu počinju pridolaziti hrast lužnjak i crna joha. Poljski jasen također tvori barsku granicu šume prema močvari (Anić 2009.) . Pridolazi u nekoliko zajednica u našim nizinskim šumama :

1. Leucojo aestivi – *Fraxinetum angustifoliae* (Šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem)
2. Pruno padi – *Fraxinetum angustifoliae* ( Šuma crne joha i poljskog jasena s sremzom)
3. Fraxino angustifoliae – *Ulmetum laevis* ( Šuma veza i poljskog jasena)
4. Genisto elatae – *Quercetum roboris* ( Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom)
5. Carpino betuli – *Quercetum roboris* „typicum“ ( Šuma hrasta lužnjaka s običnim grabom)



Slika 2. Rasprostranjenost sastojina poljskog jasena u RH

### 1.3. Problematika sušenja poljskog jasena

Stabla unutar šumskog ekosustava su pod utjecajem velikog broja čimbenika ( klimatski ekstremi, biotski čimbenici, konkurencija među jedinkama iste vrste i među jedinkama različitih vrsta, ekstremne vremenske prilike, štetni antropogeni utjecaji itd.)

Sušenje poljskog jasena za nas predstavlja veliki problem u gospodarskom smislu pošto je njegov udio u našim šumama značajan i isto tako se gube općekorisne funkcije jasenovih sastojina i zajednica u kojima pridolazi poljski jasen u značajnom omjeru. Područja na kojima je došlo do sušenja često još nisu postala podobna za pridolazak hrasta pa se tu javlja i problematika same obnove i daljnjih smjernica gospodarenja.

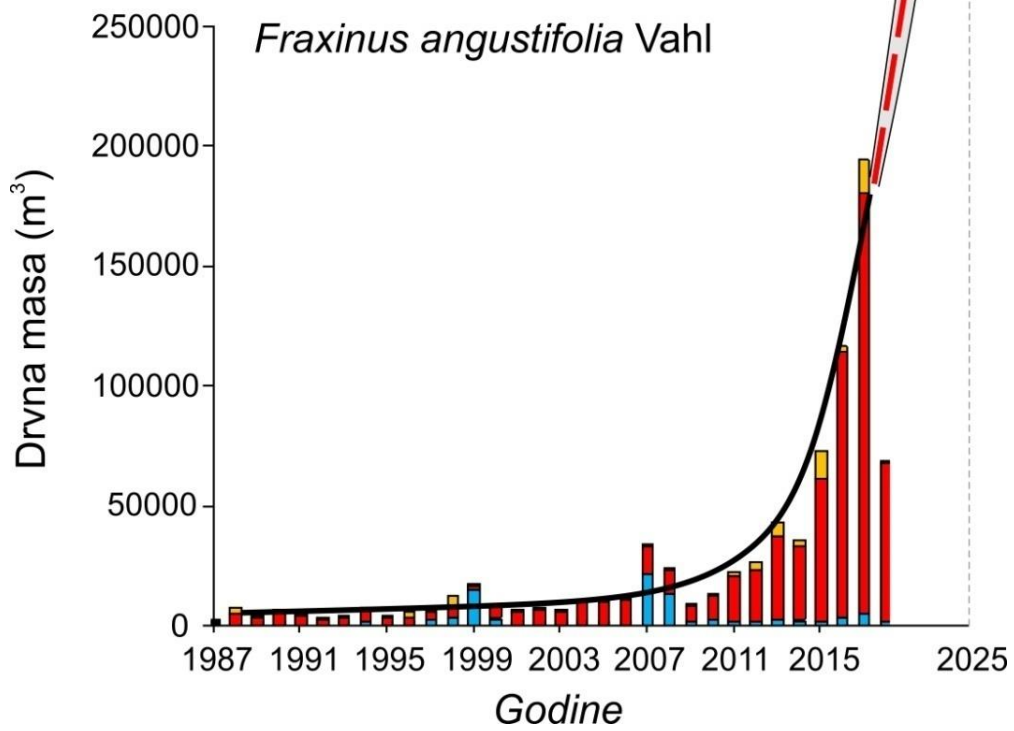
Javlja se i problem antropogenog utjecaja. Kako je najznačajniji ekološki čimbenik u poplavnim šumama voda, odnosno poplavna voda, na njoj se zasniva normalno funkcioniranje ekosustava

poplavnih šuma. Ljudi su svojim djelovanjem u vidu izgradnje autocesta, nasipa i raznih kanala značajno utjecali na režim poplavnih voda i izmjenile ga. Neke se vrste poput poljskog jasenea teško prilagođavaju takvim promjenama upravo zbog njegove ovisnosti i zahtjevima o vodi.

