

# Novi nalazi pleistocenske flore s lokaliteta Ždrilo u okolici Posedarja

---

Pleše, Philipp

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:924125>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Philipp Pleše

**Novi nalazi pleistocenske flore s lokaliteta Ždrilo u  
okolici Posedarja**

Diplomski rad

Zagreb, 2021. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Philipp Pleše

**Novi nalazi pleistocenske flore s lokaliteta Ždrilo u  
okolici Posedarja**

Diplomski rad  
predložen Geološkom odsjeku  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu  
radi stjecanja akademskog stupnja  
magistar geologije

Mentor:  
prof. dr. sc. Jasenka Sremac

Zagreb, 2021. godina.

## *Zahvale*

*Zahvaljujem se svojoj mentorici prof. dr. sc. Jasenki Sremac za sve savjete i strpljenje, za svakodnevnu dostupnost i na brojnim konzultacijama popunjenim korisnim smjernicama. Također na stvaranju ugodne i opuštene atmosfere kroz nebrojene sate rada i pisanja ovog diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se i gospođi dr. sc. Ljerki Marjanac na omogućenom pristupu uzorcima i prostoru za rad u HAZU, na mnogobrojnim geološkim i znanstvenim savjetima te ugodnoj radnoj atmosferi i ukusnim čajevima.*

*Na kraju se od srca zahvaljujem svojoj djevojci, prijateljima te roditeljima i sestri na motivaciji i podršci, kako u svezi diplomskog rada, tako i općenito u životu.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

### Novi nalazi pleistocenske flore s lokaliteta Ždrilo u okolici Posedarja

Philipp Pleše

**Rad je izrađen:** Geološko-paleontološki zavod, PMF, Zagreb, Horvatovac 102a

#### Sažetak:

Analizirano je preko 130 ostataka makroflora iz sedimentnih stijena kvartarne starosti na području Ždrila, u okolici Posedarja. Determinirani su sljedeći taksoni: *Taxodium*, *Sequoia*, *Acer*, *Buxus*, *Carpinus*, *Castanea*, *Fraxinus*, *Nothofagus*, *Parrotia*, *Populus*, *Quercus*, *Robinia* i *Zelkova*. Među uzorcima u najvećem su broju prisutni močvarni čempresi (*Taxodium*) među golosjemenjačama, ali i općenito, te hrast (*Quercus*), javor (*Acer*) i *Zelkova* među kritosjemenjačama. Na temelju omjera broja listova s nazubljenim i cjelovitim rubom, izračunata je srednja godišnja paleotemperatura od 14,4°C, što odgovara kratkotrajnim zatopljenjima tijekom gornjeg pleistocena, između 120 i 415 tisuća godina prije današnjice.

**Ključne riječi:** fosilna makroflora, taksonomija, paleotemperatura, pleistocen, Ždrilo

**Rad sadrži:** 77+VI stranica, 66 slika, 25 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je pohranjen u:** Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF

**Mentor:** prof. dr. sc. Jasenka Sremac

**Ocjenjivači:** prof. dr. sc. Jasenka Sremac, prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, Dražen Kurtanjek, v. pred. mr. sc.

**Datum završnog ispita:** 23. rujna 2021.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

### Master's Thesis

**New findings of Pleistocene fossil flora from the Ždrilo locality in the vicinity of Posedarje**

**Philipp Pleše**

**Thesis completed in:** Department of Geology, PMF, Zagreb, Horvatovac 102a

#### **Abstract:**

Over 130 remains of macroflora from sedimentary rocks of Quaternary age in the area of Ždrilo, in the vicinity of Posedarje, were analyzed. The following taxa were determined: *Taxodium*, *Sequoia*, *Acer*, *Buxus*, *Carpinus*, *Castanea*, *Fraxinus*, *Nothofagus*, *Parrotia*, *Populus*, *Quercus*, *Robinia* and *Zelkova*. Among the samples, wetland cypresses (*Taxodium*) among gymnosperms, but also in general, oak (*Quercus*), maple (*Acer*) and *Zelkova* among angiosperms are present in the largest number. Based on the ratio of the number of leaves with serrated and entire margins, the mean annual paleotemperature of 14.4 ° C was calculated, which corresponds to short-term warmings during the Upper Pleistocene, between 120 and 415 thousand years before today.

**Keywords:** fossil macroflora, taxonomy, palaeotemperature, Pleistocene, Ždrilo

**Thesis contains:** 77+VI pages, 66 figures, 25 references

**Original in:** Croatian

**Thesis deposited in:** Geological library, Department of Geology, Faculty of Science

**Supervisor:** prof. dr. sc. Jasenka Sremac

**Reviewers:** prof. dr. sc. Jasenka Sremac, prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, Dražen Kurtanjek, v. pred. mr. sc.

**Date of the final exam:** 23rd of September, 2021.

**Sadržaj**

1.	Uvod.....	1
2.	Teorijska osnova .....	2
2.1.	Klima i oledbe u pleistocenu .....	2
2.2.	Modeli oledbi.....	3
2.3.	Glavne oledbe Alpa .....	4
2.4.	Geoloska grada južnog Velebita.....	6
2.5.	Promjena vegetacije.....	7
2.5.1.	Povijest mediteranske flore .....	7
2.5.2.	Promjena mediteranske vegetacije .....	7
2.6.	Lokalitet Ždrilo.....	9
2.6.1.	Geologija lokaliteta .....	9
2.6.2.	Pleistocenski sedimenti .....	10
2.6.3.	Uvale Poljice i Porat.....	10
2.7.	Analiza ruba lista .....	12
2.8.	Dosadašnja geološka istraživanja .....	13
3.	Materijali i metode istraživanja .....	15
3.1.	Kabinetske metode istraživanja .....	15
4.	Rezultati .....	16
4.1.	Opis fosilnih uzoraka makroflore .....	16
4.1.1.	Grupa: Golosjemenjače, Gymnospermae Prantl, 1874.....	16
4.1.2.	Grupa: Kritosjemenjače, Dicotyledonae.....	24
5.	Rasprava.....	64
5.1.	Sastav biljne zajednice.....	64
5.2.	Ukupan sastav biljne zajednice: zbroj s radom Ivane Adžić (2012) .....	65
5.3.	Pretpostavka okoliša i klime te starost makrofosilnih uzoraka .....	66
5.4.	Sastav biljne zajednice lokaliteta Seline, Adžić (2012) .....	70
6.	Zaključak .....	71
7.	Literatura.....	72
8.	Popis slika .....	75

## **1. Uvod**

Tijekom višegodišnjih istraživanja na širem području Starigrada-Paklenice prikupljena je bogata makroflora u sitnozrnastim klastičnim naslagama kenozojske starosti. Dio te zbirke obrađen je u diplomskom radu I. Adžić (2012). Kasnije su istraživanja nastavljena i zbirka je nadopunjena značajnim brojem novih uzoraka, koji se čuvaju u prostorima Zavoda za paleontologiju i geologiju kvartara HAZU.

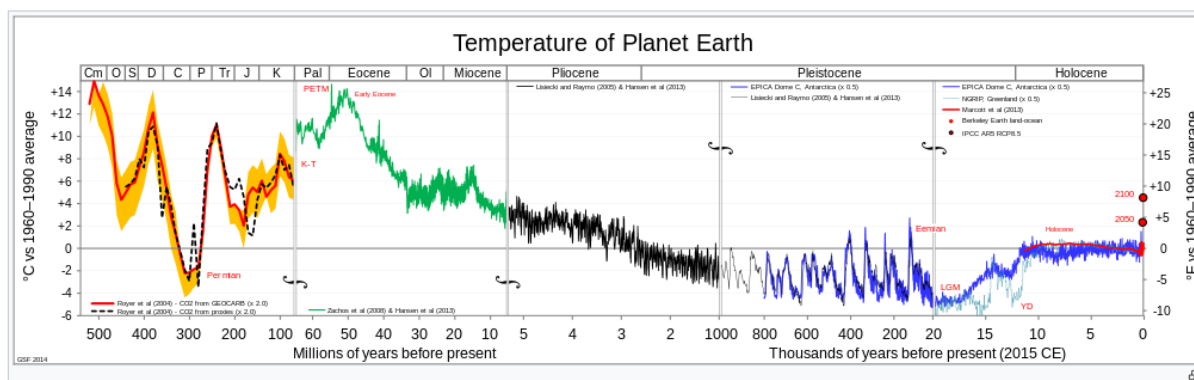
Glavni ciljevi ovog rada su: determinirati novo-prikupljene uzorke, načiniti pregled ukupnog biljnog materijala prikupljenog na istraženom prostoru, rekonstruirati biljne zajednice i klimu te usporediti opisanu floru s istovremenim biljnim zajednicama na širem području.



## 2. Teorijska osnova

### 2.1. Klima i oledbe u pleistocenu

Neogen, koji je završio prije 2.58 milijuna godina (MA), je posljednje razdoblje prije početka kvartara. Kvartar se dijeli na dvije epohe, pleistocen i holocen u kojem živimo i danas. Pleistocen je često poznat i pod laičkim nazivom kao „ledeno doba“. Započeo je prije 2.58 MA te je trajao do prije 11 700 godina (slika 1). Dijeli se na rani, srednji i kasni pleistocen.



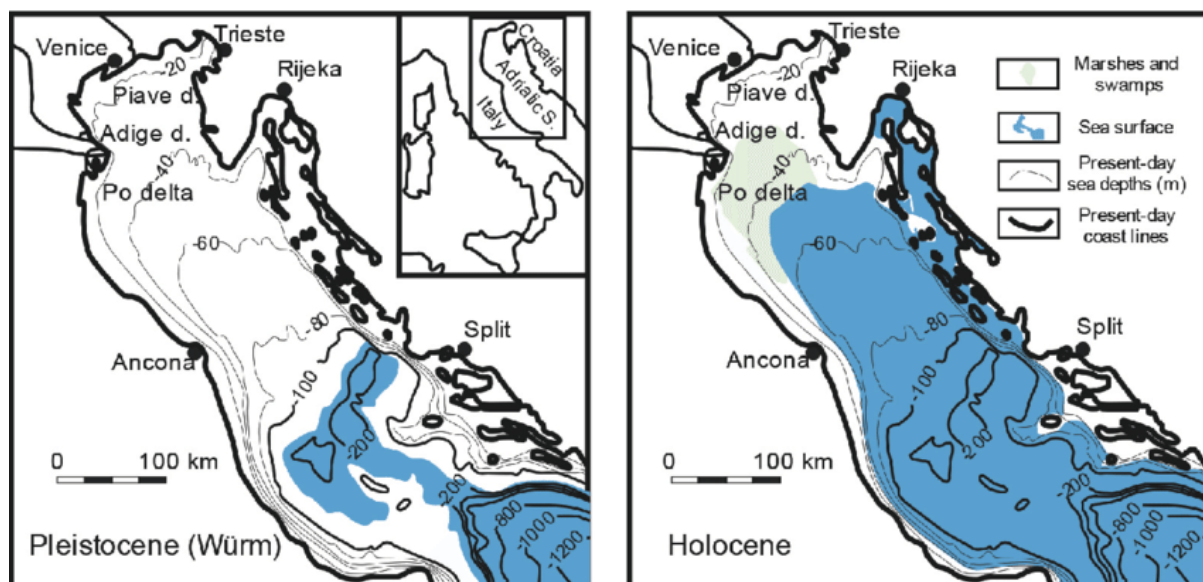
Slika 1: Prikaz prosječne globalne temperature površinskog zraka tijekom 540 milijuna godina

[http://gergs.net/all\\_palaeotemps/](http://gergs.net/all_palaeotemps/)

Pleistocensku klimu karakteriziralo je izmjenjivanje glacijalnog i interglacijalnog razdoblja, potaknuto širenjem i povlačenjem kontinentalnih ledenih pokrova nad sjevernim geografskim širinama. Dobro je utvrđeno da su te izmjene kontrolirane Milankovićevim ciklusima ekscentričnosti (413 000 godina), nagiba (41 000 godina) i precesije (23 000 godina) (JOANNIN i sur., 2007). Nezanemariv je također velik utjecaj globalne tektonike ploča koja djeluje na vremenskoj skali od više milijuna godina.

Početak pleistocena krenula je glacijacija sjeverne Zemljine polutke te su se glacijal i interglacijal izmjenili ukupno 52 puta (COHEN i GIBBARD, 2010). Za vrijeme glacijacija srednja godišnja temperatura zraka bila je daleko niža nego u današnje vrijeme. Na temelju istraživanja u Poljskoj, iz podataka o peludi i periglacijalnih pojava bilo je moguće rekonstruirati klimatske karakteristike za područje središnje europske. Periglacijalne pukotine te poligonalne strukture na stijenama ukazivale su na pojavu permafrosta u Poljskoj već prije 49 000 godina, sve do završetka posljednjeg glacijala. Te su se

periglacialne strukture razvile na srednjim godišnjim temperaturama od  $-9$  do  $-4^{\circ}\text{C}$ , sa zimskim ekstremima od oko  $-25^{\circ}\text{C}$ . Srednja ljetna temperatura dosegla je vjerojatno oko  $10^{\circ}\text{C}$ , kako sugeriraju paleobotanički zapisi (LESZEK i sur., 2019).



Slika 2: Granice Jadranskog mora tijekom Würma (prije 111.000–11.700 godina) i ranog holocena (oko 11.700 godina) (MALVIĆ, 2016.)

Pleistocenske oledbe imale su i velik utjecaj na mora i oceane, a tako i na Jadransko more (slika 2). Sjeverni dio Jadrana bio je uvelike reduciran i pretvoren u suhu ravnicu. Širina preostalog Jadrana je bila svega 300 km, dok je danas otprilike 800 km, a dubina oko 800 m, dok danas seže do dubine od 1 324 m (HUGHES i sur., 2010).

## 2.2. Modeli oledbi

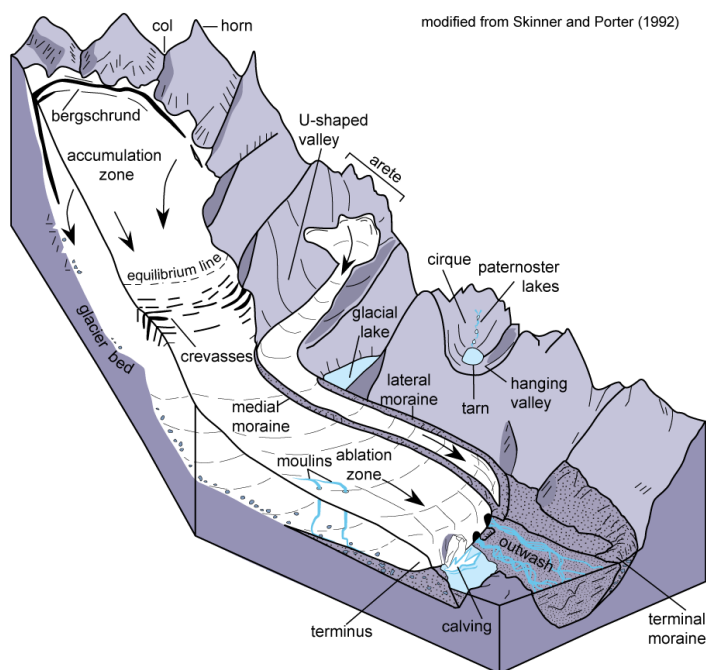
Danas u geologiji imamo opisana 3 tipa oledbe – Alpski, kontinentski i najmoderniji, Dinaridski tip oledbe (slika 3).

Alpski tip oledbe podrazumijeva tečenje leda po planinskim dolinama prema podnožnim ravninama stvarajući oblik „jezika“. Topografija bude neravna i poremećena. Najbitnije značajke ovog tipa su cirkovi, između kojih budu grebeni odnosno arete.

Kontinentski tip oledbe obuhvaća ledene navlake, odnosno pokrove, golemih promjera. Karakterističan je za više geografske širine pa je poznat i pod nazivom

Skandinavski tip oledbe. Površinom dosežu i do 50 000 km<sup>2</sup> te debljine do 3 km. Danas su još samo poznati na Grenlandu i Antarktici.

Dinaridski tip oledbe odnosi se na oledbu krša, te su ledene navlake debljine 1 000 m. Poznati ledenjak „Novigrad“ na našem području bio je dužine 50 km. Također su prisutne i morene na Velebitu, dužine 2-3 km i visine od 100 m. Ledenjaci ovoga tipa vrlo su spori jer subglacijalna voda, kroz krš, odlazi u podzemlje što vodi do velikog trenja između podloge i samog ledenjaka (MARJANAC i sur., 2008).



Slika 3: Detaljan pregled dijelova ledenjaka (<https://www.dnr.wa.gov/programs-and-services/geology/glaciers#anatomy-of-a-glacier>)

### 2.3. Glavne oledbe Alpa

U literaturi su tradicionalno navedene četiri glavne oledbe Alpa: Günz, Mindel, Riss i Würm.

Günz je započeo u srednjem pleistocenu prije otprilike 1 MA. Njegov završetak do danas nije određen, no postoje izvori da je završio prije otprilike 480 000 godina ili 370 000 godina kada započinje Mindel. Albrecht Penck i Eduard Brückner zaslužni su za ime ove oledbe po rijeci Günz između 1901. i 1909. godine. Pomoću uzoraka dubomorskih jezgara određeno je 10 marinskih izotopskih stadija (MIS) te je bilo 5 glacijalnih ciklusa

različitih intenziteta. Günz je prva oledba koja je počela nakon srednjepleistocenske tranzicije te su ciklusi trajali otprilike 100.000 godina. U prijašnjim oledbama (Biber i Danube) ciklusi su trajali svega 41.000 godina.

