

# Miocenske četinjače Medvednice: načini fosilizacije i fosilni okoliši

---

**Krapić, Kristina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*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:217:734450>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-10**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Kristina Krapić

**MIOCENSKE ČETINJAČE MEDVEDNICE:  
NAČINI FOSILIZACIJE I FOSILNI OKOLIŠI**

Diplomski rad

**Zagreb, 2019.**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Kristina Krapić

**MIOCENSKE ČETINJAČE MEDEVEDNICE:  
NAČINI FOSILIZACIJE I FOSILNI OKOLIŠI**

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

Mentor:  
prof. dr. sc. Jasenka Sremac

Zagreb, 2019.

Ovaj je diplomski rad izrađen u Zagrebu pod vodstvom prof. dr. sc. Jasenke Sremac, u sklopu Diplomskog studija geologija zaštite okoliša na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

## ZAHVALE

Zahvaljujem se od srca svojoj mentorici prof. dr. sc. Jasenski Sremac na stručnom vodstvu, prenešenom znanju, brojnim savjetima, iznimnoj strpljivosti i razumijevanju prilikom pisanja ovog rada.

Zahvaljujem se dipl. ing. Tamari Đerek na ljubaznosti, utrošenom vremenu te ustupljenim fosilnim uzorcima iz Hrvatskog prirodoslovnog muzeja.

Hvala svim mojim prijateljima i kolegama koji su ovo studiranje učinili prekrasnim periodom mog života i stvorili mi uspomene za cijeli život.

Hvala bratu Marku i nevjesti Ana Mariji što su mi pružili podršku za vrijeme studiranja te bili uz mene u sretnim i tužnim danima.

Hvala Stipi na divnim trenucima i pruženoj ljubavi.

Na kraju, najveće hvala mojim roditeljima za sve što su mi pružili!

Naučili su me pravim vrijednostima života, pružili mi ogromnu ljubav i vjerovali u mene. Ovaj rad posvećujem njima, mom tati Dragi i mojoj mami Miloju, koja nije uspjela dočekati moju diplomu, ali znam da je sada na nekom ljepšem mjestu iznimno ponosna na mene!

***Hvala Vam!***

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geološki odsjek

Diplomski rad

### MIOCENSKE ČETINJAČE MEDVEDNICE: NAČINI FOSILIZACIJE I FOSILNI OKOLIŠI

KRISTINA KRAPIĆ

Rad je izrađen na Geološko-paleontološkom zavodu, Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska

**Sažetak:** U zbirci Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja nalaze se četinjače iz miocenskih naslaga s tri lokaliteta na području Medvednice: Podsused, Sveta Nedelja i Planina Gornja. Opisano je i determinirano 50 ostataka češera, načinjena je revizija postojećeg nazivlja (klasifikacije), pregled mogućih staništa te je dokumentirana promjena klime tijekom miocena na temelju zbirke, kao i publiciranih podataka. Determinirano je osam različitih vrsta roda *Pinus* i po jedna vrsta rodova *Larix* i *Cunninghamia*, dok je dio uzoraka određen na razini rodova *Pinus* sp. i *Abies* sp. U naslagama karpata-donjeg badena nađene su četiri vrste četinjača, dok je sedam vrsta zabilježeno u sarmatskim naslagama. Tijekom donjeg miocena (karpata) vladala je vrlo topla i vlažna klima, koja je više pogodovala drugim biljnim skupinama, dok je klima tijekom sarmata bila topla, ali sušna, zbog čega su i golosjemenjače, osobito one mediteranskoga tipa, bile raznolike i razmjerno brojne. Dodatno je potvrđena odredba nekoliko već određenih uzoraka, promatranih u ovome radu.