U zadnje vrijeme se također javljaju i klimatski ekstremi u vidu ekstremnih i dugotrajnih sušnih razdoblja sa visokom prosječnom temperaturom i dugim razdobljima bez oborina. Sve to utječe na razine podzemnih voda i same poplave koje mogu i izostati u razdobljima kada su očekivane i poželjne za razvoj sastojina poljskog jasena. Manjak vode i povećane temperature značajno utječu na prirast, plodonošenje i prirodnu obnovu jasenovih sastojina.

Od biotskih čimbenika najveću se važnost u zadnje vrijeme pridodaje patogenoj gljivi *Chalara fraxinea*. U Europi se javila krajem prošlog stoljeća u Poljskoj i Litvi, a u Hrvatskoj 2009. godine na području Zalesine na običnom jasenu (*Fraxinus excelsior* L.). Češće napada obični jasen, ali je pronađena i na poljskom jasenu i negativno djeluje na zdravstveno stanje stabala. Simptomi su češće izraženi na stablima ispodprosječne veličine i slabijeg rasta općenito, a uključuju prerano otpadanje i venuće lišća i razne nekroze na listovima, pupovima, peteljka i kori. Također se mogu pojaviti i razne rakaste tvorevine i diskoloracija na kori samih stabala. Drugi značajniji biotski čimbenik je invazivna vrsta amorfa (*Amorpha fruticosa* L.) koja pridolazi u nekim zajednicama poljskog jasena i znatno mu otežava prirodno pomlađivanje radi izrazite sposobnosti stvaranja sjemena i svog brzog rasta i razvoja kojim stvara izrazitu konkurenciju pomladku jasena.

Smatra se da ni jedan od ovih čimbenika nije sam po sebi zaslužan za izrazita sušenja jasena već je međudjelovanje tih čimbenika razlog za izrazito nepovoljno stanje u jasenovim šumama koje dovodi do konačnog sušenja i odumiranja. Odumiranje je posljedica kumulativnog i sinergetskog djelovanja raznih nepovoljnih čimbenika ( Kozarac 1897, Kovačević 1928, Nenadić 1940, Dekanić 1972, Androić 1975, Prpić 2003)



Slika 3. Trend odumiranja stabala poljskog jasena u m<sup>3</sup> posjećene drvene zalihe od 1987. do 2017. godine s projekcijom trenda sušenja do 2025. godine

## **2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

- Analizirati utjecaj temperature zraka na radijalni prirast poljskog jasena u Posavini
- Analizirati utjecaj oborina na radijalni prirast poljskog jasena u Posavini
- Analizirati utjecaj vodostaja rijeke Save na radijalni prirast poljskog jasena u Posavini