Točan početak oledbe Mindel nije definiran jer se povezuje s dva marinska izotopska stadija te ga neki izvori koreliraju s oledbom Elster, odnosno Engleskom glacijacijom. MIS 12 definira početak oledbe prije 480.000 godina, dok MIS 10 prije 370.000 godina zbog čega nije određen ni završetak prijašnje oledbe Günz.

Nakon relativno kratke oledbe Mindel, započinje oledba Riss prije 300.000 godina te je trajala do 130.000 godina. Gotovo sve fluvijalne doline nastale su početkom oledbe Riss. Za vrijeme glacijacije Alpi, ledeni pokrov je površinski napredovao više te pokrивao najveću površinu od svih dosada poznatih ledenih pokrova. Pokrivao je skoro cijelu sjevernu Europu.



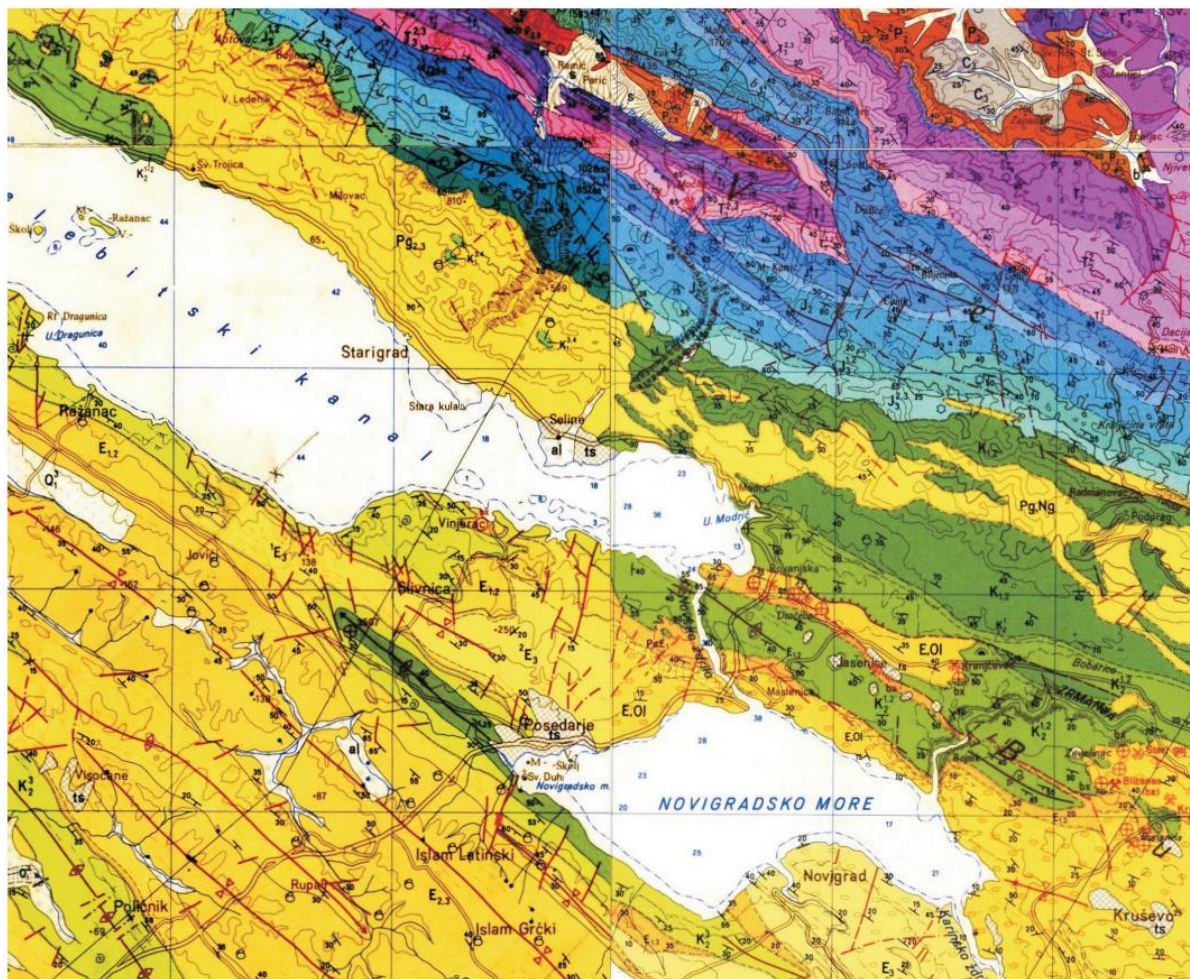
Slika 4: Smanjenje i povlačenje ledenjačkih maksimuma za vrijeme oledbe Würm u odnosu na oledbu Riss. Vidljive i granice permafrosta te granice morskog leda ([https://de.wikipedia.org/wiki/Letzte\\_Kaltzeit](https://de.wikipedia.org/wiki/Letzte_Kaltzeit))

Oledba Würm (slika 4) bila je posljednja oledba Alpi te je započela prije otprilike 115.000 godina i završila prije 11.700 godina kada je zabilježen i početak Holocena. Prosječna godišnja temperatura u Alpskom predjelu bila je  $-3^{\circ}\text{C}$  dok je danas  $+7^{\circ}\text{C}$ . Granica je određena pomoću peludnih analiza u promjeni vegetacije te razlika u facijesima.



## 2.4. Geološka građa južnog Velebita

Kanjoni Mala i Velika Paklenica (slika 5) su sačinjeni od karbonatnih stijena te su smješteni na područje dominatno trijasko, jursko, kredno i paleogensko starosti, no postoje i lokaliteti permske starosti.



Slika 5: Prikaz istraživanog područja pomoću spojenih segmenata osnovne geološke karte; listovi Zadar, Gospić i Obrovac 1:100 000 (prilagođeno prema SOKAČ i sur. 1974., MAJCEN i sur. 1963-1969 te SAKAČ i sur. 1973.)

Permske naslage smještene su na sjeveroistočnom području. U donjem dijelu srednjeg perma nalazimo konglomerate i pješčenjake, dok u gornjem dijelu srednjeg perma i gornjem permu dolomite (IVANOVIĆ i sur., 1976).

U donjem trijasu zastupljeni su klastiti, dok su srednjem trijasu vapnenci i pješčenjaci. Gornji trijas obuhvaća kompleks koji se sastoji od konglomerata, piroklastita i dolomita koji su također pronađeni na najvišem dijelu Velebita (MAJCEN i sur., 1973).

Jurske naslage sačinjene su od vapnenaca, vapnenaca s interkalacijama dolomita te vapnenačkih breča. Zajedno s dolomitima gornjeg trijasa čine padine Velebita.

Kredne naslage vidljive su samo uz obalu Velebitskog kanala, a zastupljene su vapnencima i vapnenačkim brečama. Na sjevernoj strani kod Selina i Starigrada, pronađene su Jelar breče u erozijskim oknima čije je taloženje prekinuto tektonikom za vrijeme laramijske orogenske faze. U blizini lokaliteta Ždrilo, na južnoj strani Velebitskog kanala, pronađeni su rudistni vapnenci gornjokredne starost.

## 2.5. Promjena vegetacije

### 2.5.1. Povijest mediteranske flore

Već od početka miocena postoji velika raznolikost mediteranske flore, od mezotermnih do megatermih svojiti te velikog broja jedinki koje su i danas prisutne na Mediteranu. Uglavnom za vrijeme miocena i pliocena, ali ponešto i tijekom kvartara, zabilježeno je izumiranje 108 termofilnih i higrofilnih jedinki s tog područja. Izumiranja su bila neizbježna zbog ponavljajućih hladnih razdoblja srednjeg miocena prije 13.6 MA, odmah nakon tranzicije ranog i kasnog pliocena prije 3.6 MA te početkom kvartara i nastupom oledbe sjeverne hemisfere prije 2.6 MA. Termofilno bilje teže je migriralo prema jugu za vrijeme klimatskih pogoršanja te rekoloniziralo tokom toplijih faza zbog mediteranske fiziografije koju karakteriziraju barijere orijentirane zapad-istok. Potpuni kontrast, naspram povijesti mediteranske flore, vidljiv je u Sjevernoj Americi gdje su prirodne barijere orijentirane sjever-jug (SUC i sur., 2019).

### 2.5.2. Promjena mediteranske vegetacije

Biljni ekosustav sjevernog mediterana znatno se promjenio u posljednjih 23 MA. Evoluirao je od šumskih uvjeta do otvorenih krajolika. Razlog tomu je nestanak *Avicennia* mangrova te kasnije i nestanak *Glyptostrobus* močvara. Mediteranske sklerofilne šume zamijenjene su suptropskim crnogoričnim šumama i posljednje, *Artemisia* stepe alterirale su u mezofilne šume za vrijeme ciklusa glacijala i interglacijala.

Južni mediteran, u kontrastu sa sjevernim, imao je vrlo održiv biljni ekosustav i otvorenu strukturu vegetacije. Vidljive su poveznice sa subaridnom klimom gdje su *Avicennia* mangrove obitavale sve do ranog pliocena prije invazije *Artemisia* stepe. Već je

tokom ranog miocena bila prisutna mediteranska sklerofilna flora, koja je prvotno imala koristi od izumiranja termofilno-higrofilnih elemenata, a zatim je fluktuirala u odnosu s temperaturnim varijacijama (SUC i sur., 2019).

## 2.6. Lokality Ždrilo

### 2.6.1. Geologija lokaliteta

Lokalitet Ždrilo (slika 6), zajedno s Vinjercem i Ravnim Kotarima, nalazi se u području južnog Velebita s kanjonima Male i Velike Paklenice. Područje je prikazano na listovima osnovne geološke karte Zadar (MAJCEN i sur., 1967) i Obrovac (IVANOVIĆ i sur., 1973).



Slika 6: Prikaz položaja istraživanog lokaliteta Ždrilo te mjesto prikupljanja makrofosilnih uzoraka pleistocenske starosti (preuzeto s Google Maps, pristupljeno 25.06.2021).

Na južnoj obali Velebitskog kanala nalazi se profil Ždrilo. U njegovoj okolini nalaze se takozvane Promina naslage koje su nastale tijekom eocena zbog sedimentacije slatkovodnih, marinskih i laporovitih vapnenaca.

Fosilna makroflora nađena je u jezerkom laminiranom sedimentu koji se sastoji od silta i izmjenjuje se s laminama gline, odnosno varvama što označuje slojeve koji se ritmički ponavljaju u proglacijalnom okolišu (ZOLITSCHKA, 2007). Sedimenti su pronađeni na samoj obali, kao dio proglacijalnog jezera koje se nalazilo na mjestu današnjeg južnog Velebitskog kanala (MARJANAC LJ. i MARJANAC T., 2004a).



Proglacijalni jezerski sedimenti tog područja obuhvaćaju razne facijese koji su interpretirani kao glaciofluvialni, glaciolakustrinski te glacijalni okoliši. Prijašnje navedena izmjena lamina odlično prikazuje sezonski utjecaj na promjenu klime. Slijed jezerskih sedimenata i lakustrinski sedimenti pružaju nam podatke o ranopleistocenskim klimatskim promjenama na sezonskoj i godišnjoj osnovici. Utjecaj promjena klime doveo je do progradacije dolinskih ledenjaka na području Velebitskog kanala (ADŽIĆ, 2012).

### 2.6.2. Pleistocenski sedimenti

Koštane breče ispunjavaju široku podzemnu čupljinu u okolici Starigrad – Paklenica te je zbog fosilne faune određena starost srednjeg pleistocena (MAJCEN i sur., 1967). Jezerski lapori također su učestali u srednjem pleistocenu te sadrže razne makrofosile i biljno trunje. Zbog zajednice ostrakoda određena je plitka slatkovodna sredina te odgovara vremenskom rasponu interglacijala Mindel-Riss do interglacijala Riss-Würm. Litologija je uglavnom laporska i glinena, a količina karbonatne komponente jako varira (IVANOVIĆ i sur., 1973).

Sediment gornjeg pleistocena tog područja nastao je tokom interglacijala Riss-Würm i glacijala Würm, a to su konglomerati i šljunci te pjesci i pjeskovita glina (MAJCEN i sur., 1967). Ilovača tog područja sastavljena je od svjetlosmeđe gline s mnogo vapnenačkog kršja i smeđe humusne zemlje bez čvrstih stijena (IVANOVIĆ i sur., 1973). Karakterističan sediment kvartarnih naslaga je terra rossa koja je rasprostanjena na čitavom području te je pretežno male debljine. Zemlja crvenica nastala je hidrokemijskim destruktivnim procesima karbonatnih naslaga, a ostatak se taloži u depresijama reljefa. Zbog lakog transporta učestala je i u ostalim kvartarnim sedimentima.

### 2.6.3. Uvale Poljice i Porat

Izdanak sa sačuvanim jezerskim sedimentima te mjesto uzorkovanja je u uvali Poljice (slika 7). Azimut smjera izdanka je prema sjeveroistoku i proteže se uz obalu dužine od otprilike 150 m. Visina seže do 10 m.



Slika 7: Uvala Poljice. Istraživano mjesto s jezerskim sedimentima s velikim brojem fosilnih uzoraka (preuzeto s Google Maps, pristupljeno 25.06.2021).

Jezerski sediment na svome krovinskom dijelu ima 30 cm debeli sloj paleotla. Izdanak je deformiran i doveden u vertikalni položaj zbog pritiska ledenjaka. Laminiran je s oštrim granicama siltnih lamina, raznih varijacija smeđe boje te bijele boje, i glinenih lamina, raznih varijacija sive i crne boje. Siltna lamina doseže debljinu od 111 mm te je najmlađi dio profila dok je najdeblja glinena lamina svega 30 mm. Lamine najmanjih debljina su 1 mm te mogu biti siltne i glinene. Na tom dijelu uočene su masivne, laminirane te bioturbirane varve. Iako bioturbacije su rijetke i uglavnom ispod glinenih lamina. Također su analizom čestica jezerskog sedimenta uočena zrnca kvarca, listići tinjaca, granule željezovih oksida, spore i ostrakodi.

U uvali Porat (slika 8) vidljiva je morena nastala pod utjecajem ledenjaka za vrijeme oledbe Velebitskog područja. Ledenjak je prešao preko proglacijalnog jezerera, odnosno današnjeg Velebitskog kanala. Jezerski sediment je vrlo erodiran i deformiran bez laminacija te se nalazi ispod same morene. U podinskom dijelu vidilji je i varvit, cementirani jezerski sediment.



Slika 8: Uvala Porat. Istraživano područje s vidljivom morenom (preuzeto s Google Maps, pristupljeno 25.06.2021)..

## 2.7. Analiza ruba lista

Analiza ruba lista metoda je koju znanstvenici koriste za dobivanje procjene paleotemperature iz fosilne flore pomoću omjera lišća s cjelovitim rubovima i nazubljenim rubovima. Flora umjerenih klima sadrže najveći udio lišća s nazubljenim rubovima, no taj se udio smanjuje s porastom temperature. Uzroci promjene, te veze između rubova lista i temperature, do danas nisu u potpunosti objašnjene i istražene. Dokazano je da je u ranoj fazi rasta fiziološka aktivnost na rubovima najveća. Listovi s nazubljenim rubovima aktivniji su u fotosintezi i transpiraciji, procesima vitalnim za njihov rast, od listova s cjelovitim rubovima. Unatoč tome da metoda analize ruba lista može dati samo okvirnu procjenu srednje godišnje temperature te ne otkriva kompletnu klimatsku povijest flore, česta je i koristi se u velikom broju. Primjenjuje se preko sjeverne i južne hemisfere, od

centralne Europe za fosilnu floru kenozojske starosti pa sve do kredne i paleocenske starosti Novog Zelanda (SEYFULLAH, 2012).

## 2.8. Dosadašnja geološka istraživanja

Geološka istraživanja Hrvatske vidljiva su još i iz doba Austro-Ugarske monarhije. Geolozi Fr. V. Hauer i G. Stache još davne 1862. napravili su geološki pregled omjera 1:144.000. Točno 15 godina nakon, 1877., G. Stache izrađuje geološku kartu obalnih zemalja Austro-Ugarske u omjeru 1:1.008.000. Prva detaljnija kartiranja vrši Dr. R. J. Schubert. Kartirao je od 1903. do 1907. te uz pomoć navedenih dvaju radova, izdao je geološke listove „Novegradi und Benkovac“ 1905. (slika 9a) te „Medak und Sv. Rok“ 1907. (slika 9b) u omjeru 1:75.000 koje su i danas dostupne u arhivi karata Austro-Ugarske Monarhije, Hrvatskog Geološkog Instituta. Na geološkim listovima vidljiv je Velebitski kanal te obala na kojoj se nalazi lokalitet Ždrilo. Naslage oko samog lokaliteta opisane su kao gornjokredni rudistni vapnenci i breče. Također su prisutne eocenske Promina naslage koje su već tada pripisane ranom "tercijaru", danas paleogenu. Jezerski sedimenti izdvojeni su kao neogenski slatkovodni lapori koji na Osnovnoj geoloskoj karti nisu spomenuti.



a



b

Slika 9a i 9b: Prve detaljnije karte istraživanih lokaliteta iz 1905. i 1907. godine (SCHUBERT, 1905) (SCHUBERT, 1907).