**Ključne riječi:** četinjače, klima, miocen, Planina Gornja, Podsused, Sveta Nedelja,

**Rad sadrži:** 40 + XIV stranica, 19 slika, 6 tablica, 93 literaturna navoda i 4 table

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je pohranjen u:** Središnjoj geološkoj knjižnici, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska

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

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

izv. prof. dr. sc. Marijan Kovačić

doc. dr. sc. Karmen Fio Firi

**Datum završnog ispita:** 18. veljače, 2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

Master Thesis

### **MIOCENE CONIFERS FROM MEDVEDNICA MT. : FOSSILIZATION PROCESSES AND PALEOENVIROMENTS**

KRISTINA KRAPIĆ

Thesis completed in Division of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Croatia

**Abstract:** Collection of the Croatian Natural History Museum contains Miocene conifer fossil material from three regions in the Medvednica Mt. area: Podsused, Sveta Nedelja and Planina Gornja. This thesis includes descriptions and determination of 50 conifer residuals, as well as the revision of the existing classification. An overview of possible habitats is also proposed, as well as evidences about the climate changes during the Miocene epoch, based on the studied collection and available public data. There are eight different species of *Pinus* gender and one species of *Larix* and *Cunninghamia* genera, while some of the conifer residuals was determined as genera *Pinus* sp and *Abies* sp. Four species of conifers were found in the deposits of Karpatian-Lower Badenian while seven species were found in the Sarmatian deposits. It was very warm and humid during Karpatian and that was favorable to other plant groups, while the climate during the Sarmatian was warm but dry, because of that gymnosperms were varied and proportionately numerous, especially those of the Mediterranean type. Some conifer residuals that were described here have already been determined and their provision is further confirmed.

**Keywords:** conifers, climate, Miocene, Planina Gornja, Podsused, Sveta Nedelja,

**Thesis contains:** 40 + XIV pages, 19 figures, 6 tables, 93 references and 4 plates

**Original in:** Croatian

**Thesis deposited in:** Central Geological Library, Faculty of Science, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Croatia

**Supervisor:** Jasenka Sremac, full professor

**Reviewers:** Jasenka Sremac, full professor

Marijan Kovačić, associate professor

Kamen Fio Firi, assistant professor

**Date of the final exam:** February 18, 2019

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	2
3. GEOGRAFSKI POLOŽAJ I GEOLOŠKA GRAĐA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA.....	4
3.1 Lokalitet Planina Gornja.....	5
3.2 Lokalitet Podsused (Podsusedsko Dolje) .....	5
3.3 Lokalitet Sveta Nedelja .....	6
4. TEORIJSKA OSNOVA .....	7
4.1 Promjena klime u miocenu .....	7
4.2 Medvenica u razdoblju miocena .....	8
5. MATERIJALI I METODE .....	11
6. REZULTATI.....	12
6.1 Češeri.....	16
6.2 Sjemenke .....	21
6.3 Prašnička resa .....	23
6.4 Igllice.....	24
6.5 Tablični prikazi biljnih ostataka po lokalitetima .....	26
7. RASPRAVA .....	29
8. ZAKLJUČAK .....	33
9. LITERATURA.....	34



## 1. UVOD

Četinjače (*Pinidae*; *Coniferae*) pripadaju podrazredu golosjemenjača u kojeg ubrajamo crnogorično drveće i grmlje. Stablo im je većinom razgranjeno dok su listovi razmjerno mali, igličasti (četine) ili ljuskasti. Češer je kratak izdanak četinjača, inačica strobilusa, koji nosi reproduktivne organe (plodne listiće, sporofile). Češeri su jednospolni, pa tako postoji muški i ženski češer. Muški češeri su kod većine vrsta zeljasti, dok su ženski odrvenjeli. Unutar ženskih češera razvija se sjeme. Prašnički listovi od kojih svaki ima dvije peludnice sa peludnim zrcima čine muški češer dok ženske češere čine plodni listovi, a u svakom plodnom listu se nalaze dva sjemena zametka koji leže otvoreno na njima. Zrnca peluda su lagana, pa se stoga rasprostranjuju vjetrom. Donese li ih do sjemenih zametaka dolazi do oprašivanja, a potom do oplodnje. Iz oplodjene jajne stanice nastaje klica odnosno zametak nove biljke. Iz sjemenih zametaka na svakom plodnom listu nastaju dvije sjemenke. Sjemenke su lagane, ispadaju iz češera i raznosi ih vjetar. (<https://howlingpixel.com/i-hr/Češer>)

Na području Medvednice nađeno je više fosilnih ostataka četinjača u različitim starosnim horizontima. Najviše je sačuvanih iglica, zatim slijede češeri i sjemenke, a također su sačuvana i peludna zrna. Najveći broj biljnih fosila nađen je u naslagama krajem donjeg i početkom srednjeg miocena (karpat-baden) te naslagama sarmatske starosti (Blagdan, 2015).