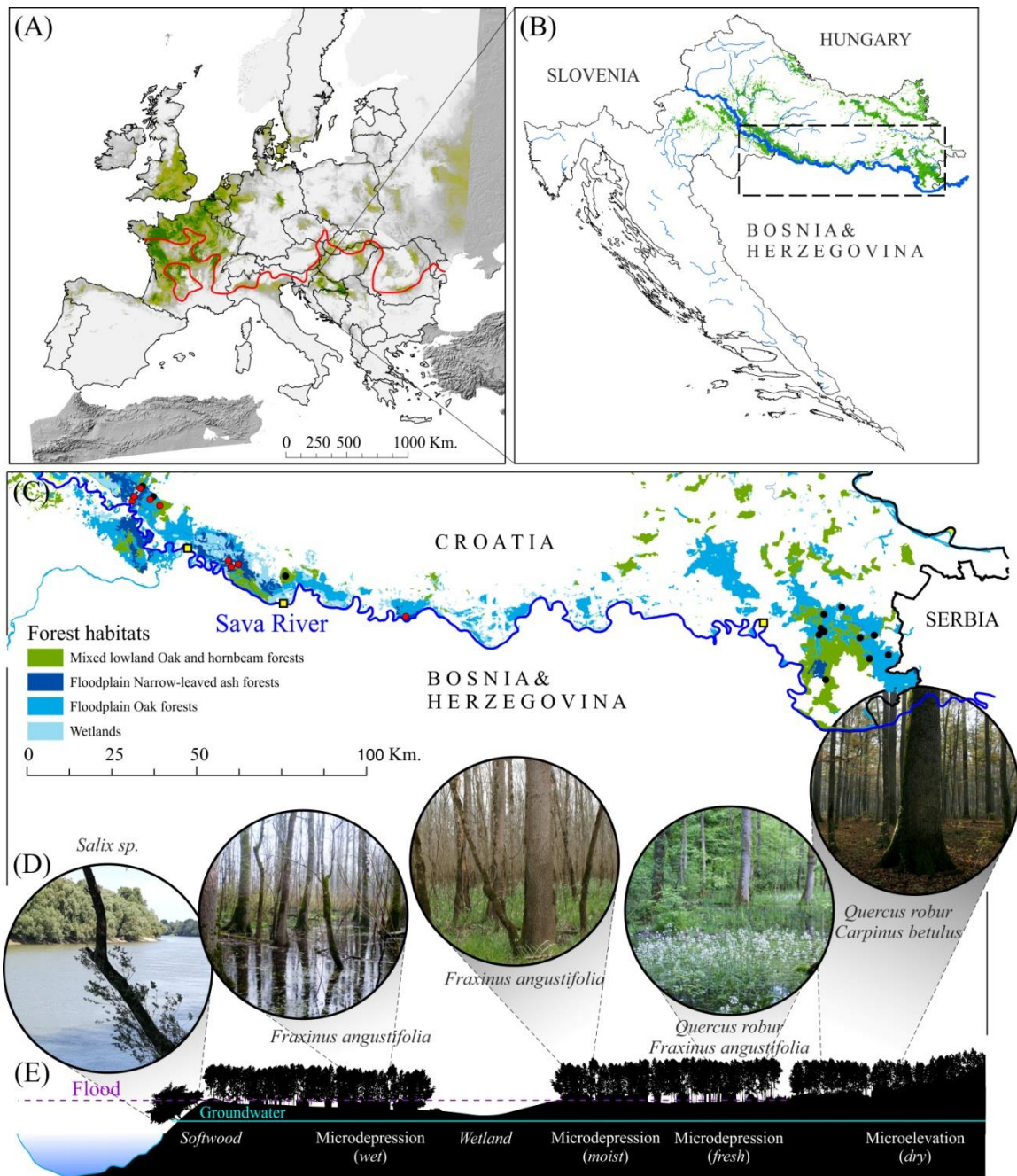
### 3. METODE I MATERIJAL RADA

#### 3.1. Područje istraživanja

Poplavne šume u jugoistočnoj Europi rasprostiru se u dolinama velikih nizinskih rijeka kao što su Sava, Drava i Dunav na nadmorskim visinama od 80 - 150 m. Ukupna trenutna površina šuma poljskog jasena u Republici Hrvatskoj iznosi 38678 ha šuma poljskog jasena. Najuščuvanije cjelovite komplekse šuma i poplavnih ravnica Europe nalazimo u srednjem i donjem toku rijeke Save gdje se posebice ističu dva šumska bazena: Posavina na zapadu i Spačvanski bazen na istoku. Na području Posavine nalazimo najveće komplekse šuma u kojima dominiraju čiste sastojine poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) dok na istoku (šumski bazen Spačva) dominaciju jasena zamjenjuje hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) Zapadni dio istraživanja predstavlja područje koje je redovito plavljeno rijekom Savom dok istočni dio istraživanja predstavlja područje koje je izvan dohvata redovitog plavljenja rijeke posebice nakon 1932. godine kada je izgrađen nasip uz rijeku Savu.

Općenito govoreći uz hrast, topole, vrbe i crnu johanu poljski jasek je vrsta drveća koja čini osnovicu većine poplavnih šuma. Specifična zonacija vrsta drveća u poplavnim šumama u prvom redu ovisna je o mikroreljefu. Neovisno o geografskom položaju te udaljenosti od riječnog korita, relativna visinska razlika uvjetuje specifične oblike mikroreljefa u kojima različito djeluju raznoliki oblici vode (oborinska, poplavna i podzemna). Tako razlikujemo trajno vlažne močvare, bare, vlažne nize i suhe grede. Ovisno o mikroreljefu, razini poplavne i podzemne vode, kao i obilježjima tala, razlikujemo četiri glavna tipa šumskih staništa: 1) monotipske sastojine poljskog jasena (*wet*), 2) vlažne, mješovite sastojine jasena i hrasta (*moist*), 3) umjereno vlažne, mješovite sastojine hrasta i jasena (*fresh*) te 4) mješovite sastojine hrasta i običnog graba na suhim mikrouzvisinama (*dry*).

Poljski jasek je vrsta relativno široke ekološke valencije pa uspjeva u svim tipovima mikroreljefa (bara, niza, greda). Kako sa opadanjem nadmorske visine, tj. porastom razine podzemne, konkurencija ostalih vrsta se smanjuje jasek tvori čiste sastojine formirajući barsku granicu šume.