Morfološka istraživanja započinju 1929. te ih je vršio J. Poljak opisujući razne tipove krških pojava koje ovise o materijalu i raznim utjecajima na njihovo stvaranje. Nešto kasnije, niz autora radi na kartama 1:25.000 te daju detaljnije opise litologije i paleontologije naslaga tog područja, ali i odnose među pojedinim stratigrafskim članovima. Krajem pedesetih i za vrijeme šezdesetih godina prošlog stoljeća, veći broj autora bavio se proučavanjem građe Dinarida te je objavljeno više radova i shematskih tektonskih karata. U to vrijeme se razrađivala i tektonika samog Velebita. Autori Petković, Sikošek i Uccellini, 1958. – 1960., zastupaju da Velebit pripada navlaci zone visokog krša, dok Nikler, Sokač i Ivanović, 1965., utvrđuju na osnovi profila i istraživanja, o jednostavnosti i autohtonosti građe Velebita.

### 3. Materijali i metode istraživanja

#### 3.1. Kabinetske metode istraživanja

Kabinetske metode istraživanja izvršene su u prostorijama Zavoda za paleontologiju i geologiju kvartara na Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti (HAZU). Uzorci makrofosilnog bilja prije fotografiranja detaljno su očišćeni od viška sitnozrnatog sedimenta. Nakon toga, svaki uzorak dobio je svoju oznaku slovom „Ž“ s pripadajućim rednim brojem i adekvatnim mjerilom. Fotografiranje se vršilo fotoaparatom marke Sony A58 te standardnim objektivom 18-55 f/3.5-5.6 pod dnevnom svjetlošću.

Prikupljenih otprilike 175 fotografija naknadno je uređeno programom Windows Photo Editor. Njime je prilagođeno osvjetljenje i kontrast fotografija te na ponekim uzorcima i saturacija boja. Fotografije uzoraka su prije same determinacije sortirane po sličnosti i poznatim rodovima te razvrstane u tabele pomoću programa Microsoft Powerpoint te Microsoft Word.

Nakon razvrstanja uzoraka po sličnosti, fosilno lišće je opisano i determinirano. Mjerenjem dužine i širine lista, određivanjem nervature i vrste ruba te mjerenjem kuteva između sekundarnih žila s primarnom list je identificiran te svrstan u odgovarajući rod, a s dovoljno detalja i informacija, i vrstu. Pri identifikaciji najviše je korištena literatura COOMBES (2011) i KVAČEK i sur. (2020).

Za određivanje srednje godišnje temperature u doba makrofosilne flore s lokaliteta Ždrilo, a i njene starosti, korištena je „Analiza ruba lista“. Zbrojem listova s cjelovitim rubovima te listova s nazubljenim rubova, izračuna se postotak lišća s cjelovitim rubovima. Postotak se unio u graf s linearnom funkcijom te se očitala srednja godišnja temperatura. Pomoću srednje godišnje temperature, u grubo je određena pleistocenska starost fosilnih uzoraka. Korišten je graf s prikazom srednjih godišnjih temperatura dobivenih pomoću stadija izotopa kisika (SEYFULLAH, 2012).

## 4. Rezultati

### 4.1. Opis fosilnih uzoraka makroflora

4.1.1. Grupa: Golosjemenjače, Gymnospermae Prantl, 1874.

Red: Cupressales Link, 1829.

Porodica: Cupressaceae Gray, 1822.

**Rod: *Taxodium* Rich., 1810.**



Slika 10: Lijepi primjer mladih listova, odnosno iglica močvarnog čempresa, *Taxodium distichum*.

<http://www.ngaflora.com/Trees/Taxodium%20distichum/Taxodium%20distichum.htm>



## Opis uzoraka

### *Taxodium* sp.

2011. *Taxodium* Rich., Coombes

2019. *Taxodium* Rich., Kvaček i sur., str. 651, sl. 2

Na lokalitetu Ždrilo pronađeno je 24 uzoraka (Ž – 1, Ž – 15, Ž – 16, Ž – 34, Ž – 41, Ž – 42, Ž – 45, Ž – 46, Ž – 50, Ž – 58, Ž – 64, Ž – 65, Ž – 66, Ž – 68, Ž – 69, Ž – 79, Ž – 85, Ž – 90, Ž – 91, Ž – 95, Ž – 97, Ž – 103, Ž – 107, Ž – 108) u jezerskom sedimentu. Veličine uzoraka vrlo variraju, no sačuvanost fosila je kod ovoga roda dobra osim na nekim primjerima fali ponešto liski. Uzorci mogu biti sive, tamno sive do crne boje. Što je uzorak tamniji to su mu vidljiviji svi dijelovi te je u pravilu i generalno bolje sačuvan. Ostaci roda *Taxodium* (slika 10) često se mogu naći i s ostalim rodovima kao što su to *Quercus* i *Zelkova*. Na pojedinim uzorcima vidljivi su i otisci ljuštura školjkaša iz skupine *Dreissenidae*.

List Ž – 42 (slika 11) je igličast, sastavljen i crne boje. Duljina mu je 37 mm, a širina otprilike 24 mm. Liske su odlično sačuvane te je najdulja 13 mm. Duljina im varira, pri bazi su liske čak dvostruko kraće nego u sredini lista. Kutevi koje liske zatvaraju s lisnom osi variraju od 35° pa sve do 60°.



Slika 11: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 42.



Primjerak Ž – 45 (slika 12) je igličast i sastavljen te je svijetlo sive boje. Duljina lista je oko 32 mm, a širina mu je otprilike 20 mm. Liske su guste, odlično sačuvane te im je duljina između 10 i 15 mm. Uzorku fali baza, no vrh je sačuvan. Liske pri vrhu su manjih dimenzija, čak i manje od 5 mm. Kutevi između lisne osi i liski su podjednaki na cijelom listu te iznose od 45° do 55°. Uz Taxodiaceae vidljivi su i listovi kritosjemenjača, vrlo vjerojatno iz roda *Zelkova*.



Slika 12: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 45.

Jedan od najbolje sačuvanih primjeraka, uzorak Ž – 64 (slika 13), iz roda *Taxodium*. Rubovi pojedinih liski su oštro vidljivi te prilično dubok i oštar otisak lisne osi. Igličast i sastavljen list sive, svijetle boje. Duljina lisne osi makrofossilnog ostatka je 45 mm, a širina cjelokupnog lista je oko 24 mm, ovisno o mjestu mjerenja. Na liskama vidljivi su i otisci njihovih primarnih žila. Liske su na ovom primjerku podosta rijetko posložene, a duljina im varira od 12 mm pa sve do 17 mm. Kutevi između liski i lisne osi su od 40° do 55°. Uz rod *Taxodium* vidljiv i je odlično sačuvan primjerak kritosjemenjače, vrste *Zelkova zelkovifolia* uz dva otiska ljuštura školjkaša iz porodice *Dreissenidae*.

Slika 13: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 64.

List, oznaka Ž – 85 (slika 14), je igličast i sastavljen s vrlo gusto raspoređenim liskama. Također svijetle, sive boje. Duljina primjerka je 58 mm, a prosječna širina oko 14 do 15 mm. Duljina liski varira od 10 do 16 mm. Kutevi između liski i lisne osi su oštriji nego u primjercima Ž – 42, Ž – 45 i Ž – 64 te je moguće da se radi o vrsti *Taxodium dubium*. Kutevi su od 25° do 35°. Vrh na ovom uzorku je sačuvan s vidljivo manjim liskama. Baza primjerka je fragmentirana no vidljivi su obrisi do kud seže baza lista. Uz navedeni uzorak, vidljiva su i dva druga (desno i iznad glavnog primjerka) makrofosila vjerojatno iste vrste.

Slika 14: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 85.

Igličasto sastavljen list s oznakom Ž – 97 (slika 15), s vrlo gustim liskama. Zbog vrlo svijetle i smeđe boje, stopio se s okolnom stijenom te pojedini dijelovi nisu dobro vidljivi, ali su vrlo dobro sačuvani. Duljina mu je 46 mm, a širina na najširem dijelu lista je oko 11 i 12 mm. Liske su nešto kraće te im je duljina uglavnom ispod 10 mm, s pojedinim liskama duljine 11 do 12 mm. Primarna žila na liskama nije vidljiva. Kutevi između liski i lisne osi su vrlo oštri te variraju od 15° do 35°. Prilično sličan primjerku Ž – 85 te se vjerojatno također radi o *Taxodium dubium*.



Slika 15: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 97.

Sastavljeni list Ž – 103 (slika 16), igličast, tamno sive do crne boje te s odlično sačuvanim otiskom. Duljina lista je oko 56 mm dok mu je širina otprilike 23 mm. Liske su duge do 15 mm. Vrh je odlično sačuvan s liskama duljine svega nekoliko milimetra. Primarne žile na liskama su mjestimično vidljive. Kutevi između liski i lisne osi su od 45° do 55°.



Slika 16: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 103.



Red: Cupressales Link, 1829.

Porodica: Cupressaceae Gray, 1822.

**Rod: *Sequoia* Endl., 1847.**

Rod *Sequoia* u svojoj skupini sadrži stabla najvećih dimenzija na svijetu. *Sequoiadendron giganteum* (slika 17) je jedina živa vrsta u rodu *Sequoiadendron*. Moguće ih je pronaći na zapadnom dijelu Sierra Nevade u Kaliforniji na visinama od 900 do 2600 metara. U jednom periodu vjerovalo se da su također i najstarija stabla na svijetu, no istraživanja pomoću godova pokazala su da stabla ne prelaze starosti od 4000 godina. Najveća jedinka ove vrste je „General Sherman“ u Sequoia Nacionalnom Parku. Visina mu je nevjerovatnih 83 metara, promjera 11 metara, a teži oko 6.2 tone.



Slika 17: *Sequoiadendron giganteum*, iz „Sequoia national forest“ u južnom dijelu Sierra Nevade, Kalifornija.

<https://www.mercurynews.com/2018/05/17/5250679/>

### Opis uzoraka

Na lokalitetu Ždrilo pronađena su dva uzorka (Ž – 46, Ž – 48) iz roda *Sequoia*. Jedan uzorak je pojedinačan listić sa sastavljenog igličastog lista, dok je drugi uzorak cjeloviti sastavljeni list. Pronađeni su u jezerskom sedimentu. Sam fosil je sive boje, a nalazi se u smeđoj lamini silta. Očuvanost je vrlo dobra.

Uzorak s oznakom Ž – 48 (slika 18) pojedinačan je listić, iglica. Kopljastog je oblika. Pri bazi je uži i šiljastiji, dok je pri vrhu nešto širi i zaobljeniji. Duljina listića je 12 mm, a širina mu je svega 2 mm. Zbog odlične sačuvanosti, vidljiva je, ne samo primarna žila, ne i nekoliko sekundarnih žila. Izmjereni kutevi između sekundarnih žila s primarnom su od 25° do 30°.



Slika 18: *Sequoia* sp., uzorak Ž – 48.

## 4.1.2. Grupa: Kritosjemenjače, Dicotyledonae

Red: Sapindales Juss. ex Bercht. & J. Presl, 1820.

Porodica: Sapindaceae Juss., 1789.

**Rod: *Acer* Linnaeus, 1753.**

*Acer* (slika 19), na hrvatskom poznat kao javor, iz reda Javorovki, listopadno je drvo koje se pojavilo u kasnom paleocenu. Postoji otprilike 132 različite vrste od kojih je najveći broj autohton u Aziji te ponešto u Europi, sjevernoj Africi i Sjevernoj Americi.



Slika 19: List recentnog crvenog javora (*Acer rubrum*).

<https://canr.udel.edu/udbg/?plant=acer-rubrum>

## Opis uzoraka

### *Acer rubrum* Linnaeus, 1753.

2011. *Acer rubrum* Linnaeus, Coombes str. 1956

Jedan uzorak (Ž – 8) s lokaliteta Ždrilo iz roda *Acer*, interpretirao sam kao *Acer rubrum*. Lagana fragmentacija, dijelovi dobro vidljivi. Pronađen u jezerskom sedimentu, smeđoj lamini silta. List je interpretiran pomoću literature COOMBES (2011).

List uzorka Ž – 8 (slika 20) dugačak je otprilike 33 mm te širok oko 30 mm. Plojka je dlanasto režnjasta s dobro vidljiva dva režnja, no vidljiv je i početak trećeg u blizini osnove. Kut između lijevog i središnjeg režnja je otprilike 90°. Rub, odnosno režnjevi lista su pilasti, a vrhovi režnjeva su šiljasti. Nervatura lista je mrežasta te su odlično vidljive primarne i sekundarne žile. Mjestimično te uz krajeve režnjeva, vidljive su i tercijarne žile kako se granaju iz sekundarnih. Sekundarne žile s primarnom zatvaraju kut od između 50° - 60°.



Slika 20: *Acer rubrum*, uzorak Ž – 8.

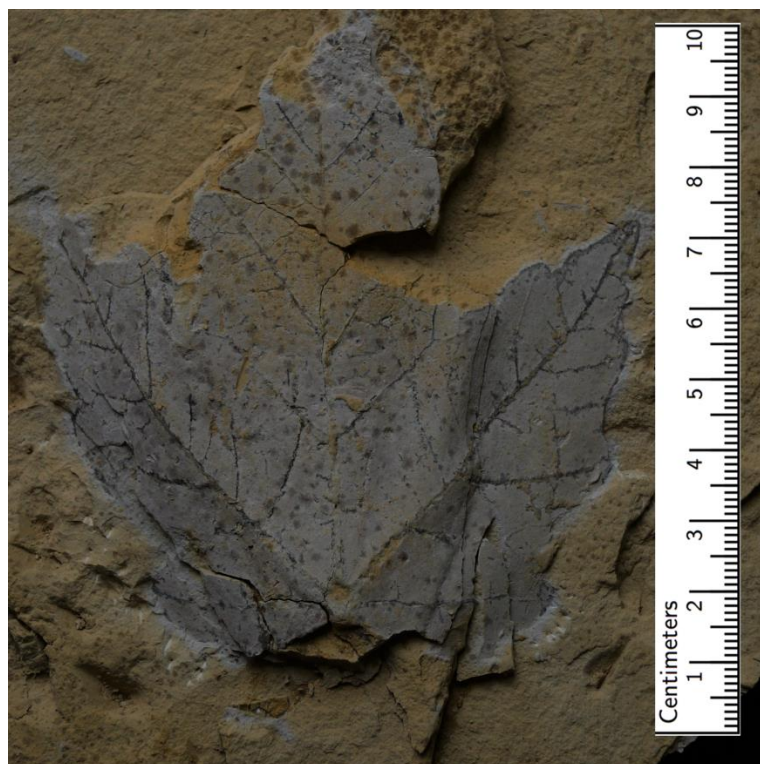


***Acer opalus* Miller**

2011. *Acer opalus* Miller, Coombes str. 1927

List pod oznakom Ž – 27 interpretirao sam kao *Acer opalus*, pomoću COOMBES (2011).

Uzorak Ž – 27 (slika 21) ima jedno veće oštećenje na početku srednjeg režnja. Osim toga, uzorak je odlično sačuvan. List je dužine od oko 90 mm te širine između vrha lijevog i desnog režnja, od otprilike 85 mm. Nervatura je ista kao i u prethodnom uzorku, Ž – 8, no bolje očuvana i vidljiva. Kutevi su oko 40° - 50° između primarnih i sekundarnih žila, dok je između dvije primarne oko 40°. Rubovi su napiljeni, ali zaobljeni, kao i vrhovi režnjeva. Lijevo i desno od osnove plojke vidljiva su dva manja režnja sa primarnim žilama, no ponekad mogu biti i odsutni.



Slika 21: *Acer opalus*, uzorak Ž – 17.

**Sjemenka *Acer* sp.**

Fosilni uzorak sjemenke Ž – 12 (slika 22) također je odlično sačuvan. Rub je oštar i cjelovit, a u sredini sjemнке su jasno vidljive žilice koje se šire longitudinalno iz osnove sjemenke. Dužina sjemenke je 24 mm, a širina otprilike 8 mm.



Slika 22: Sjemenka *Acer* sp., uzorak Ž – 12.

***Acer* sp.**

2011. *Acer* Linnaeus, Coombes

2019. *Acer* Linnaeus, Kvaček i sur., str. 676, sl. 11

Četiri uzoraka s oznakama Ž – 82, Ž – 83, Ž – 100 i Ž - 110 interpretirao sam kao *Acer* sp. koristeći literaturu COOMBES (2011.) te KVAČEK i sur. (2019). Svi uzorci su vrlo loše sačuvani i fragmentirani.

Uzorak Ž – 100 (slika 23) dosta je fragmentirani te nisu vidljivi ključni dijelovi. Nedostaju vrhovi režnjeva te rub lista nije vidljiv osim oko baze plojke. Nervatura je doduše odlično sačuvana. Dužina između dvije najudaljenije točke uzorka je otprilike 80 mm, dok je širina oko 87 mm. Nervatura je mrežasta te su dobro vidljive 5 glavnih žila. Po nervaturi i kutevima između žila te cjelovitom rubu kod baze plojke, ovaj uzorak naliči na *Acer opalus*.



Slika 23: *Acer* sp., uzorak Ž – 100.

Red: Fagales Engl., 1892.

Porodica: Fagaceae Dumort., 1829.

**Rod: *Castanea* Miller 1754.**

*Castanea* ili kesten (slika 24) spada u porodicu bukvi. Sadrži oko 9 vrsti te je specifičan za umjereni toplinski pojas sjeverne hemisfere. Rasprotranjen je u Europi, Sjevernoj Americi, Aziji i Australiji. Plod je od davnina poznat kao jestiv.