Osnovni cilj mog rada bio je evidentirati i opisati nalaze četinjača iz miocenskih naslaga s područja Medvednice koji se čuvaju u Hrvatskome prirodoslovnom muzeju. Također, ukoliko je to moguće, potrebno je preciznije odrediti ostatke češera, sjemenki i iglica te načiniti reviziju postojećeg nazivlja, pregled mogućih staništa i dokumentirati promjene klime tijekom miocena na temelju zbirke Hrvatskog prirodoslovnog muzeja, kao i dostupnih publiciranih podataka.

## 2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Unger (1838, 1840, 1850, 1868, 1869) i Ettingshausen (1850–1896) postavili su temelje proučavanja biljnih fosilnih ostataka iz „tercijara“. Materijal na kojem zasnivaju tu granu paleontologije potječe gotovo isključivo iz nalazišta s područja Slovenije i Hrvatske te je danas nemoguće proučavati biljne ostatke, ma gdje se oni našli, bez radova ove dvojice istraživača. Unger je bio jedan od prvih znanstvenika koji je detaljno proučavao miocensku makrofloru Hrvatske. Ettingshausen u svojim radovima također obrađuje paleofloru „tercijara“.

Vukotinović (1870) publicira prvo paleobotaničko djelo na hrvatskom jeziku: „O petrefaktih (okaminah) u obće i o podzemnoj Fauni i Flori Susedskih laporah“.

Paul (1872, 1874) prvi spominje oligocenske naslage na Medvednici, uspoređujući ih sa Socka slojevima (klastiti egera) u Sloveniji.

Razvoj flore na našim područjima od oligocena do danas možemo pratiti zahvaljujući radovima Engelhardta (1884, 1885, 1890, 1893) koji se posebno istaknuo u obradi paleoflore susjedne Bosne, a od domaćih geologa Pilara (1883) koji objavljuje rad o sarmatskoj flori Susedgrada, Dolja i Sv. Nedelje.

U sklopu izrade geoloških karata Austro-Ugarske monarhije sredinom 19. stoljeća, hrvatski i austrougarski geolozi započinju i prva geološka istraživanja. Gorjanović-Kramberger (1908) napravio je geološku kartu i tumač za područje Zagreba te prikuplja uzorke miocenske makroflore tijekom rada na terenu, a Basch (1983) piše tumač osnovne geološke karte za list Ivanić-Grad.

Čubrilović (1933) se, pišući o „tercijaru“ jugozapadnog dijela Zagrebačke gore, osvrće i na nalaz češera vrste *Pinus cf. oviformis* pronađenog u cementnim laporima Podsuseda.

Polić (1935) piše o oligocenu i flori tog doba kod sela Planina u Zagrebačkoj gori. Također je objavio: „Nekoliko novih vrsta u tercijarnoj flori Bijelog Brda kod Višegrada“ (1937) u kojem odmah na početku uspoređuje nalazište biljnih ostataka iz Bosne, sa bilo kojim iz susjednih krajeva te navodi da bi se odmah vidjelo da nalazišta u Bosni zaostaju za susjednima po broju vrsta i rodova. Uzrok ovome je, po mišljenju nekih autora, što nalazišta nisu u dovoljnoj mjeri iscrpljena s čime se Polić nije u cijelosti složio.

Černjavski (1944) piše o nalazu borovog češera iz Suseda.

Anić (1958) piše o osobitosti flore i klime tercijara na području bivše FNRJ.

Šikić i suradnici (1995) izdaju Geološki vodič Medvednice u kojem se nalaze dotadašnja saznanja o geologiji Medvednice. Uz vodič su priložene topografska i geološka karta.