Slika 4. Područje istraživanja. Crvenom bojom su označene sastojen poljskog jasena (izvor Mikac i dr. 2020)

### 3.2. Klimatske prilike

Istraživano područje pripada umjereno toploj kišnoj klimi s jednim izraženim maksimumom oborina u lipnju. Premda se radi o relativno malom geografskom području (međusobne udaljenosti 150 km) razlike u temperaturama nisu značajno izražene kao što su u oborinama. Zapadni dio istraživanja je pod utjecajem humidnog tipa kontinentalne klime, prosječne



godišnje temperature zraka 9.5°C i ukupne godišnje količine oborina 870 mm s maksimumom u lipnju i minimumom u veljači. Evapotranspiracija iznosi 580 mm godišnje. U odnosu na zapadni dio areala, istočni dio istraživanja, šumski bazen Spačva karakteriziraju toplija ljeta sa manjom količinom oborina. Ukupna godišnja količina oborina iznosi 686 mm a prosječna temperatura 11.8 C. Količina oborina u vegetacijskom razdoblju iznosi 382 mm a potencijalna evapotranspiracija 622 mm.

### 3.3. Prikupljanje i obrada podataka

Uzorci za potrebe ovoga istraživanja su prikupljeni prema standardnoj metodologiji ( Phipps 1985). Koristeći Presslerovo svrdlo na visini od 1,30 m od razine tla uzimali smo po dva uzorka sa svake strane iz dominantnih stabala kako bi što je više isključili utjecaj kompeticije na rast i prirast. Uzorke smo nakon vađenja spremali u posebno pripremljene slamke kojima smo oblijepili otvore kako izvrtci nebi ispali. Izvrke smo označavali sa A i B i rednim brojem stabla iz kojeg su vađeni te smo slamke u kojima se nalaze zalijepili zajedno radi lakše identifikacije u budućnosti.



Slika 5. Prikupljanje uzoraka na terenu

Izvrтки smo po dolasku u laboratorij lijepili na posebne daščice sa posebnim utorima za izvrтки sa sve 4 strane te smo lijepili izvrтки iz istog stabla na istu daščicu i označavali na strani daščice o kojem se izvrtku radi.



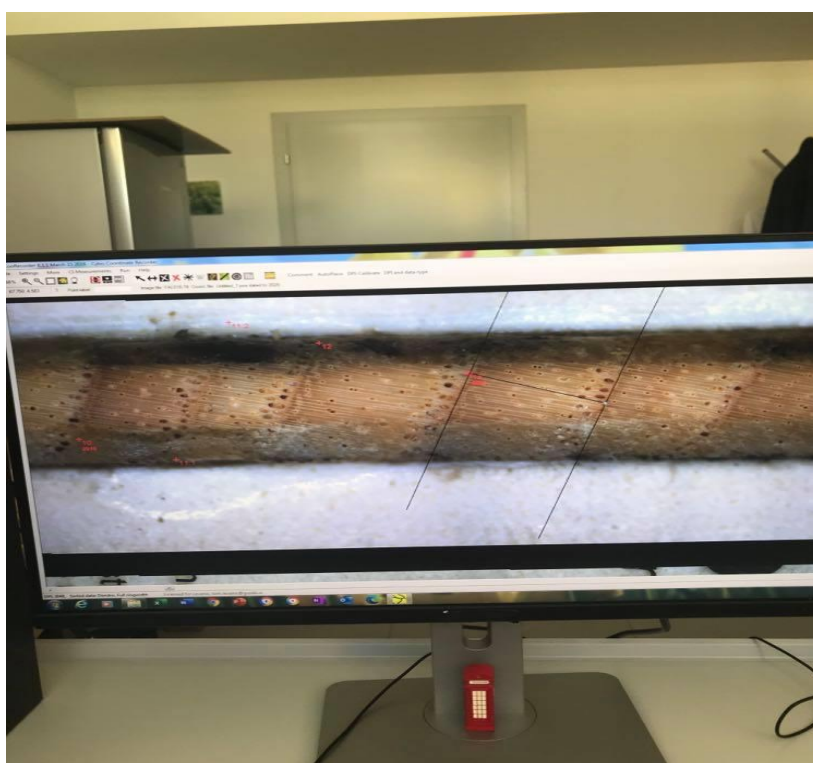
Slika 6. Ljepljenje i označavanje uzoraka na daščicama

Nakon što su se izvrťci osušili koristili smo uređaj microtom kako bi obradili izvrťke tako da se jasno vidi prijelaz između ranog i kasnog drveta i pripremili ih za očitavanje pomoću Atrics sustava za skeniranje, te ih prebacili u digitalni oblik i pohranili na računalu.



Slika 7. Uređaj microtom za pripremu uzoraka

Nakon toga smo pomoću programa CooRecorder određivali udaljenosti između godova i mjerili prirast. Također smo određivali i približnu dob stabala te smo sve uzorke stavili u međusobne odnose kako bi smo mogli usporediti priraste za određene godine.