Slika 24: Pitomi ili šumski kesten (*Castanea sativa*)

<http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:295349-1>



**Opis uzoraka*****Castanea sp.***

2001. *Castanea* Miller, Sakala i Teodoridis, str. 26, sl. 3

2011. *Castanea* Miller, Coombes

2021. *Castanea* Miller, Kvaček i sur., str. 666, sl. 6

Ukupno dva uzoraka nađena na lokalitetu Ždrilo interpretirao sam kao *Castanea sp.* pod oznakom Ž – 15 i Ž – 67. Nađeni su također u jezerskim sedimentima, odnosno u laminama silta. Uzorci su mjestimično fragmentirani, no nervatura i rubovi plojke su odlično sačuvani. Interpretaciju te determinaciju sam izvršio pomoću COOMBES (2011), KVAČEK i sur. (2019) te SAKALA i TEODORIDIS (2001).

Uzorak lista s oznakom Ž – 15 (slika 25) jednostavan je te je dugačak oko 97 mm (od početka peteljke) dok je otprilike 55 mm širok. Rub plojke je nepravilno pilast i trnovit. Nervatura je vidljivo borolika. Kutevi između primarne i sekundarne žile su od 55° do 65° te prema vrhu postaju šiljastiji. Blizu osnove plojke žile alteriraju, a prema vrhu postaju sve više simetrične, odnosno nasuprotne. Na bazi lista nazire se i peteljka duljine od oko 17 mm. Baza lista izgleda klinasto no moguće da je tako i fragmentirana.



Slika 25: *Castanea sp.*, uzorak Ž – 15.

List na uzorku Ž – 67 (slika 26) također je jednostavan i duguljast te je rub plojke trnovit s razmacima između zubaca od oko 8 mm. Dužina lista je nešto više od 120 mm, a širina plojke je oko 55 mm. Nervatura je borolika te su sekundarne žile simetrične i nasuprotne, no prema vrhu plojke počinje jako alteriranje. Također se i sam razmak između žila smanjuje prema vrhu. Kutevi između žila drugog reda i primarne žile su sve od 30° do 65°. Vrh lista je fragmentiran, no baza je dobro vidljiva te je zaobljeno klinasta.



Slika 26: *Castanea* sp., uzorak Ž – 67.

Red: Fagales Engl., 1892.

Porodica: Fagaceae Dumort., 1829.

**Rod: *Quercus* Linnaeus, 1753.**

*Quercus*, ili hrast (slika 27), broji otprilike 500 različitih vrsti. Specifičniji je za sjevernu hemisferu te uključuje bjelogorične i crnogorične jedinke. Proteže se od hladnih do tropskih geografskih širina Amerike, Azije, Europe i sjeverne Afrike. Sjeverna Amerika sadrži najveći broj različitih vrsta, dok drugo mjesto drži Azija. Najstariji zapisi o rodu *Quercus* datiraju iz eocena, prije otprilike 45 milijuna godina.



Slika 27: Plod i list hrasta lužnjaka (*Quercus robur*).

<https://www.ebben.nl/en/treeebb/qurobur-quercus-robur/>

***Quercus trojana* in Loud. Gard. Mag., 1839.**

2011. *Quercus trojana* in Loud. Gard. Mag., Coombes, str. 864

Jedan primjerak (Ž – 50) sam interpretirao kao *Quercus trojana* uz pomoć rada i usporedbe s COOMBES (2011). Uzorak je pronađen u jezerskom sedimentu te smeđoj lamini silta. List je sive boje.

Uzorak označen sa Ž – 50 (slika 28) sadrži jednostavan list *Quercus trojana*. Dužina vidljivog dijela lista je otprilike 40 mm dok je širina oko 28 mm. Nažalost, list je jako fragmentiran te vjerojatno nedostaje cijela polovica plojke što bi moglo ukazivati na veličinu lista od 80 mm. Vidljivo je da je list usko duguljast, a da je rub nazubljeno pilast. Nervatura je perasto mrežasta te su sekundarne žile prilično simetrične jedna naspram druge. Kut između sekundarnih žila i primarne žile je od od 40° do 50°. Također je vidljivo da se dio sekundarnih žila proteže prema kraju u blagom luku. U gornjem desnom kutu uzorka vidljiva je i jedinka koja pripada rodu *Taxodium*, što je prilično često slučaj i s ostalim uzorcima roda *Quercus*.



Slika 28: *Quercus trojana*, uzorak Ž – 50.



***Quercus drymeja* Unger, 1967.**

2017. *Quercus drymeja* Unger, Denk i sur., str. 104, sl. 2

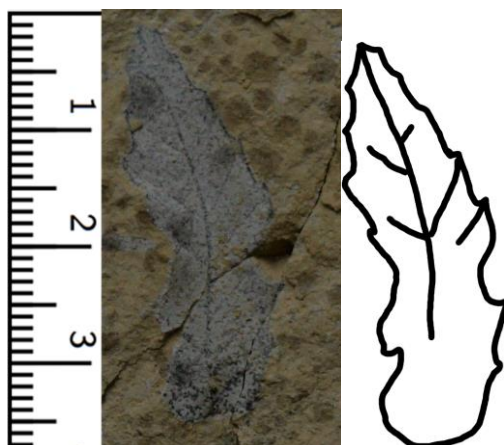
Ukupno tri uzoraka, Ž – 7, Ž – 35 i Ž – 111, s lokaliteta Ždrilo sam interpretirao kao vrsta *Quercus drymeja*. Vrstu sam odredio prema nervaturi i rubu plojke, njenoj veličini te usporedbom iz rada DENK i sur. (2017).

Plojka s uzorka Ž – 7 (slika 29) jednostavna je. Dužina lista je otprilike 42 mm, a širina 17 mm. Vrh plojke na ovom uzorku nedostaje, no baza lista je vidljiva na lijevom djelu i klinastog je oblika. Rub plojke je pilast. Nervatura je perasta i vrlo alterirajuća, sekundarne žile nisu nasuprotne. Razmak je prilično velik, čak i preko 5 mm. Sekundarne žile zatvaraju kut s primarno od 40° do 50°.

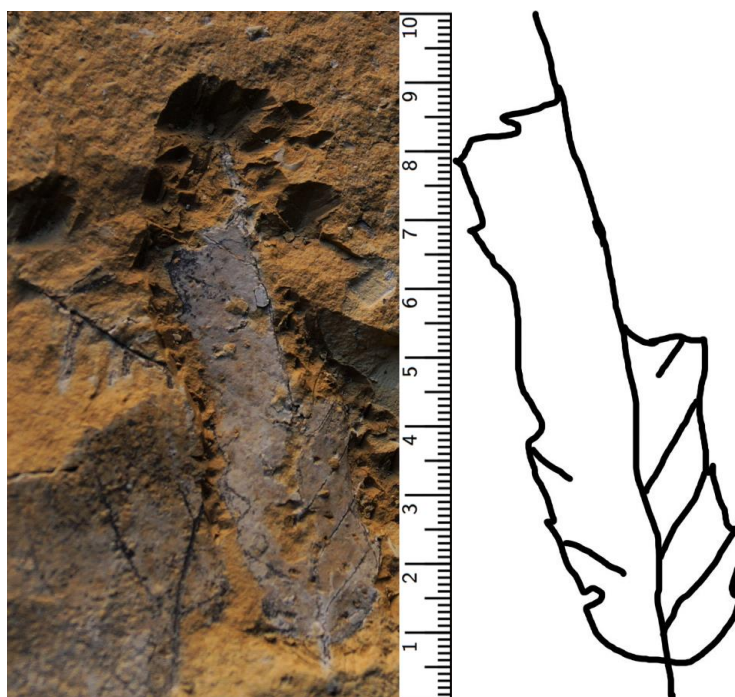


Slika 29: *Quercus drymeja*, uzorak Ž – 7.

Uzorak Ž – 35 (slika 30) sadrži plojku koja je jednostavna te je blago nagnuta na lijevo. Vrh je lagano fragmentiran no zbog može se zaključiti da je vjerojatno šiljast. Dužina lista je oko 32 mm, dok je širina 12 mm. Rub plojke je pretežno pilast, mjestimično izgleda kao oblo zupčast. Nervatura je borolika, iako je slabo vidljiva na ovom uzorku. Kut koji sekundarna žila zatvara s primarno je oko 35° - 40°. Baza plojke je okruglasta.

Slika 30: *Quercus drymeja*, uzorak Ž – 35.

List, Ž – 111 (slika 31), je jednostavnog oblika. Dužina mu je između 70 i 80 mm, a širina mu je oko 20 mm, što ukazuje da je omjer dužine i širine 4:1 ili čak možda i 5:1 s obzirom na fragmentaciju. Iako je vrh fragmentiran, vjerojatno nedostaje samo 10 do 20 mm plojke. Rub ovoga lista je mjestimično vidljiv te je pilastog oblika. Zbog loše sačuvanosti ovog uzorka, nervatura je također loše vidljiva, osim blizu osnove, gdje je vidljiva borolika nervatura plojke. Kut zatvaranja između sekundarnih žila s primarnom je između  $45^\circ$  i  $50^\circ$ . Udaljenost između sekundarnih žila je 5 mm. Sama baza lista je dobro sačuvana te je okruglastog oblika. Na uzorku su također vidljive i druge vrste fosilnog bilja.

Slika 31: *Quercus drymeja*, uzorak Ž – 111.

***Quercus* sp.**

2011. *Quercus* Linnaeus, Coombes

Na lokalitetu pronađeno je 11 primjeraka (Ž – 1, Ž – 2, Ž – 20, Ž – 26, Ž – 29, Ž – 40, Ž – 49, Ž – 87, Ž – 113, Ž – 115, Ž – 116) koje sam interpretirao kao *Quercus* sp. Dio fosilnih ostataka vrlo je fragmentiran te su slabo vidljive značajke plojke. Veličine i oblici listova naveliko variraju. Svi uzorci pronađeni su u jezerskim sedimentima te uglavnom u smeđim laminama silta. Interpretacija je načinjena pomoću literature COOMBES (2011).

Uzorak s oznakom Ž – 20 (slika 32) sadrži jednostavan usko eliptičan list, dužine oko 46 mm i širine oko 16 mm. Vrh plojke je šiljast dok je baza klinasta. Rub je vjerojatno blago pilast, dok negdje izgleda kao i blago valovit. Nervatura je perasta te je vidljiva i mrežasta nervatura tercijarnih žila. Sekundarne žile su nasuprotne i simetrične sve od baze do vrha lista. Zatvaraju kut s primarnom žilom od 30° do 70° pa čak i više od 70° blizu baze. Razmak između sekundarnih žila je oko 4 i 5 mm. Također, vidljiva je i peteljka na dnu baze dužine oko 4 mm.



Slika 32: *Quercus* sp., uzorak Ž – 20.

Na uzorku Ž – 49 (slika 33) vidljiv je jednostavan list, vjerojatno eliptičnog oblika, no zbog nedostatka vrha i baze nije moguće reći sa stopostotnom sigurnošću. Dužina lista je 55 mm, a širina je 20 mm. Nervatura je perasta te se sekundarne žile blago zaobljuju prema rubu plojke. Sekundarne žile su vrlo dobro vidljive i ima ih oko 7 sa svake strane. Kut koji sekundarne žile zatvaraju s primarnu je između  $40^\circ$  i  $45^\circ$ . Razmak između sekundarnih žila je od 6 do 9 mm. Rub plojke je teže vidljiv te je zbog toga mjestimično cjelovit, nazubljen ili blago valovit.



Slika 33: *Quercus* sp., uzorak Ž – 49.

List uzorka Ž – 115 (slika 34) je jednostavno duguljast, a ovalno eliptičnog oblika. Rub lista je vrlo izražen te je trnovitog oblika. Dužina plojke je otprilike 112 mm, a širina oko 55 mm. Nervatura primjerka je borolika, perasta. Žile su u sredini lista vrlo simetrične, dok blizu baze alteriraju. Zatvaraju kut od  $60^\circ$  do  $70^\circ$  s primarnom žilom. Baza lista je uleknuto široko klinasta. Kao i u primjerku „Ž – 50“, u donjem lijevom kutu, vidljiv je mali primjerak roda *Taxodiacea* sp.



Uzorak oznakom Ž – 116 (slika 35) je po obliku i nervaturi identičan kao i uzorak Ž – 115. Jednostavan i duguljast list. Rub plojke je trnovit, no mjestimično je i pilast. Dužina ovog primjerka je 100 mm, a širina je 66 mm. Kutevi zatvaranja su od  $55^\circ$  do  $70^\circ$ . Također vidljiv rod *Taxodium*



Slika 34: *Quercus* sp., uzorak Ž – 115.

Slika 35: *Quercus* sp., uzorak Ž – 166.

Red: Fagales Engl., 1892.

Porodica: Nothofagaceae Kuprian., 1962.

**Rod: *Nothofagus* Blume, 1850.**

Južna bukva, latinski *Nothofagus* (slika 36), je rod od otprilike 40 vrsti. Pojavljuje se samo u područjima južne hemisfere s umjerenom klimom. Ime *Nothofagus* u prijevodu znači „lažna bukva“ te je velika vjerojatnost da je originalna nomenklatura trebala biti „*Notofagus*“, što je u prijevodu „južna bukva“. Paleobotaničari vjeruju da je trenutna rasprostranjenost roda *Nothofagus* rezultat kontinentalnog drifta koji se dogodio nakon raspada Australije (ROGERS, 2004).



Slika 36: *Nothofagus fusca*, crvena bukva.

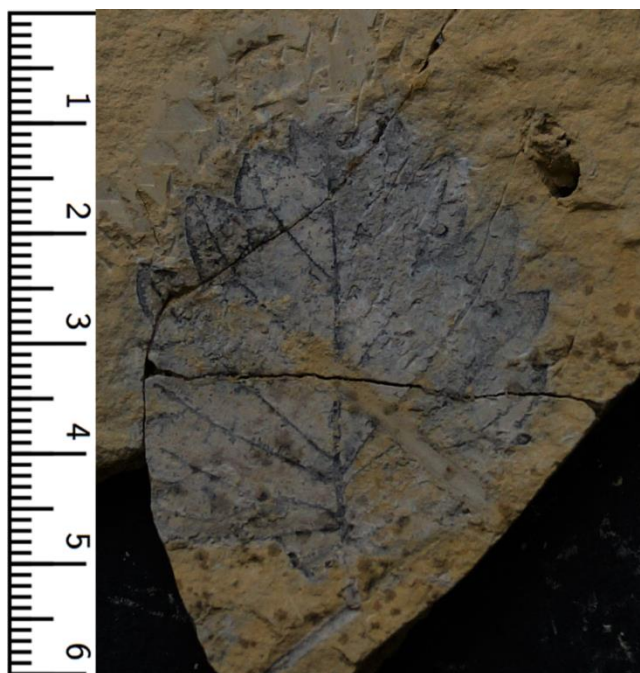
## Opis uzoraka

### *Nothofagus truncata* (Colenso) Cockayne, 1926. Ž – 43

1983. *Nothofagus truncata* (Colenso) Cockayne, Hill, str. 178, sl. 6

Jedan uzorak (Ž – 43) identificirao sam kao *Nothofagus truncata*. Rod i vrstu sam odredio prema veličini primjeraka, rubu plojke te nervaturi. Uzorak je pronađen u jezerskim sedimentima. Sama lamina je smeđe boje, dok je fosil sive boje. Uzorak sam identificirao pomoću HILL (1983).

Plojka na uzorku Ž – 43 (slika 37) jednostavnog je oblika. Dužina lista je 42 mm, dok je širina oko 38 mm. Rub ovog primjerka je fino napiljen s dubokim urezima svakog loba. Pojedini lobovi ruba dosežu dužinu od preko 5 mm. Nervatura je dobro vidljiva te je borolikog oblika. Kutevi između sekundarnih žila i primarne žile jako variraju. Vrijednosti su im od 45° pa sve do preko 70°. Lagano se naziru i tercijarne žile. Vrh plojke je specifičan za vrstu *N. truncata*. Ne dolazi do izražaja, zaobljen je te je napiljen slično kao i rub lista. Baza je okruglasta do okruglasto odrezana.



Slika 37: *Nothofagus truncata*, uzorak Ž – 43.



***Nothofagus* sp.**

2011. *Nothofagus* Blume, Coombes

Pronađen je jedan uzorak na lokalitetu Ždrilo kojeg sam interpretirao kao *Nothofagus* sp. pod oznakom Ž – 53.

Uzorak Ž – 53 (slika 38) prilično je fragmentiran te fali minimalno trećina plojke. Jednostavnog je oblika. Dužina uzorka je 25 mm, a širina je 29 mm. Rub ove plojke je cjelovit. Mjestimično napiljen/valovit, no vjerojatno samo zbog fragmentacije. Sekundarne žile su prilično rijetke te je nervatura borolika. Kut između sekundarnih žila s primarnom, kod baze lista, je  $40^\circ$ , a prema vrhu se kut smanjuje do  $30^\circ$ . Baza lista je okruglastog oblika.



Slika 38: *Nothofagus* sp., uzorak Ž – 53.



Red: Fagales Engl., 1892.

Porodica: Betulaceae Gray, 1822.

**Rod: *Carpinus* Linnaeus, 1753.**

*Carpinus*, grab (slika 39), je mezofilna vrsta umjerenog toplinskog pojasa. Pojavljuje se u nizinama, brdima i niskim planinskim pojasevima. Iako mu visoke temperature ograničavaju rasprostranjenost, vrlo je izdržljiva i prilagodljiva vrsta te ga se može pronaći i u ledenim okolišima. Grab najbolje uspeva u vlažnom okolišu s dobro dreniranim tlom, od sub-kiselih do karbonatnih. Može tolerirati mokru i gustu glinu pa sve do suhih pješčanih tla, ali nikako kisela tla (SIKKEMA i sur., 2016).