Slika 8. Očitavanje i označavanje godova uzoraka na računalu pomoću programa  
CooRecorder

### 3.4. Analiza i obrada podataka

Kronologija stabala iz područja Kalja je uspoređena s ostalim kronologijama jasena iz Posavine. Kronologije su preuzete iz baze projekta MEMORIE. Ukupno je preuzeto 10 kronologija rasta jasena te su napravljene korelacijske analize s oborinama, temperaturom zraka i vodostajem rijeke Save za razdoblje od 1950 – 2018. godine. Jačina klimatskog signala je analizirana obzirom na karaktersitike tala (sadržaj gline %) te obzirom na mikroreljef (bara, niza, greda) te obzirom na udaljenost od rijeke Save. Jednostavna linearna korelacijska analiza između klimatskih čimbenika i rezidualnih indeksnih kronologija provedena je koristeći CRU TS3.21 gridded klimatske podatke za razdoblje od 1901 - 2015. godine preuzete sa KNMI Climate Explorer. Korelacijski i koeficijenti odziva između mjesečnih vrijednosti temperature zraka, oborina, i vodostaja rijeka te rezidualnih kronologija su izračunati koristeći paket "treeclim" u R-u (Zang 2014) za razdoblje od 19 mjeseci (od lipnja prethodne godine do rujna tekuće godine).

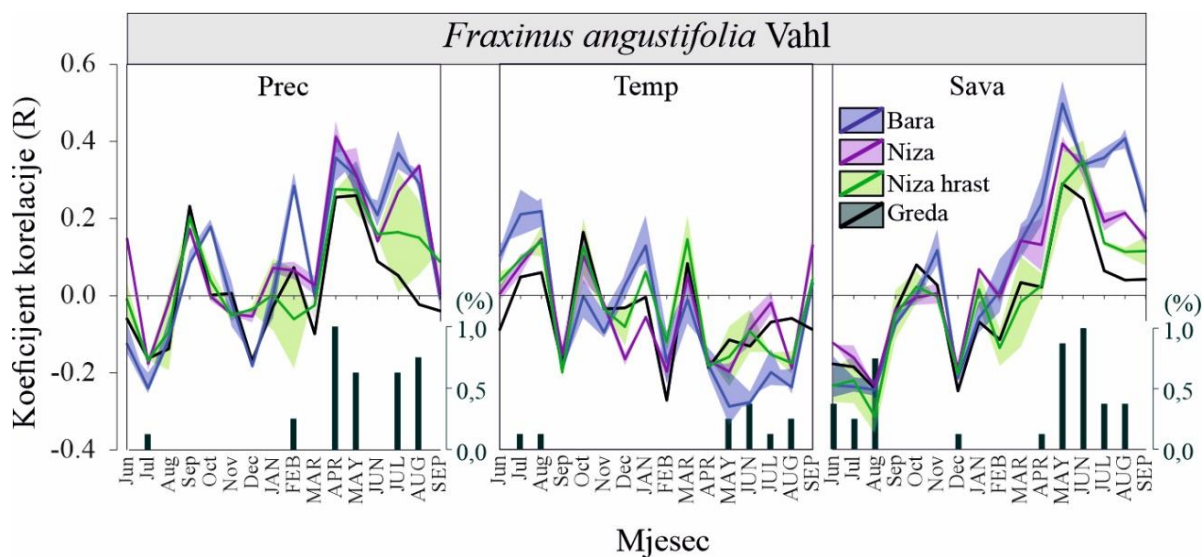
## 4. REZULTATI

### 4.1. Osnovni deskriptivni podaci o kronologijama rasta poljskog jasena

Raspon kronologija jasena kreće se od 97 do 168 godina. Prosječna osjetljivost (MS) poljskog jasena iznosi 0.33 (0.26 - 0.39) prema 0.24 (0.20 - 0.27) hrasta. Kod poljskog jasena je utvrđena značajna negativna ovisnost prosječne osjetljivosti (MS) povećanjem udaljenosti od riječnog korita ( $R = -0.82$ ,  $P = 0.007$ ,  $t = -3,763$ ) te ujedno i povećanje iznosa autokorelacije (AR) povećanjem nadmorske visine ( $R = 0.80$ ,  $P = 0.009$ ,  $t = 3.5744$ ).