Slika 39: Mlado lišće graba, *Carpinus*.

<http://www.euforgen.org/species/carpinus-betulus/>

**Opis uzoraka*****Carpinus betulus* Linnaeus, 1753.**

2011. *Carpinus betulus* Linnaeus, Coombes

Na lokalitetu Ždrilo pronađen je jedan uzorak oznake Ž – 116, a interpretirao sam ga kao *Carpinus betulus*. Svoju sam odredio prema veličini, kutu sekundarnih žila s primarnom i razmaku između sekundarnih žila. Nažalost rub i vrh plojke su fragmentirani. Fosil je pronađen u jezerskim sedimentima te se nalazi u svojoj lamini silta.

List, s oznakom Ž – 116 (slika 40), je jednostavan, dugačak je nešto više od 30 mm, a širok oko 16 mm. Nervatura je perasta, odnosno borolika. Kut koji sekundarne žile zatvaraju s primarnom je od 35° do 45°. Razmak između sekundarnih žila je 2 – 3 mm te su simetrične duž cijele plojke. Rub plojke nije vidljiv ni na jednom dijelu lista, kao ni vrh.



Slika 40: *Carpinus betulus*, uzorak Ž – 116.

Red: Rosales Bercht. i J. Presl., 1820.

Porodica: Ulmaceae Mirb., 1815.

**Rod: *Zelkova* Spach, 1841.**

Zelkova (slika 41) spada u porodicu brijestovaa, odnosno Ulmaceae te se sastoji malog broja vrsta koje možemo naći od Krete i Sicilije u Europi do dijelova zapadne i istočne Azije. Za prepoznavanje ovog roda postoje dvije različite geografske grupe. Jedna je u Europi i zapadnoj Aziji, a druga je u istočnoj Aziji. Prva se sastoji od *Z. abelicea*, *Z. carpinifolia*, *Z. sicula* i *Z. zelkovifolia*, dok se grupa istočne Azije sastoji od *Z. serrata*, *Z. sinica* i *Z. schneideriana*.



Slika 41: *Zelkova carpinifolia*, uslikano u botaničkom vrtu „Ljubljana“

**Opis uzoraka*****Zelkova zelkovifolia* Unger, 1843.**

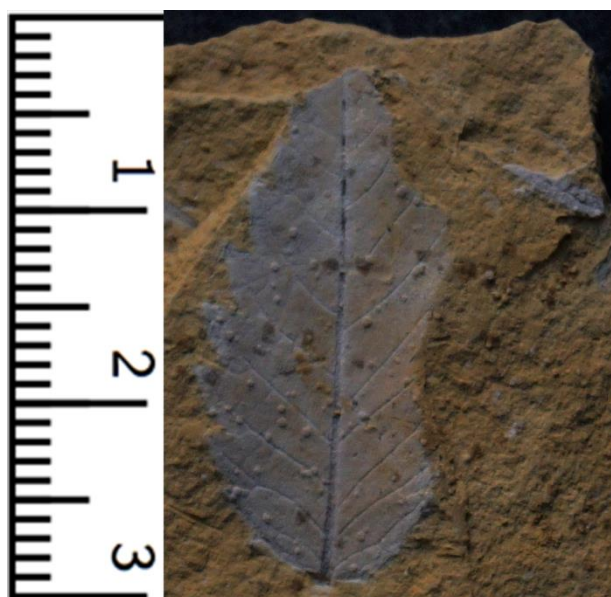
2006. *Zelkova zelkovifolia* Unger, Fatka i Kvaček J., str. 68, sl. 57

2011. *Zelkova* sp. Spach, Coombes

2020. *Zelkova zelkovifolia* Unger, Kvaček Z. i sur., str. 664, sl. 5

Ukupno 7 primjeraka (Ž – 17, Ž – 57, Ž – 64, Ž – 88, Ž – 89, Ž – 101, Ž – 105) makrofosilnih ostataka lišća s lokaliteta Ždrilo sam interpretirao kao *Zelkova*, odnosno, *Z. zelkovifolia*. Uzorci su pronađeni u jezerskim sedimentima te su sive boje u smeđim laminama silta. Skoro svi uzorci su vrlo dobro očuvani sa cjelovitom plojkom, vidljivom nervaturom i rubovima. Rod i vrstu sam odredio prema samom obliku plojke, vrhu i osnovi lista te njegovom rubu i nervaturi. Pri identifikaciji pomogli su mi izvori COOMBES (2011), FATKA i KVAČEK J. (2006.) te KVAČEK Z. i sur (2020).

List s oznakom Ž – 17 (slika 42) jednostavan je, dužine od 26 mm, a širine od 15 mm. Vrh plojke je lagano fragmentiran no vidljivo je da je šiljast, ali nije izdužen kao kod nekih drugih vrsti ovog roda (npr. *Z. serrata*). Baza lista je okruglasta. Rub plojke je odlično vidljiv na lijevoj polovici lista te je pilastog oblika. Nervatura je borolika te sekundarne žile alteriraju. Zatvaraju kut s primarnom žilom od 45° do 50°, a njihova udaljenost je vrlo različita kroz cijelu plojku. Na pojedinim mjestima su vidljive i tercijarne žile.



Slika 42: *Zelkova zelkovifolia*, uzorak Ž – 17.

Plojka lista Ž – 57 (slika 43) jednostavnog je oblika. Dužina lista je 27 mm dok je širina 14 mm. Vrh ovog primjerka je šiljast, a njegova baza je okruglastog oblika. Rub plojke je odlično vidljiv. Pilastog je oblika, no mjestimično izgleda kao da je i lagano trnovit. Nervatura mu je borolika. Sekundarne žile se odvajaju od primarne pod kutem od  $55^\circ$  do  $70^\circ$ , a na nekim dijelovima lista su vidljive i tercijarne žile. Također, sekundarne žile su uglavnom vrlo simetrične jedna naspram druge.



Slika 43: *Zelkova zelkovifolia*, uzorak Ž – 57.

List s oznakom Ž – 64 (slika 44) je jednostavnog oblika, eliptičan sa suženim vrhom i bazom. Rub plojke je napiljen, a sami zupci su prilično široki. Dužina mu je 33 mm, a širina oko 6 mm. Na osnovi lista vidljiva je i peteljka dužine oko 5 mm. Baza lista je savršen primjer klinastog oblika. Vrh plojke je izdužen i relativno šiljast. Nervatura je borolika s naizmjeničnim sekundarnim žilama, samo mjestimično simetrične. Kut između sekundarnih žila i primarne je od  $30^\circ$  do  $40^\circ$ . Vidljivo je također otklanjanje sekundarnih žila u blagom luku usmjerenom prema apexu. Na ovom uzorku su odlično sačuvani i primjeri iz porodice *Taxodium*. Vidljiva je i ljuštura školjkaša iz porodice *Dreissenidae* što još više ukazuje na slatkovodni do maksimalno slabo-bočati okoliš.



Slika 44: *Zelkova zelkovifolia*, uzorak Ž – 64.

Uzorak Ž – 101 (slika 45) je specifičan i posebno sačuvan jer je vidljiva grančica s dvije plojke. Oba lista su jednostavna. Vrhovi i baze listova se sužavaju što ukazuje na eliptičan oblik. Vrh na listu s oznakom „2“ je šiljast, a na listu s oznakom „1“ je fragmentiran no sugerira na također šiljasti oblik. Rubovi su im pilasti. List „1“ dugačak je 22 mm, a širok 12 mm, dok je list „2“ dugačak 25 mm, a zbog fragmentacije je širok svega 7 mm. Vjerojatno nedostaje između 3 i 4 mm desne polovice lista „2“. Nervatura im je borolika te su sekundarne žile vrlo naizmjenične. Kutevi između sekundarnih žila i primarne žile na listu „1“ su od  $45^\circ$  i  $65^\circ$ , a na listu „2“ su od  $40^\circ$  do  $55^\circ$ . Na ova dva primjera vrlo je dobro vidljivo otklanjanje sekundarnih žila u blagom luku. Kao i na uzorku Ž – 64 vidljiv je fosilni ostatak roda *Taxodium*.





Slika 45: *Zelkova zelkovifolia*, uzorak Ž – 101.

List Ž – 105 (slika 46) jednostavnog je oblika. Vrh i baza lista su odlično sačuvani te je vrh šiljastog oblika, dok je baza okruglastog. Dužina primjerka je svega 18 mm, a širina je 7 mm. Rub plojke je pilast. Nervatura na ovom primjerku nije najbolje vidljiva, no pokazuje boroliku strukturu. Kut koji sekundarne žile zatvaraju s primarnom je od  $30^\circ$  do  $45^\circ$ . Sekundarne žile, kao i na ostalim primjercima zelkove, su naizmjenične.



Slika 46: *Zelkova zelkovifolia*, uzorak Ž – 105.



Red: Saxifragales Bercht. & J. Presl., 1820.

Porodica: Hamamelidaceae R. Br., 1818.

**Rod: *Parrotia* C.A. Mey., 1831.**

*Parrotia* (slika 47), također poznata i kao „željezno drvo“, u bliskom je srodstvu s rodovima *Hamamelis* i *Fothergilla*, iako su ti rodovi više grmoliki. *Parrotia*-e su listopadna drveća te cvatu u proljeće. *Parrotia persica*, najčešća vrsta ovog roda, u svom izvornom staništu, drevnoj Hirkanskoj šumi južno od Kaspijskog mora, stvara guste šume ili šikare isprepletenih grana. U novije vrijeme ova vrsta se počela koristiti kao ukrasno, vrtno drvo zbog lijepih jesenskih boja i atraktivne kore, no u kultivaciji ne može postići veličine kao u divljini. Zbog vrlo velike gustoće i tvrdoće drveta, koristi se u razne svrhe, kao i za proizvodnju ugljena. COOMBES (2011)



Slika 47: Lišće perzijskog željeznog drveta, *Parrotia persica*.

<https://www.gardenia.net/plant/parrotia-persica-vanessa-persian-ironwood>

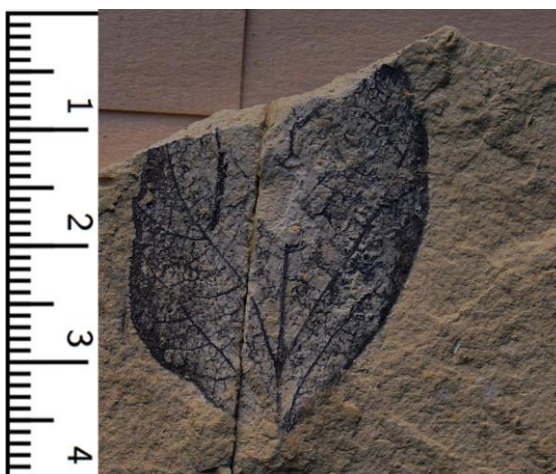
## Opis uzoraka

### *Parrotia* sp.

2011. *Parrotia* C.A. Mey, Coombes

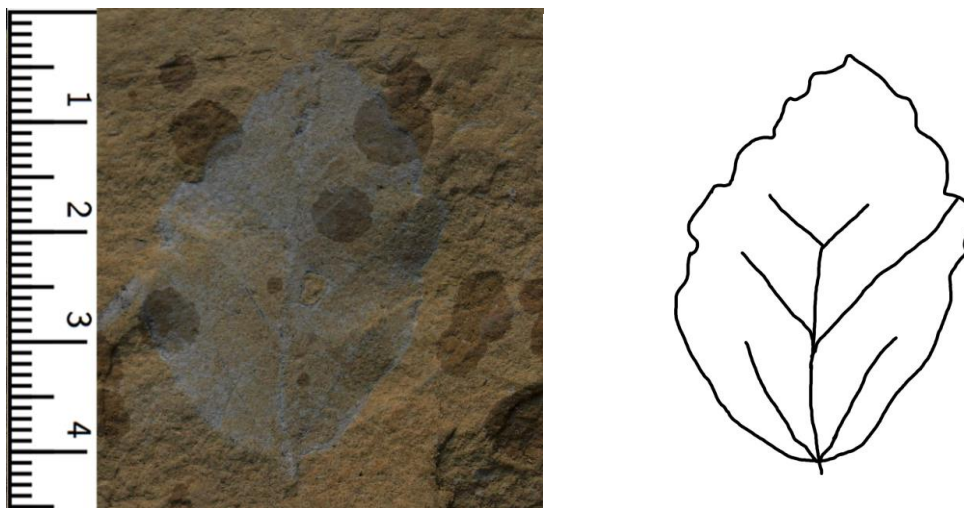
S lokaliteta Ždrilo, tri uzorka (Ž – 3, Ž – 52, Ž – 106) sam interpretirao kao *Parrotia* sp. Oba uzorka su lošije sačuvana. Jednom uzorku nedostaje gornji dio, odnosno vrh plojke, no nervatura i rub su odlično vidljivi. Drugi uzorak je u cjelosti sačuvan, ali su nervatura i rubovu slabije vidljivi. Rodove sam uspio odrediti pomoću njihove veličine, specifičnog oblika, odnosno ruba koji je od baze do polovice lista cjelovit, a kasnije, do vrha je napiljen. Također mi je pomogla i nervatura fosilnih uzoraka. Interpretirao sam ih uz pomoć rada COOMBES (2011).

List oznake Ž – 3 (slika 48) jednostavnog je oblika, s vidljivom fragmentacijom vrha. Baza lista također nedostaje, no po sačuvanom rubu možemo reći da je baza bila klinasta. Dužina fosilnog uzorka je oko 30 mm dok je njegova širina oko 21 mm. Sami rub plojke je specifičan za rod *Parrotia* te je vidljivo cjelovit kod baze, no prema vrhu postaje nazubljen. Nervatura je vrlo dobro sačuvana, retikularna, odnosno mrežasta. Plojka sadrži primarnu žilu te sekundarne žile koje stvaraju šiljasto boroliku nervaturu. Vidljive i tercijarne žile. Kut između glavne žile i žila drugog reda je od 25° do 30°. Sekundarne žile na sačuvanom dijelu su simetrične.



Slika 48: *Parrotia* sp., uzorak Ž – 3.

Plojka lista s oznakom Ž – 106 (slika 49) jednostavnog je oblika, sačuvana u potpunosti no sa slabije vidljivim atributima. Dužina lista je 37 mm, a širina 25 mm. Iako je slabije vidljiv, rub je kao i na prošlom uzorku, cjelovit pri bazi, ali, u ovom slučaju, oblo nazubljen pri vrhu. Za nervaturu ne možemo u ovom slučaju reći da je retikularna. Primarna žila zajedno sa sekundarnima čini boroliku nervatura sa šiljastim kutevima koji su od 30° do 40°.



Slika 49: *Parrotia* sp., uzorak Ž – 106.

Red: Lamiales Bromhead, 1838.

Porodica: Oleaceae Hoffmanns. & Link, 1809.

**Rod: *Fraxinus* Linnaeus, 1753.**

*Fraxinus excelsior* (slika 50), obični, gorski ili bijeli jasen, veliko je listopadno drvo širokog staništa te spada u porodicu maslina. Cvate u proljeće u obliku visećih metličastih cvatova. Poznat je po svom zanimljivom okriljenom plodu u kojem je jednosjemeni. U jesen moguće ih je vidjeti kako se vrte u vjetru uz pomoć svojih krilaca. Tvrdo, ali i elastično drvo poznato je po svojoj izdržljivosti i koristi za obradu. Mladi zeleni plodovi, ali i mladi proljetni pupovi mogu se koristiti u kulinarstvu COOMBES (2011).



Slika 50: Lišće bijelog jasena, *Fraxinus excelsior*.

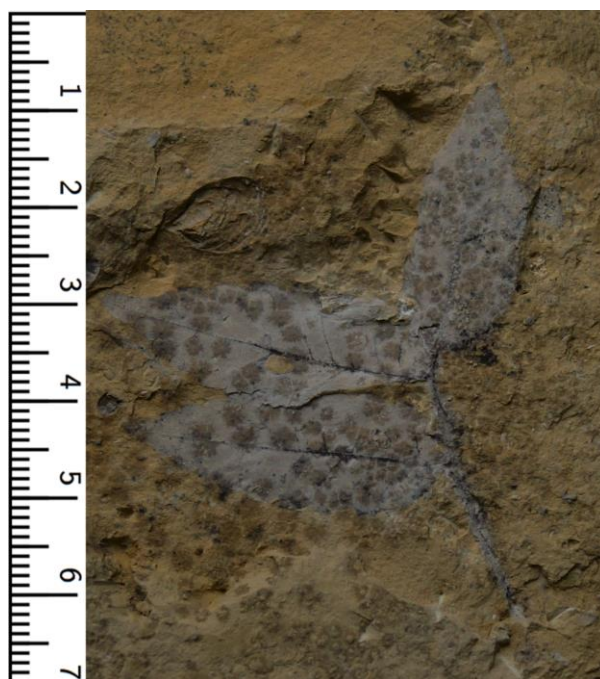
<http://www.euforgen.org/species/fraxinus-excelsior/>

**Opis uzoraka*****Fraxinus excelsior* Linnaeus, 1753.**

2011. *Fraxinus excelsior* Linnaeus, Coombes

Jedan uzorak (Ž – 62) je pronađen na lokalitetu Ždrilo kojeg sam interpretirao kao *Fraxinus excelsior*. Uzorak je pronađen u jezerskom sedimentu, sive boje, u smeđoj lamini. Makrofosil je odlično sačuvan te je vidljiva peteljka s tri listića. Vrstu sam mogao odrediti pomoću složenog oblika lista, rubova i oblika listića, njihove nervature i duljine uz pomoć rada COOMBES (2011.).

Uzorak Ž – 62 (slika 51) specifičan je zbog svojeg složenog oblika, odnosno neparno perasto složenog. Peteljka je duljine od otprilike 30 mm. Također, vidljiva su tri zasebna listića na peteljci. Duljina listića varira između 33 i 35 mm, a širina između 13 i 15 mm. Listići su kopljastog oblika sa šiljastim vrhom i okruglastom bazom te su udaljeni oko 10 mm jedan od drugog. Rub je fino napiljen, no kao i nervatura nije baš sačuvan. Nervatura je simetrična, borolikog oblika. Kutevi između sekundarnih žila s primarnom su oko 60°.



Slika 51: *Fraxinus excelsior*, uzorak Ž – 62.



Red: Fabales Bromhead, 1838.

Porodica: Fabaceae Lindl., 1836.

**Rod: *Robinia* Linnaeus, 1753.**

*Robinia* (slika 52) obuhvaća vrste listopadnih stabala i grmlja te je iz porodice mahunarki. Stabla mogu narasti i do 30 metara s razgranatom i rijetkom krošnjom. Listovi su složeni i neparno perasti, s cjelovitim ovalnim, jajastim listićima. Imaju specifične grozdolike cvjetove ugodnog mirisa. Uz ugodni miris, cvjetovi se koriste u kulinarstvu, ali i u ljekovite svrhe. Drvo je čvrsto, velike gustoće i tvrdo te je idealno za korištenje u stolarstvu, ali i kao ogrjevno drvo velike kaloričnosti.



Slika 52: *Robinia pseudoacacia*

<https://www.plantea.com.hr/bagrem/>

**Opis uzoraka*****Robinia* sp.**

2011. *Robinia* Linnaeus, Coombes

Na lokalitetu Ždrilo pronađen je samo jedan uzorak iz roda *Robinia*, no ne cijelog složenog lista, nego jednog listića. Listić je tamno sive, do crne boje u smeđoj lamini silta, jezerskog sedimenta. Nažalost, uzorak je vrlo loše sačuvan. Vidljiv je samo oblik i dio primarne žile te su izračunate dimenzije.

Listić Ž – 11 (slika 53) cjelovit je, eliptičnog do jajastog oblika. Duljina listića je 13 mm, a širina mu je 7 mm. Vrh lista je zaobljen i okruglast. Baza je loše sačuvana, no vidljivo je da je šiljastiji od vrha. Zbog generalno loše sačuvanosti listića, ostali dijelovi nisu prepoznatljivi.



Slika 53: *Robinia* sp., uzorak Ž – 11.



Red: Buxales Takht. ex Reveal, 1996.

Porodica: Buxaceae Dumort., 1822.

**Rod: *Buxus* Linnaeus, 1753.**

Red Buxales (slika 54), na hrvatskom poznat kao šimšir, su dikotilodone cvjetnice koje obuhvaćaju pet rodova i 90 do 120 vrsta unutar porodice Buxaceae. Najveći rod je *Buxus* s oko 70 vrsta. To su uglavnom drvenaste, grmolike biljke te imaju odvojene muške i ženske cvjetove.



Slika 54: Šimšir, *Buxus*.

<https://www.plantea.com.hr/simsir/#Šimšir-3>

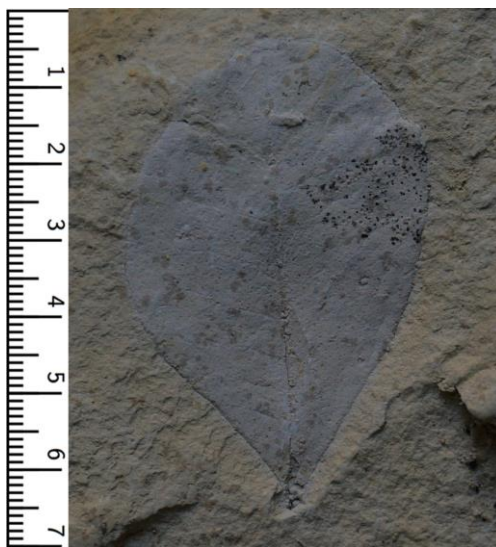
**Opis uzoraka*****Buxus* sp.**

2011. *Buxus* Linnaeus, Coombes

2018. *Buxus* Linnaeus, Huang i sur., str. 4, sl.4

Ukupno dva primjerka (Ž – 6 i Ž – 23) sam interpretirao kao *Buxus* sp. koja su pronađena na lokalitetu Ždrilo. Nađen je u jezerskom sedimentu, sive je boje, a nalazi se u smeđoj lamini silta. List Ž – 6 sačuvan je u cijelosti, dok je Ž – 23 fragmentiran pri vrhu i bazi. Rod sam odredio po obliku i veličini lista, vrhu i bazi te dobro vidljivoj primarnoj žili te usporedbom s COOMBES (2011) i HUANG i sur. (2018).

Plojka uzorka Ž – 6 (slika 55) cjelovita je, bez nazubljenog ruba. Dužina lista je 62 mm, a širina je 38 mm. Vrh lista je zaobljen, dok je baza klinasta. Pri vrhu je list najširi, dok se prema bazi sužava. Iako sekundarne žile nisu izražene, vidljive su mjestimično te je kut s primarno žilom od 60° do 70°.



Slika 55: *Buxus* sp., uzorak Ž – 6.

List Ž – 23 (slika 56) je cjelovit te je rub gladak bez zubaca. Dužina plojke je 43 mm, širina je 21 mm. Vrh lista je lagano fragmentiran, no može se zaključiti da je zaobljen, dok baza lista u potpunosti nedostaje. Plojka je prilično simetrične širine cijelom dužinom. Prema bazi se vrlo malo sužava. Lijeva strana je tlačno deformirana. Primarna žila je dobro vidljiva, a lagano se naziru i sekundarne žile. Kut između istih je od 55° do 65°.



Slika 56: *Buxus* sp., uzorak Ž – 23.

Red: Malpighiales Juss. ex Bercht. & J. Presl., 1820.

Porodica: Salicaceae Mirb., 1815.

**Rod: *Populus* Linnaeus, 1753.**

*Populus*, hrvatski topola (slika 57), listopadno je stablo iz porodice vrba. Stabla mogu narasti od 25- 30 m. Krošnja im je rijetka i piramidalnog oblika. Listovi su jednostavni, uglavnom nazubljenih rubova te se nalaze na izduženoj peteljci. Cvjetovi su obliku resa. Drvo je fleksibilno te se koristi za izradu namještaja. Poznata je i za izradu slikarskih platna, pogotovo u ranoj renesansi.



Slika 57: Krošnja topole, *Populus*.

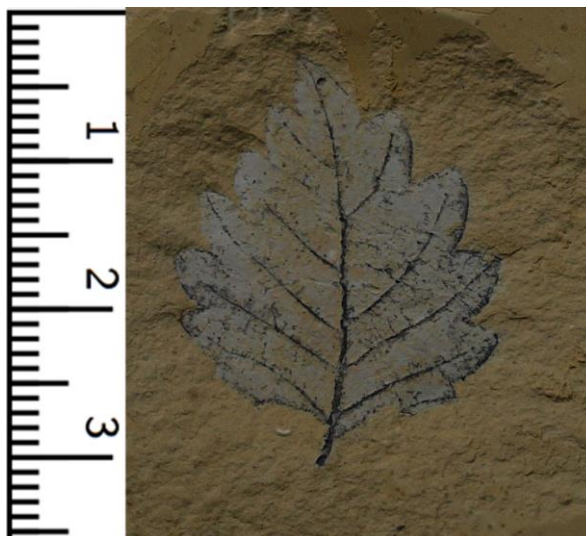
<https://www.plantea.com.hr/topola/>

## Opis uzoraka

### *Populus* sp.

Ukupno jedan uzorak, Ž – 55, sam interpretirao kao *Populus* sp s lokaliteta Ždrilo. Fosil je odlično sačuvan sa svim detaljima jasno vidljivim. Sive je boje u smeđoj lamini jezerskog sedimenta. Unatoč savršenoj očuvanosti, identifikacija nije bila laka te sam koristio niz internetskih izvora.

Jednostavna plojka, pilastog ruba s velikim i rijetkim zupcima vidljiva je na uzorku oznakom Ž – 55 (slika 58). Dužina plojke je 26 mm, širina 23 mm, a vidljiva je i peteljka duljine od 3 mm. Vrh lista završava zupcem te je šiljast, a baza je okruglasta i lagano fragmentirana. Sekundarne žile zatvaraju kut s primarnom u iznosu od 50° do 55°. Sekundarne žile nisu ravne, nego se zaobljuju prema vrhu lista. Mjestimično su vidljive i tercijarne žilice. Makrofosil ovog lista najviše nalikuje na dvije vrste iz roda *Populus*, a to su *Populus tremula* i *Populus fremontii*.



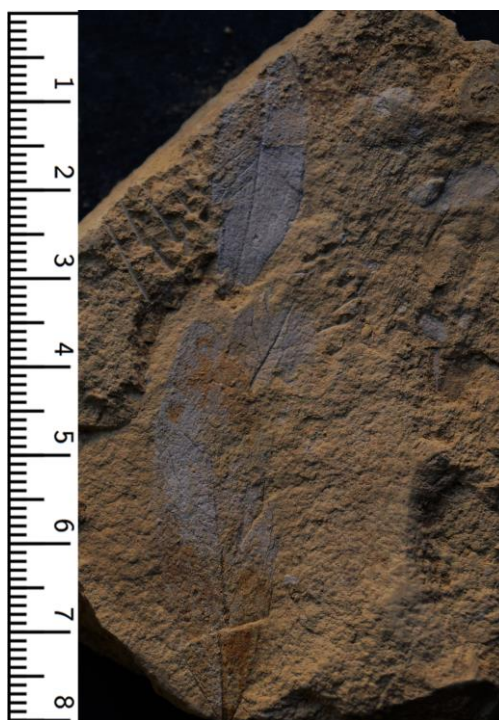
Slika 58: *Populus* sp., uzorak Ž – 55.

## Neidentificirani uzorci

Na lokalitetu Ždrilo pronađeno je i otprilike 11 primjeraka koji nisu determinirani i ostali su neidentificirani. Svi uzorci pronađeni su u jezerskim sedimentima te pripadaju u dikotiledone biljke, dvosupnice. Makrofosili su loše sačuvani, bez vidljivih detalja, fragmentirani te zbog niza faktora nije ih moguće sa sigurnošću identificirati.

### Opis uzoraka

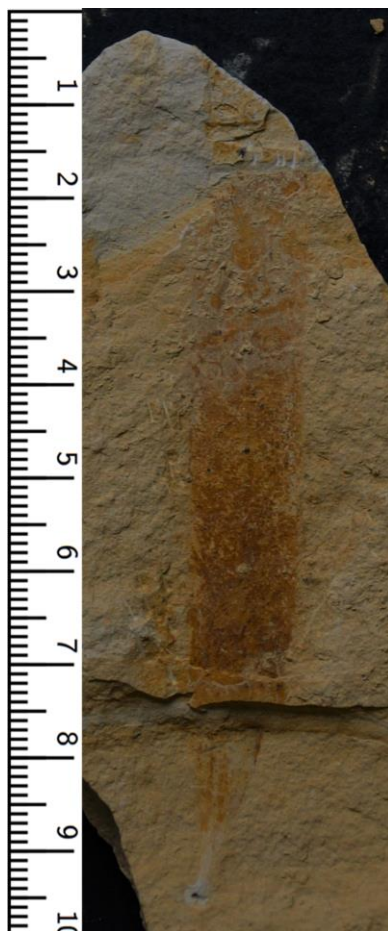
Na uzorku s oznakom Ž – 22 (slika 59) vidljiva su tri pojedinačna makrofosilna ostatka. Listovi su jednostavni, kopljasto eliptičnog oblika. Najveći je duljine od 46 mm, a širine svega 13 mm. Vrh mu je šiljast, dok je baza klinasta. Kut između primarne žile i sekundarnih žila je od 40° do 50°. Unatoč tome da uzorak nije toliko loše sačuvan, sama identifikacija nije moguća. Mogući rod je *Laurus* sp. zbog lauroidnog tipa lista, no lauroidan tip lista sadrže i brojni ostali rodovi u svijetu biljaka.



Slika 59: Neidentificirani fosili lauroidnih tipova listova



List uzorka Ž – 38 (slika 60) je jednostavan i tamno smeđe boje. Dužina lista je 91 mm, iako je vrh dosta fragmentiran, a širina mu je 12 mm. Minimalni izračunati omjer dužine i širine je 9:1. Sačuvana je i peteljka, duljine od oko 5 mm. Svi ostali detalji nisu vidljivi, kao što je nervatura, oblik ruba i ostalo. Unatoč jako lošoj sačuvanosti, zbog samo oblika i velikog omjera dužine i širine, mogućnost je da se radi o rodu *Myrica* iz reda Fagales.



Slika 60: Neidentificirani makrofosilni uzorak lista, nalik na rod *Myrica*

Plojka uzorka Ž – 102 (slika 61) je jednostavna, cjelovitog ruba, dužine od 37 mm i širine od 19 mm. Vrh je izražen, šiljkav, a osnova nedostaje. Nervatura nije sačuvana. Fosil je žarko narančaste do smeđe boje u sivom lamini silta, jezerskog sedimenta. Zbog navedenih detalja, oblika, veličine i vrha, uzorak nalikuje porodici Fabaceae, mahunarke.

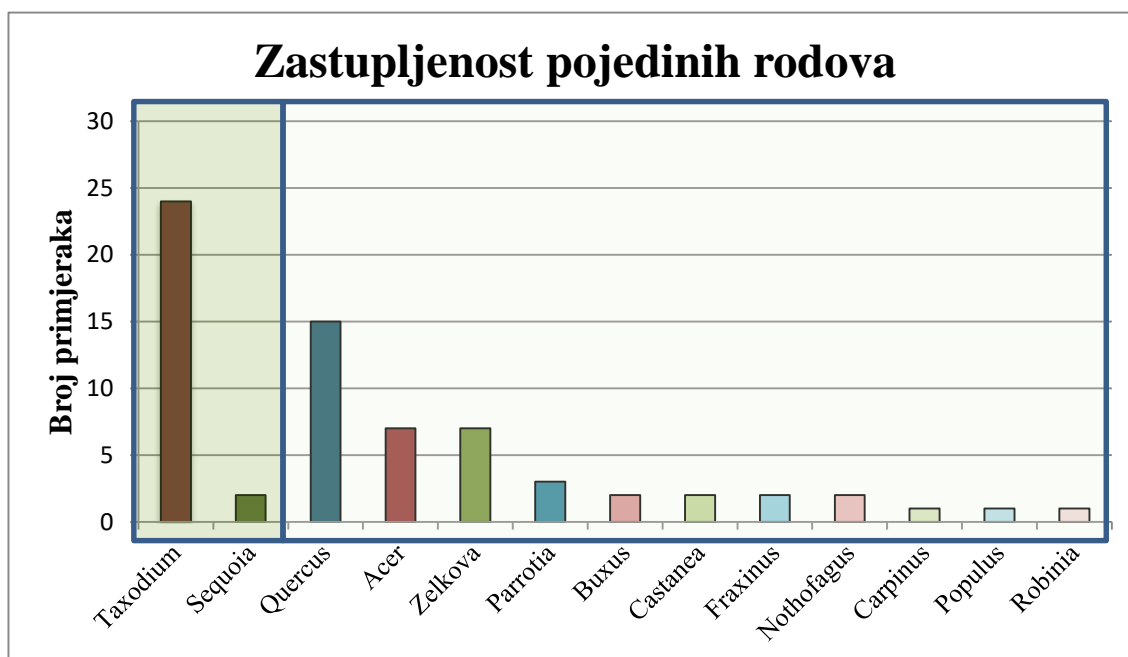


Slika 61: Neidentificirani uzorak lista, nalik na porodicu Fabaceae

## 5. Rasprava

### 5.1. Sastav biljne zajednice

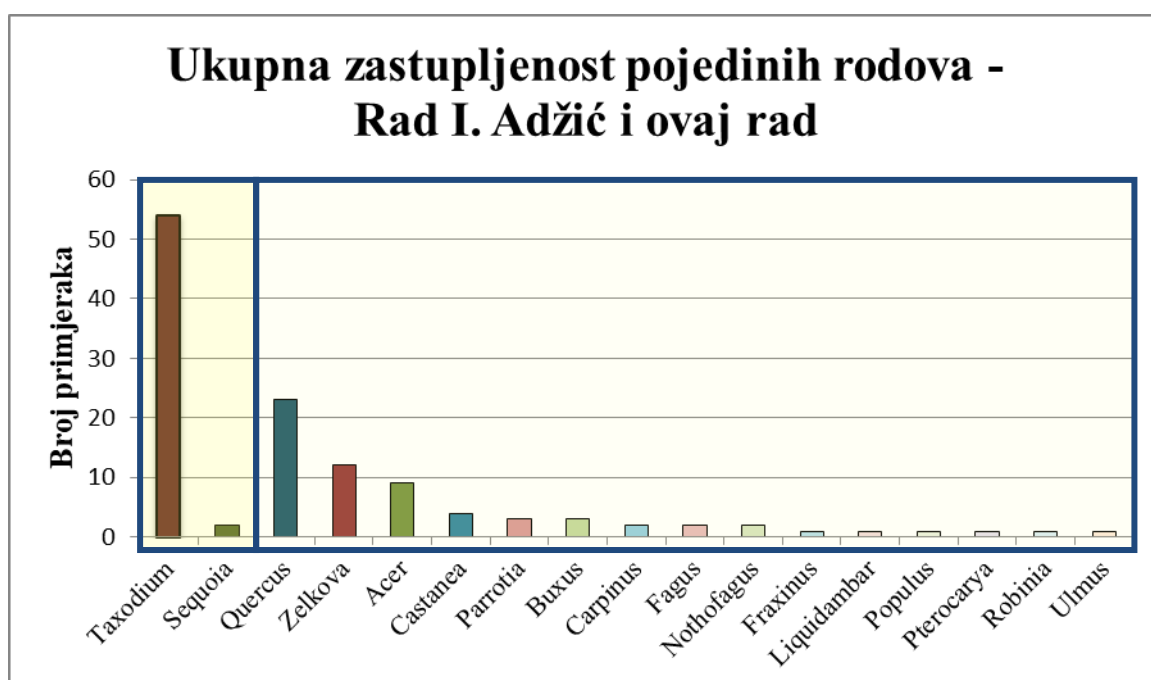
Ukupno 13 rodova fosilne makroflore interpretirano je na uzorcima s lokaliteta Ždrilo. S lijeve strane na priloženoj slici 62, vidljiva su dva roda golosjemenjača, *Taxodium* i *Sequoia*. Najzastupljeniji biljni rod je močvarni čempres, *Taxodium* sp. s 24 primjeraka, no taj broj je vjerojatno i veći zbog nekolicine teško odredivih sitnih fragmenata. Uz *Taxodium*, pronađena su i dva uzorka roda *Sequoia*. Po broju primjeraka nakon močvarnog čempresa slijedi rod *Quercus* (hrast) s 15 uzoraka te *Acer* (javor) i *Zelkova* sa po 7 uzoraka te *Parrotia* s tri uzorka. Determinirano je još sedam rodova, koji su zastupljeni s manje od tri uzorka po rodu (slika 62). *Buxus* (šimšir), *Castanea* (kesten), *Fraxinus* (jasen) i *Nothofagus* zastupljeni su s po dva uzorka. Od rodova *Carpinus* (grab), *Populus* (topola) te *Robinia* (bagrem) pronađen je po jedan primjerak.