### 4.2. Korelacije s klimatskim čimbenicima i vodostajem rijeke Save

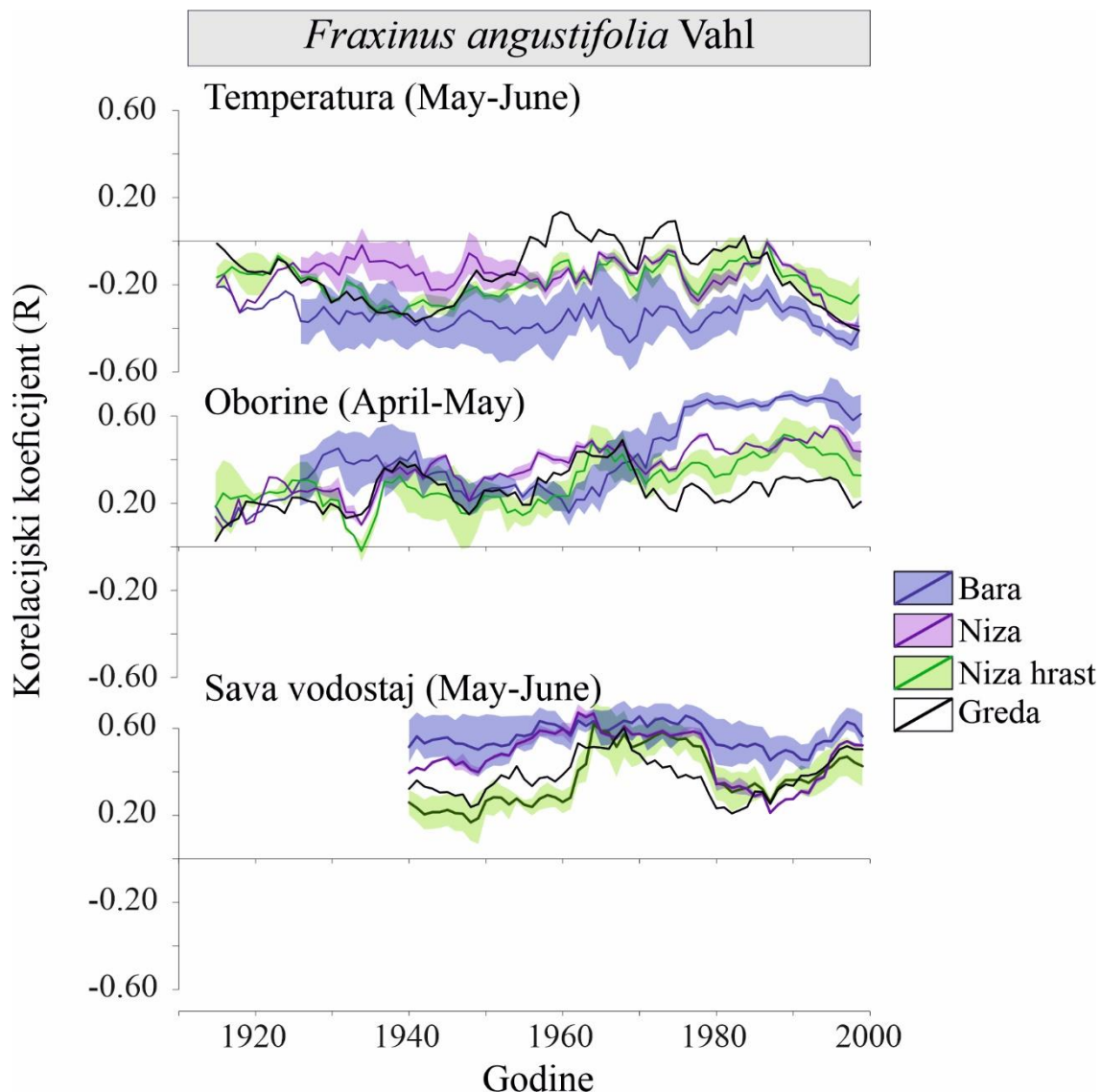
Poljski jasen pokazuje značajnu pozitivnu osjetljivost na oborine u travnju ( $R =$  od 0.21 do 0.45,  $P < 0.05$ ) i vodostaj rijeke Save u lipnju tekuće godine ( $R =$  od 0.25 do 0.45,  $P < 0.05$ ) na 100% kronologija. Također značajno pozitivan utjecaj vodostaja rijeke utvrđen je i u svibnju tekuće godine na 89% kronologija ( $R =$  od 0.29 do 0.55,  $P < 0.05$ ) te negativan utjecaj visokog vodostaja rijeke u kolovozu prethodne godine na 78% kronologija ( $R =$  od -0.22 do -0.36,  $P < 0.05$ ). Značajan negativan utjecaj temperature kod jasena je utvrđen tek na 33% kronologija i to u svibnju ( $R =$  od -0.24 do -0.34,  $P < 0.05$ ) i lipnju ( $R =$  od -0.25 do -0.29,  $p\text{-value} < 0.05$ ) tekuće godine za lokalitete na rubu močvare (Slika 9). Kod poljskog jasena razlike su utvrđene u vrijednosti korelacijskih koeficijenata koje se smanjuju od vlažnijih (wet) prema sušim (dry) staništima. Značajno povećanje korelacije tijekom vremena utvrđeno je za oborine (travanj-svibanj) na svim mikrostaništima nakon 1960. godine (Slika 9).