Slika 62: Grafički prikaz zastupljenosti pojedinih rodova s brojem primjeraka. Rodovi *Taxodium* i *Sequoia*, odvojeni tamnijom žutom bojom, spadaju u golosjemenjače, dok ostalih 11 rodova, označenih sa svjetlijom žutom bojom, spada u kritosjemenjače.

## 5.2. Ukupan sastav biljne zajednice: zbroj s radom Ivane Adžić (2012)

Na lokalitetu Ždrilo, u diplomskom radu Ivane Adžić (2012), prvi je puta istraživana pleistocenska fosilna flora s ovog lokaliteta. Kolegica Adžić opisala je i interpretirala ukupno 12 različitih rodova na preko 50 uzoraka. Zbrojem svih primjeraka opisanih rodova iz rada I. Adžić i mog rada te grafičkim prikazom istih (slika 63), dobije se statistički precizniji i realniji pokazatelj paleokoliša.



Slika 63: Grafički prikaz ukupne zastupljenosti pojedinih rodova iz diplomskog rada Ivane Adžić (2012) i ovog diplomskog rada.

*Taxodium* je u diplomskom radu I. Adžić također najzastupljeniji rod s 30 uzoraka. Nakon toga slijedi *Quercus* s osam uzoraka, *Zelkova* s pet uzoraka te *Acer* s dva uzorka, što je identičan redoslijed kao i na prijašnjem grafu. Rodovi *Castanea* i *Buxus* interpretirana su te opisana također u oba rada. Uz sve prijašnje navedene rodove, kolegica Adžić pronasla je i opisala pet dodatnih rodova; *Fagus*, *Liquidambar*, *Pterocarya*, *Morus* i *Ulmus*. Rodovi *Sequoia*, *Parrotia*, *Fraxinus*, *Nothofagus*, *Carpinus*, *Populus* i *Robinia* pronađeni su i interpretirani u ovom radu, ali nedostaju te nisu opisani u radu kolegice Adžić (2012). Na grafovima je vidljivo da je razlikovanje njenog i mog istraživanja minimalno te da se radi o istom geološkom horizontu.

### 5.3. Pretpostavka okoliša i klime te starost makrofosilnih uzoraka

Pomoću samog broja uzoraka nije moguće sa stopostotnom sigurnošću i preciznošću odrediti i opisati paleookoliš istraživanog lokaliteta. Broj uzoraka može biti rezultat velikog broja čimbenika, kao što su sama fosilizacija, brzina i vrsta medija u kojem se uzorak nalazi ili u kojem se prenosi, o samoj svojti i njenoj mogućnosti fosiliziranja, invazivnim svojstvima neke biljne vrste, otpornosti na vanjske čimbenike i ostalo. Unatoč svemu, broj uzoraka daje nam vrlo dobru predodžbu i širu sliku paleookoliša i paleoklime istraživanog lokaliteta.

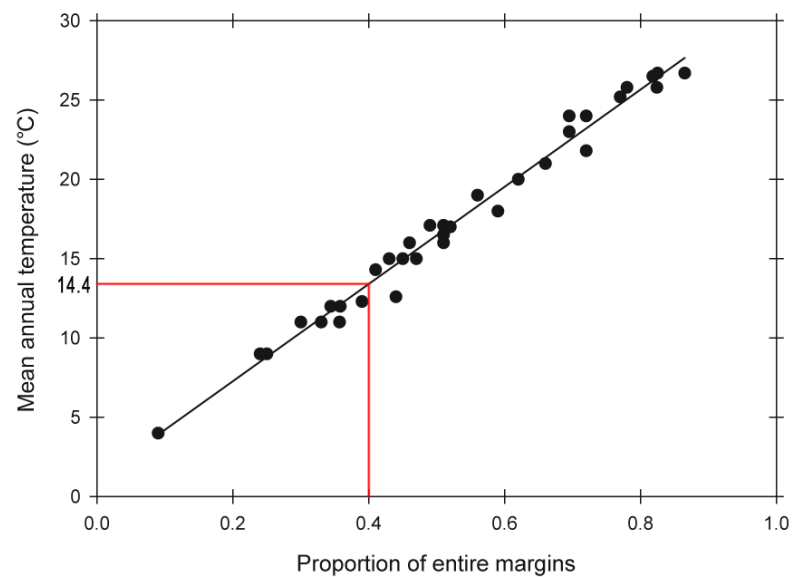
Rodovi *Taxodium*, *Zelkova* i *Castanea*, vrlo su česti na istraženom lokalitetu, indikator su humidne i umjereno tople klime. Dok *Zelkova* i *Castanea* preferiraju staništa s dosta vlažnim tlama, ali i dobrom drenažom, *Taxodium* preferira vrlo vlažna i saturirana tla s čestim i dugim poplavama s dubinom do 3 metra (WILTHITE i TOLIVER, 2004). *Castanea*, kesten, spada u termofilne vrste te je odlično prilagođen ekosustavima s prosječnom godišnjom temperaturom između 8 i 15 °C (GOMES-LARANJO i sur., 2006). Zbog sedimentoloških svojstava sedimenta u kojem je nađena flora, možemo potvrditi da se geološki horizont nalazio u velikoj blizini proglaćajalnog jezera (ADŽIĆ, 2012). Dodatna dva roda koja su vrlo dominantna na istraženom lokalitetu su *Quercus* i *Acer*. Radi se o vrlo tolerantnim rodovima koji mogu prebivati u velikom klimatskom rasponu, kao i na velikom spektru različitih vrsta tla. *Quercus* je rasprostranjen u područjima s umjerenom i suptropskom klimom, a sjeverna granica njihove rasprostranjenosti definirana je prijelazom iz snježne klime s toplim ljetima u snježnu klimu s hladnim ljetima (DENK i sur., 2017). *Quercus trojana* preferira te se najčešće može pronaći na vlažnim i vapnenačkim tlama. Uz *Q. trojana*, *Quercus drymeja* također favorizira vlažna tla te je odličan indikator za vrlo humidnu, suptropsku ili umjerenu klimu s toplim do vrućim ljetima (DENK i sur., 2017). *Acer* može uspjevati na jednom od najšireg raspona tipova tla, vlage, pH te nadmorske visine. Raste i na glacijalnim i neglacijalnim tlama. Uz navedena svojstva, raste i na vrlo različitim područjima, od suhih grebena i padina do tresetišta i močvara. Unatoč tomu, preferira ekstremne tipove tla: vrlo vlažna ili prilično suha (WALTERS i YAWNY, 2004). Iako nisu tako dobar indikator okoliša i klime kao *Taxodium* i *Zelkova*, *Quercus* i *Acer* su rodovi koji također preferiraju vlažna tla i umjerenu toplu klimu pa ih s lakoćom možemo svrstati u isti geološki horizont s rodovima *Taxodium* i *Zelkova*. Vađenjem dviju obalnih jezgara dobiveni su peludni zapisi i informacije o jedinki *Zelkova*. Jezgra PRGL1-4 daje informacije da se *Zelkova* u geološkoj



prošlosti pojavljivala tijekom svake tople faze bez obzira na intenzitet sve do kraja posljednjeg interglacijala prije 70.000 godina. U jezgri PRAD1-2 prisutna je tijekom posljednjeg interglacijala te epizodno zabilježena tijekom posljednjeg glacijala i holocena do prije 6000 godina (SUC i sur., 2019).

Svi uzorci makrofosila s lokaliteta Ždrilo pronađeni su u jezerskim sedimentima koji nam je važan pokazatelj klimatskih uvjeta u geološkoj prošlosti. Pomicanje ledenjaka s Velebita preko Ždrila, deformiralo je jezerske sedimente. Napredovanje navedenog ledenjaka načinilo je morenu u uvali na lokalitetu Ždrilo. Uz morenu, pronađeni su i različiti horizonti s ledenjačkim utruscima. Izmjenjivanje horizonata s utruscima dobro nam ukazuje na periodički led te na više navrata napredovanja i povlačenja ledenjaka. Odnosno, na izmjenjivanje toplijih i hladniji klimatskih uvjeta (ADŽIĆ, 2012). Topografska krovina indikator je toplijih klimatskih uvjeta tog područja jer je pronađen najveći broj makrofosilne flore rodova *Taxodium*, *Quercus*, *Zelkova*, *Castanea* i drugih.

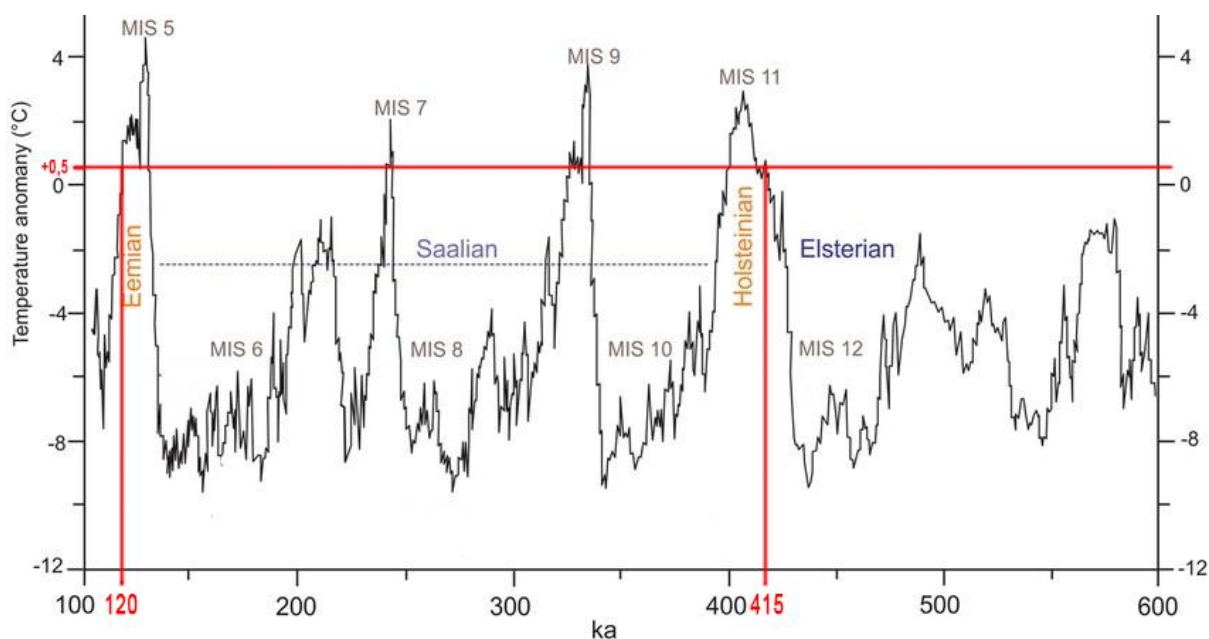
Stratigrafija jezerskih sedimenata i lokaliteta te njihova litologija ukazuje na pleistocensku geološku starost, razdoblje s najizraženijom izmjenom glacijala i interglacijala. Pleistocen je geološka epoha koja je trajala od prije 2,588 milijuna godina do prije 11 550 godina, odnosno do početka holocena. Kako bi se suzio raspon geološke starosti makrofosilne flore s lokaliteta Ždrilo koristimo zanimljiv istraživački „alat“, prije spomenut u radu, izračun omjera fosilne flore sa cjelovitim i nazubljenim rubom lista. Dobiveni postotak stavlja se u linearnu funkciju (slika 64). Funkcija je izrađena od podataka dobivenih iz primjeraka temperature u odnosu na omjer cjelovitih i nazubljenih rubova. Postavljanjem postotka cjelovitih i nazubljenih rubova na os s postocima, gleda se odgovarajuća temperatura definirana funkcijom. Izračunavanjem postotka listova s cjelovitim rubovima u obziru na listove s nazubljenim, dobio sam postotak od 40,74%, odnosno 0,4074. Unosom izračunatog postotka u linearnu funkciju, dobivena je srednja godišnja temperatura od 14,4°C.



Slika 64: Linearna funkcija koja se koristi u analizi ruba lista. Os x označava omjer, odnosno postotak listova s cjelovitim rubom, dok os y daje informacije o srednjoj godišnjoj temperaturi.

<https://uwyodioramas.wordpress.com/2013/02/26/research-and-leaf-margin-analysis/>

Pomoću izračunate srednje godišnje temperature od 14,4°C, moguće je dobiti vjerojatnu starost makrofosilnih uzoraka flore, na način da se dobivena vrijednost temperature implementira na ranije publiciran graf s rasponima pleistocenskih temperatura (slika 65) (LAUER i WEISS, 2018).

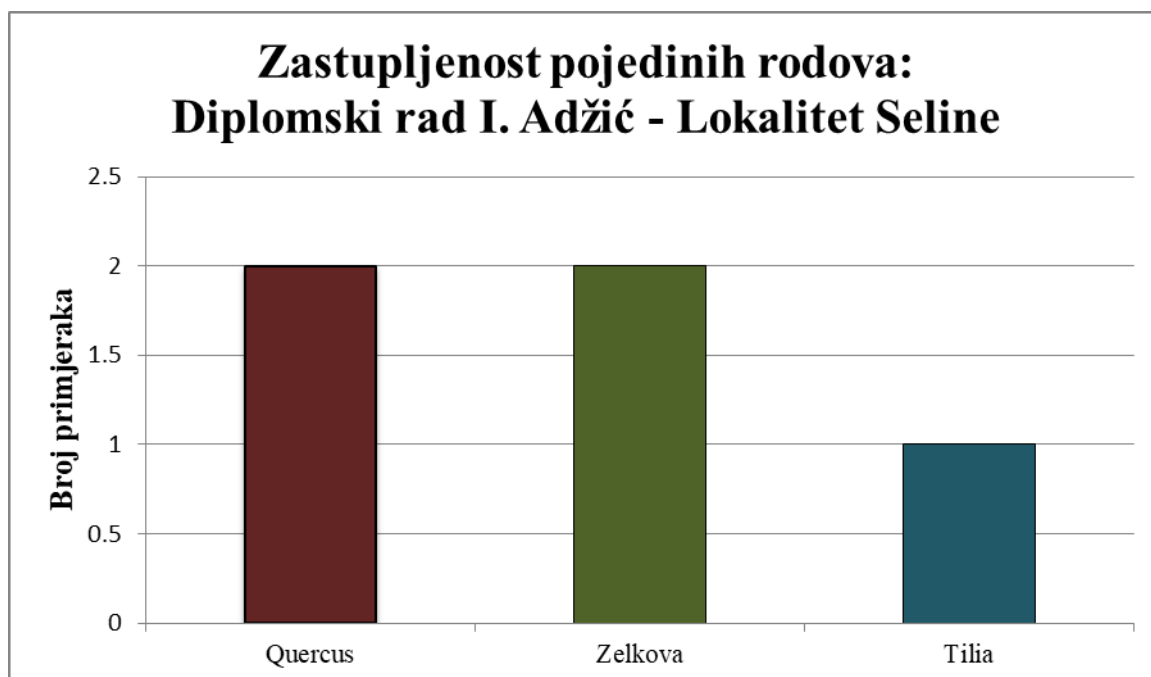


Slika 65: Isječak iz prikaza temperaturnih oscilacija u kenozoiku (LAUER i WEISS, 2018). Na osi y su prikazane temperaturne anomalije u odnosu na prosječnu godišnju temperaturu današnjice. Os x prikazuje period od prije 100 – 600 tisuća godina. Marine isotope stage“ (MIS), odnosno stadij izotopa kisika, prikazuje izmjenjivanje toplih i hladnih razdoblja u Zemljinoj paleoklimi. Razdoblja se realiziraju pomoću podataka o izotopima kisika koji odražavaju temperaturne promjene izvedene iz uzoraka dubomorskih jezgara. MIS 5, MIS 7, MIS 9 i MIS 11 temperaturni su maksimumi glavnih interglacijalnih razdoblja srednjeg pleistocena

Za temperaturnu anomaliju od  $+0,5^{\circ}\text{C}$  u odnosu na današnjicu, možemo vidjeti da se dogodila tijekom četiri epizode zatopljenja u razdoblju između 415 i 120 tisuća godina prije današnjice, pa je vjerojatno da istražena flora pripada jednom od tih razdoblja.