Slika 9. Mjesečne korelacije s klimatskim čimebnicima i vodostajem rijeke Save za sve tipove mirkoreljefa

#### 4.3. Vremenska stabilnost klimatskog signala

Kod istraživanih populacija poljskog jasena utvrđene su razlike u vrijednosti korelacijskih koeficijenata tijekom promatranog razdoblja. Iz analize je ustanovljeno da se klimatski signal smanjuju od vlažnijih (*bara*) prema sušim (*greda*) staništima. Značajno povećanje korelacije tijekom vremenskog razdoblja utvrđeno je za oborine (travanj-svibanj) na svim mikrostanjima nakon 1960. godine (Slika 10).



Slika 10. Pomične korelacije za prosječne vrijednosti najvažnijih mjesečnih korelacija klimatskih čimbenika

#### 4.4. Analiza indikatorskih godina

Analiza indikatorskih godina za razdoblje od 1920 do 2014. godine rezultirala je identifikacijom 171 indikatorske godine za jasen. Od toga je 89 pozitivnih prema 82 negativne indikatorske godine. Obzirom na intenzitet indikatorskih godina ekstremne i jake pozitivne godine prevladavaju kod poljskog jasena u odnosu prema negativnim (76 : 37). Od pozitivnih godina kod jasena se ističu 1965 (100%), 1991 (70%), 1972 (60%) i 1951 (60%). Značajnije negativne godine su 1983 (90%), 1950 (60%) i 1990 (50%).

## 5. RASPRAVA S ZAKLJUČCIMA

Dosadašnja istraživanja o utjecaju klime na rast stabala u nizinskim i poplavnim područjima Europe uglavnom su usmjerena na hrast lužnjak, ujedno široko rasprostranjenu i jednu od najvrjednijih europskih vrsta drveća.

Za razliku od hrasta poljski jasen pokazuje značajnu pozitivnu osjetljivost na oborine u travnju i svibnju, vodostaj rijeke u svibnju i lipnju.

Navedeni klimatski signal kod jasena potvrđen je u rijetkim istraživanjima u Europi (Okoński 2017).

Razlike u klimatskoj osjetljivosti između jasen i hrasta mogu se pripisati različitoj prilagodbi i toleranciji na ekstremne prilike poglavito vlage (poplava) i suše. Jasen je tolerantna vrsta na dugotrajne poplave (Ward i dr. 2002) i visoku vlagu tla (Drvodelić i dr., 2016) u odnosu na hrast ali i obični jasena (*Fraxinus excelsior*) (Jaeger i dr. 2009). Vrste jasena tolerantne na poplave vrlo brzo aktiviraju pući nakon prozračivanja tla (Gomes, Kozłowski, 1980) dok je kod hrastova oporavak znatno dulji (Dreyer i dr., 1991). U odnosu na poplave, suše predstavljaju drugi ekstrem poplavnih područja koji može djelovati negativno na hrast umanjujući. Kako bilo, na prozračnijim i teksturno lakšim tlima konzumenti podzemne vode (*Phreatophytes*) kao što je hrast ipak posjeduju mehanizam prilagodbe rastom novog korjenja u dublje i vlažnije slojeve tla (Naumburg i dr. 2005).

Utjecaj mikroreljefa se očituje u jačini klimatskog signala koji opada od vlažnih (*wet*) prema sušim (*dry*) mikrolokalitetima kod jasena. Razlog povećanja jačine klimatskog signala objašnjavamo ekstremnim uvjetima staništa (teška tla slabe vodopropusnosti) na kojima pridolazi poljski bez konkurencije drugih vrsta. U takvim uvjetima razvija plitak korijenov sistem koji je podložan naglim promjenama ekstremnih uvjeta (vlage i suše).

Nadmorska visina (mikroreljef) se pokazala značajnijim prediktorom jačine klimatskog signala jasena sa prosječnim vodostajem rijeke te povećanjem udaljenost od riječnog korita. Odnosno, što su stabla na nižim nadmorskim visinama bez obzira na udaljenost od riječnog korita, povećava se pozitivan utjecaj vodostaja rijeke te negativan utjecaj temperature zraka.

Generalno povećanje suših prilika (povećana temperatura, evapotranspiracija te pad razine podzemnih voda) uzrok su povećanja korelacije sa oborinama (travanj-svibanj) naročito nakon 1960-ih godina na svim mikroreljefnim staništima kod jasena.