#### 5.4. Sastav biljne zajednice lokaliteta Seline, Adžić (2012)

U diplomskom radu, „Fosilna flora pleistocenskog proglacijalnog jezera u južnom Velebitskom kanalu i interpretacija paleoklimatskih prilika u sjevernoj Dalmaciji“, Ivane Adžić, istraživao je i drugi lokalitet, Seline, u blizini Ždrila. Na lokalitetu Seline također je pronađena fosilna makroflora, no iskopano je i identificirano svega pet uzoraka (slika 66).



Slika 66: Grafički prikaz broja primjeraka (os y) te broj rodova (os x) pronađenih i opisanih s lokaliteta Seline u blizini Ždrila.

Identificirano je i interpretirano po dva primjeraka za rodove *Quercus* i *Zelkova*, rodovi vrlo česti na lokalitetu Ždrilo, te jedan primjerak roda *Tilia*. Unatoč podudaranju dvaju roda s lokalitetom Ždrilo, nedostaju uzorci roda *Taxodium*. Njegov nedostatak ukazuje na drugačiji okoliš. Zbog izmjene hladnijih i toplijih razdoblja, ali i povlačenja leda i ledenjaka, razina jezera se može drastično mijenjati te stvoriti novi i drugačiji okoliš za razvoj vegetacije, što objašnjava potpuni nedostatak roda *Taxodium*.

## 6. Zaključak

Na lokalitetu Ždrilo, u okolici Posedarja, prikupljena je bogata fosilna makroflora, koja se čuva u zbirci Zavoda za Paleontologiju i Geologiju Kwartara, na Hrvatskoj Akademiji Znanosti i Umjetnosti. Istraživanjima te ovim radom dolazimo do sljedećih zaključaka:

- Ukupno je prikupljeno 110 uzoraka, sa preko 130 biljnih ostataka.
- Determinirano je i opisano 13 taksona: *Taxodium*, *Sequoia*, *Acer*, *Buxus*, *Carpinus*, *Castanea*, *Fraxinus*, *Nothofagus*, *Parrotia*, *Populus*, *Quercus*, *Robinia* i *Zelkova*. Najčešći su nalazi močvarnog čempresa, a među kritosjemenjačama dominiraju hrast (*Quercus*), javor (*Acer*) te *Zelkova*.
- Izračunat je postotak nazubljenih listova u odnosu na cjelovite te je dobivena srednja godišnja temperatura zraka od 14,4°C u vrijeme rasta flore ovog rada.
- Srednjom godišnjom temperaturom potvrđena je ranije pretpostavljena kvartarna starost. Raspon godina sužen je na razdoblje između 120 i 415 tisuća godina prije današnjice u gornjem pleistocenu, točnije na jedno od četiri zabilježena temperaturna maksimuma iz tog vremenskog raspona.



## 7. Literatura

- COHEN, K.M., GIBBARD, P. L. (2010): Global chronostratigraphical correlation table for the last 2,7 million years, v. 2010. Quaternary Charts Explanation
- COOMBES, A. J. (2011): The book of leaves. The Ivy press Limited, 1-656
- DENK, T., VELITZELOS, D., GÜNER, T. H., BOUCHAL, J. M., GRÍMSSON, F., GUIDO, W. G., (2017): Taxonomy and palaeoecology of two widespread western Eurasian Neogene sclerophyllous oak species: *Quercus drymeja* Unger and *Q. mediterranea* Unger. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 241:98-128
- FATKA, O., KVAČEK, J. (2006): 7th European Palaeobotany-Palynology Conference : excursions guide book : September 6-11
- GOMES-LARANJO, J., PEIXOTO, F., WONG FONG SANG, H. W., TORRES-PEREIRA., J. (2006): Study of the temperature effect in three chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars' behaviour. *Journal of Plant Physiol* 163(9): 945-95
- HILL, R. (1984): Tertiary *Nothofagus* macrofossils from Cethana, Tasmania. *Alcheringa*. 8. 81-86
- HUGHES, P. D., WOODWARD, J. C., VAN CALSTEREN, P. C., THOMAS, L. E., ADAMSON, K. R., (2010): Pleistocene ice caps on the coastal mountains of the Adriatic Sea. *Quaternary Science Reviews* 29, 3690-3807.
- IVANOVIĆ, A., SAKAČ. K., MARKOVIĆ, S., SOKAČ. B., ŠUŠNJAR, M., NIKLER, I., ŠUŠNJARA, A., (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Obrovac L 33 – 140. Institut za geol. istraž. Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.
- IVANOVIĆ, A., SAKAČ. K., SOKAČ, B., VRSALOVIĆ-CAREVIĆ, L., ZUPANIĆ, J. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Obrovac L 33 – 140. Institut za geol. istraž. Zagreb, Savezni geološki zavod, 5-55, Beograd.
- JOANNIN, S., FRÉDÉRIC, Q., SUC, J-P., LÉCUYER, C., MARTINEAU, F., (2007): Early Pleistocene climate changes in the central Mediterranean region as inferred from integrated pollen and planktonic foraminiferal stable isotope analyses. *Quaternary Research* 67 (2007) 264–274

- KVAČEK, Z., TEODORIDIS, V., DENK, T. (2020): The Pliocene flora of Frankfurt am Main, Germany: taxonomy, palaeoenvironments and biogeographic affinities. *Palaeobio Palaeoenv* 100, 647–703
- LAUER, T., I WEISS, M. (2018): Timing of the Saalian- And Elsterian glacial cycles and the implications for Middle-Pleistocene hominin presence in central Europe. *Scientific Reports*. 8. 10.1038/s41598-018-23541-w.
- LESZEK, M., MAKOS, M., SZYMANEK, M., WORONKO, B., (2019): Late Pleistocene climate of Poland in the mid-European context, 2019. *Quaternary International* 504:24-39
- MALVIĆ, T. (2016): Regional turbidites and turbiditic environments developed during Neogene and Quaternary in Croatia. *Materials and Geoenvironment*. 63. 10.1515/rmzmag-2016-0004.
- MARJANAC, LJ., MARJANAC, T. (2004a): Glacial history of the Croatian Adriatic and Coastal Dinarides. U: Ehlers, J. i Gibbard, P. L. (eds), *Quaternary Glaciations – Extent and Chronology*, Elsevier, 20-26.
- MARJANAC, LJ., MARJANAC, T., HUGHES, P. D. (2008): Dinaric glaciation – a formal proposal of a new model. U: INQUA – SEQS 2008. Differences and similarities in Quaternary stratigraphy between atlantic and continental Europe. 22. – 29. 9. 2008. Rennes, Conference abstracts (eds.: Monnier J.-P. i Danukalova G.), *Travaux du Laboratoire d’anthropologie de Rennes* 45, 29-30
- MAJČEN, Ž., KOROLIJA, B., SOKAČ, B., NIKLER, L. (1967): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Zadar L 33 – 139. Institut za geol. istraž. Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.
- MAJČEN, Ž., KOROLIJA, B. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Zadar L 33 -139. Institut za geol, istraž. Zagreb, Savezni geološki zavod, 5-40, Beograd.
- ROGERS, R. (2004): *Encyclopedia of Forest Sciences*, Elsevier, 2004, Pages 1419-1427,
- SAKALA, J., TEODORIDIS, V. (2001): Fossil wood and foliage of *Castanea* (Fagaceae) from the Upper Oligocene of northern Bohemia. *Bulletin of the Czech Geological Survey*. 76. 23–28

- SCHUBERT, R. J. (1905): Geologische Spetzialkarte Novegradi und Benkovac. K. Und K. Geologische Reichsanstalt, Wien.
- SCHUBERT, R. J. (1907): Geologische Spetzialkarte Medak und Sv. Rok. K. und K. Geologische Reisanstalt, Wien.
- SEYFULLAH, L. J. (2012): : Fossil Focus: Using Plant Fossils to Understand Past Climates and Environments. *Palaeontology* (online), 2012., Vol. 2, Art. 7, pg. 1-8
- SOKAČ, B., NIKLER, L., VELIĆ, I., MAMUŽIĆ, P. (1974): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Gospić L33–127. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1963–1967); Savezni geološki institut, Beograd.
- SUC, J.-P., POPESCU, S.-P., FAUQUETTE, S., BESSEDIK, M., GONZALO, J.-M. ET AL. (2019.) Reconstruction of Mediterranean flora, vegetation and climate for the last 23 million years based on an extensive pollen dataset. *Ecologia mediterranea*, Faculté des sciences et techniques de St Jérôme, Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie, 2018, 44 (2), pp. 53-85. Hal-02018173
- TSUMURA, Y., TOMARU, N., SUYAMA, Y., BACCHUS, S. (1999). Genetic diversity and differentiation of *Taxodium* in the south-eastern United States using cleaved amplified polymorphic sequences. *Heredity*. 83 (P3). 229-38.
- WALTERS, S. R., YAWNEY, H. W. (2004): *Acer rubrum* L. Red Maple. U: *Silvics of North America*, 2. Hardwoods, Agriculture Handbook 654, 16. str, USDA Forest Services.
- ZOLITSCHKA, B. (2007): Varved lake sediments. U: *Encyclopedia of Quaternary Science* (ed. By Elias S. A.), 3105-3114, Elsevier.

## 8. Popis slika

Slika 1: Prikaz prosječne globalne temperature površinskog zraka tijekom 540 milijuna godina.

Slika 2: Granice Jadranskog mora tijekom Würma (prije 111.000–11.700 godina) i ranog holocena (oko 11.700 godina). (MALVIĆ, 2016.)

Slika 3: Detaljan pregled dijelova ledenjaka. (<https://www.dnr.wa.gov/programs-and-services/geology/glaciers#anatomy-of-a-glacier>)

Slika 4: Smanjenje i povlačenje ledenjačkih maksimuma za vrijeme oledbe Würm u odnosu na oledbu Riss. Vidljive i granice permafrosta te granice morskog leda. ([https://de.wikipedia.org/wiki/Letzte\\_Kaltzeit](https://de.wikipedia.org/wiki/Letzte_Kaltzeit))

Slika 5: Prikaz istraživanog područja pomoću osnovne geološke karte; listovi Zadar, Gospić i Obrovac.

Slika 6: Prikaz položaja istraživanog lokaliteta Ždrilo te mjesto prikupljanja makrofosilnih uzoraka pleistocenske starosti.

Slika 7: Uvala Poljice. Istraživano mjesto s jezerskim sedimentima s velikim brojem fosilnih uzoraka.

Slika 8: Uvala Porat. Istraživano područje s vidljivom morenom.

Slika 9a i 9b: Prve detaljnije karte istraživanih lokaliteta iz 1908. i 1909. godine

Slika 10: Lijepi primjer mladih listova, odnosno iglica močvarnog čempresa, *Taxodium distichum*.

<http://www.ngaflora.com/Trees/Taxodium%20distichum/Taxodium%20distichum.htm>

Slika 11: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 42.

Slika 12: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 45.

Slika 13: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 64.

Slika 14: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 85.

Slika 15: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 97.

Slika 16: *Taxodium* sp., uzorak Ž – 103.

Slika 17: *Sequoiadendron giganteum*, iz „Sequoia national forest“ u južnom dijelu Sierra Nevade, Kalifornija.

Slika 18: *Sequoia* sp., uzorak Ž – 48.

Slika 19: List recentnog crvenog javora (*Acer rubrum*).

<https://canr.udel.edu/udbg/?plant=acer-rubrum>

Slika 20: *Acer rubrum*, uzorak Ž – 8.

Slika 21: *Acer opalus*, uzorak Ž – 17.

Slika 22: Sjemenka *Acer* sp., uzorak Ž – 12.

Slika 23: *Acer* sp., uzorak Ž – 100.

Slika 24: Pitomi ili šumski kesten (*Castanea sativa*)

<http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:295349-1>

Slika 25: *Castanea* sp., uzorak Ž – 15.

Slika 26: *Castanea* sp., uzorak Ž – 67.

Slika 27: Plod i list hrasta lužnjaka (*Quercus robur*).

<https://www.ebben.nl/en/treeebb/qurobur-quercus-robur/>

Slika 28: *Quercus trojana*, uzorak Ž – 50.

Slika 29: *Quercus drymeja*, uzorak Ž – 7.

Slika 30: *Quercus drymeja*, uzorak Ž – 35.

Slika 31: *Quercus drymeja*, uzorak Ž – 111.

Slika 32: *Quercus* sp., uzorak Ž – 20.

Slika 33: *Quercus* sp., uzorak Ž – 49.

Slika 34: *Quercus* sp., uzorak Ž – 115.

Slika 35: *Quercus* sp., uzorak Ž – 166.

Slika 36: *Nothofagus fusca*, crvena bukva.

Slika 37: *Nothofagus truncata*, uzorak Ž – 43.

Slika 38: *Nothofagus* sp., uzorak Ž – 53.

Slika 39: Mlado lišće graba, *Carpinus*. <http://www.euforgen.org/species/carpinus-betulus/>



Slika 40: *Carpinus betulus*, uzorak Ž – 116.

Slika 41: *Zelkova carpinifolia*, uslikano u botaničkom vrtu „Ljubljana“

Slika 42: *Zelkova zelkovifolia*, uzorak Ž – 17.

Slika 43: *Zelkova zelkovifolia*, uzorak Ž – 57.

Slika 44: *Zelkova zelkovifolia*, uzorak Ž – 64.

Slika 45: *Zelkova zelkovifolia*, uzorak Ž – 101.

Slika 46: *Zelkova zelkovifolia*, uzorak Ž – 105.

Slika 47: Lišće perzijskog željeznog drveta, *Parrotia persica*.

<https://www.gardenia.net/plant/parrotia-persica-vanessa-persian-ironwood>

Slika 48: *Parrotia* sp., uzorak Ž – 3.

Slika 49: *Parrotia* sp., uzorak Ž – 106.

Slika 50: Lišće bijelog jasena, *Fraxinus excelsior*.

<http://www.euforgen.org/species/fraxinus-excelsior/>

Slika 51: *Fraxinus excelsior*, uzorak Ž – 62.

Slika 52: *Robinia pseudoakacia*

<https://www.plantea.com.hr/bagrem/>

Slika 53: *Robinia* sp., uzorak Ž – 11.

Slika 54: Šimšir, *Buxus*.

<https://www.plantea.com.hr/simsir/#Šimšir-3>

Slika 55: *Buxus* sp., uzorak Ž – 6.

Slika 56: *Buxus* sp., uzorak Ž – 23.

Slika 57: Krošnja topole, *Populus*.

<https://www.plantea.com.hr/topola/>

Slika 58: *Populus* sp., uzorak Ž – 55.

Slika 59: Neidentificirani fosili lauroidnih tipova listova

Slika 60: Neidentificirani makrofosilni uzorak lista, nalik na rod *Myrica*

Slika 61: Neidentificirani uzorak lista, nalik na porodicu Fabaceae

Slika 62: Grafički prikaz zastupljenosti pojedinih rodova s brojem primjeraka. Rodovi *Taxodium* i *Sequoia*, odvojeni tamnijom žutom bojom, spadaju u golosjemenjače, dok ostalih 11 rodova, označenih sa svjetlijom žutom bojom, spada u kritosjemenjače.

Slika 63: Grafički prikaz ukupne zastupljenosti pojedinih rodova iz diplomskog rada Ivane Adžić (2012) i ovog diplomskog rada.

Slika 64: Linearna funkcija koja se koristi u analizi ruba lista. Os x označava omjer, odnosno postotak listova s cjelovitim rubom, dok os y daje informacije o srednjoj godišnjoj temperaturi. <https://uwyodioramas.wordpress.com/2013/02/26/research-and-leaf-margin-analysis/>

Slika 65: Isječak iz prikaza temperaturnih oscilacija u kenozoiku (LAUER i WEISS, 2018). Na osi y su prikazane temperaturne anomalije u odnosu na prosječnu godišnju temperaturu današnjice. Os x prikazuje period od prije 100 – 600 tisuća godina. Marine isotope stage“ (MIS), odnosno stadij izotopa kisika, prikazuje izmjenjivanje toplih i hladnih razdoblja u Zemljinoj paleoklimi. Razdoblja se realiziraju pomoću podataka o izotopima kisika koji odražavaju temperaturne promjene izvedene iz uzoraka dubomorskih jezgara. MIS 5, MIS 7, MIS 9 i MIS 11 peak-ovi su glavnih interglacijalnih razdoblja srednjeg pleistocena

Slika 66: Grafički prikaz broja primjeraka (os y) te broj rodova (os x) pronađenih i opisanih s lokaliteta Seline u blizini Ždrila.