Analizom indikatorskih godina utvrđeno je da je radijalni prirast jasena pozitivno ovisan o vlažnim godinama. Za pozitivne godine 1972. i 1991. kod jasena odlučujuću ulogu imaju dvostruko veće količine oborine u srpnju i kolovozu u odnosu na dugogodišnji prosjek. U prosjeku u srpnju padne 77 mm (za razdoblje od 1901 do 2014) dok je u navedenim godinama količina iznosila preko 150 mm. Osim toga najviši prosječni vodostaj Save zabilježe je upravo u kolovozu 1972. godine kada je iznosio 444 cm u odnosu na prosjek od 77 cm (od 1927 - 2014. godine). Pozitivna godina 1965 je vlažna sve do svibnja ( $PDSI_{JFMAM} = 2.26$ ) ali je i to godina nakon najveće zabilježene poplave na ovim prostorima u jesen 1964. godine.

Negativne indikatorske godine kod jasena (1950, 1983 i 1990) su iznimno suhe tijekom cijele godine, prosječni  $PDSI (JJA) = -3,31$ . Od ukupno 5 negativnih indikatorskih godina kod hrasta njih tri (1950, 1957 i 1972) su uglavnom sušne godine naročito u proljetnom razdoblju (od siječnja do lipnja). 1979 godina nije klimatski ekstremna ali upravo te godine je zabilježen drastičan pad vodostaja rijeke Save što je mogući indikator pada razina podzemnih voda. Od negativnih indikatorskih godina treba istaknuti 1941 koja je bila ekstremno vlažna tijekom cijele godine (prosječna vrijednosti  $PDSI = 3.3$ ). Od pozitivnih godina treba istaknuti 1938. i 1970. koje su vlažne tijekom početka godine (siječanj do travanj).

Povećanjem temperature te generalno suših uvjeta u jugoistočnoj Europi klima postaje dominantan čimbenik rasta stabala uzrokujući sinkroniziranost neovisno o specifičnim lokalnim, mikroreljefnim i regionalnim klimatskim prilikama.



## 6. LITERATURA

1. Anić, I. , 1997: Pomlađivanje sastojina poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) u središnjoj Hrvatskoj. Glas. Šum. Pokuse, 34: 1-40, Zagreb.
2. Anić, i., N. Pernar, Z. Seletković, 1999: Narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) in the structure of flood plain forests in Croatian Posavina. Ekologija, 18(1): 69-81, Bratislava.
3. Anić, I. , Uzgajanje šuma I, 2007 Interna skripta, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu ,Zagreb.
4. Anić, I. Uzgajanje šuma II, 2009 Interna skripta, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu ,Zagreb.
5. Barić L., M. Županić, M. Pernek, D. Diminić, 2012 Prvi nalazi patogene gljive *Chalara fraxinea* u Hrvatskoj – novog uzročnika odumiranja jasena ( *Fraxinus* spp.).
6. Dreyer E., 1991 Photosynthesis and shoot water status of seedlings from different oak species submitted to waterlogging
7. Drvodelić D., Oršanić M. 2016 Procjena vitaliteta svježeg i preležalog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl)
8. Franjić J., Ž. Škvorc 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske.
9. C. Jaeger i dr. 2009 Differences in C metabolism of ash species and provenances as a consequence of root oxygen deprivation by waterlogging
10. Naumburg E. i dr. 2005 Phreatophytic Vegetation and Groundwater Fluctuations : A Review of Current Research and Application of Ecosystem Response Modeling with an Emphasis on Great Basin Vegetation
11. Okoński 2017: Radial growth of pendiculate oak and European ash on active river terraces. Hydrologic and climactic control. Infrastructure and Ecology of Rural areas
12. Oršanić M. i dr. 2020 :Ekologija, obnova i zaštita poplavnih šuma Posavine .
13. Richard L. Phipps, 1985. Collecting, preparing, crossdating and measuring tree increment cores.
14. A. R. S. Gomes, T. T. Kozłowski 1980 Growth Responses and Adaptations of *Fraxinus pennsylvanica* Seedlings to Flooding
15. Temunović M., J. Franjić, Z. Satovic, M. Gregurev, N. Frasicaria-Lacoste J.F. Fernandez – Manjarres 2012: Environmental heterogeneity explains the Genetic Structure of Continental and Mediterranean Populations of *Fraxinus angustifolia* Vahl.
16. Vukelić J. i dr. 2005 Poplavne šume u Hrvatskoj.

17. J.V. Ward i dr. 2002: Riverine landscape diversity
18. Zang U. i dr. 2014: Effects of drought stress on photosynthesis, rhizosphere, respiration, and fine-root characteristics of beech saplings: A rhizotron field study