Jungwirth (1997) piše o eocenu Hrvatske te publicira rad „Povijest paleobotaničkih istraživanja u Hrvatskoj“, u kojem daje pregled paleobotaničkih istraživanja do 1997. godine.

Grganić i suradnici (2012) proučavaju donjomiocensku fosilnu floru s područja Slavonije.

Kováč i suradnici (2007, 2017), Ćorić i suradnici (2009) te Krstić i suradnici (2012) obrađuju paleogeografiju sjeverne Hrvatske.

U vodiču međunarodnog limnologeološkog skupa pod nazivom „Lake Basin evolution“ Tomljenović (2016) prikazuje strukturne karakteristike Medvednice i okolnog područja, a Kovačić i suradnici (2016) opisuju jezerske okoliše koji su egzistirali tijekom miocena u jugozapadnom dijelu Panonskog bazena te spominju i biljne ostatke u sedimentima.

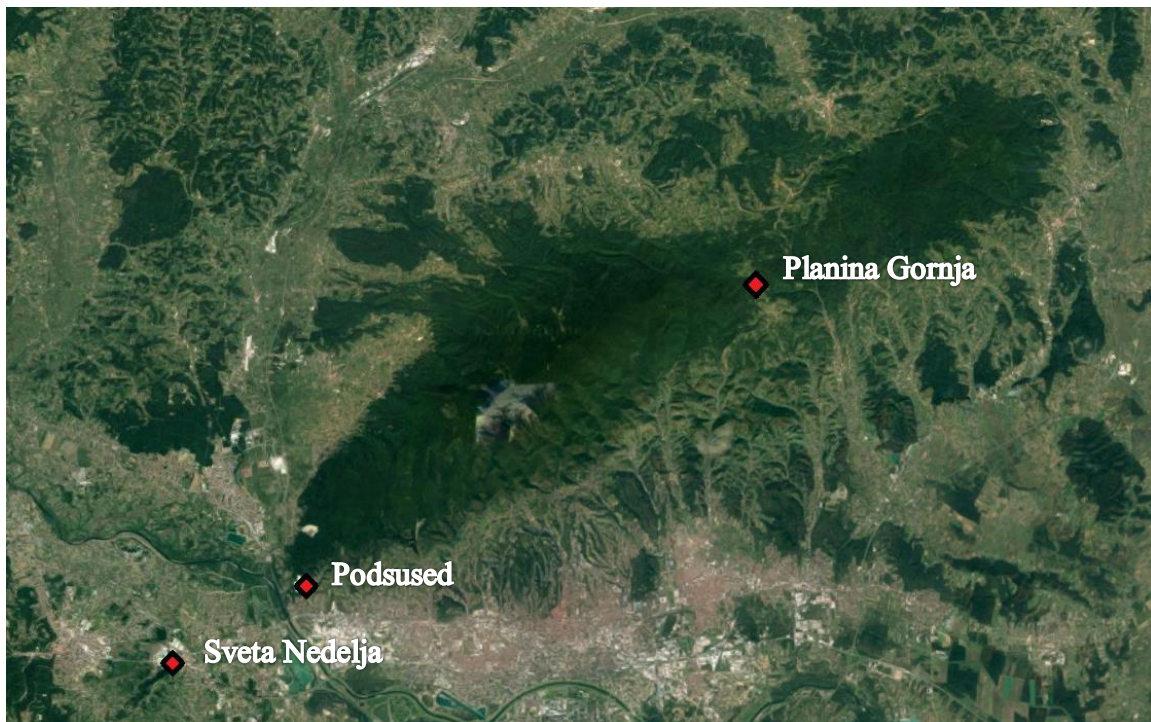
Pavelić i Kovačić (2018) pišu o sedimentologiji i stratigrafiji neogenskog riftnog Sjevernohrvatskog bazena. Prilikom opisivanja ranog badena spominju biljne ostatke u okolnim stijinama.

Niz diplomskih radova obrađuje fosilnu floru Sjeverne Hrvatske čime obogaćuju paleobotanička istraživanja ovog područja: Šišić (1989) je opisivao fosilnu floru okolice Susedgrada i Podsuseda, Đerek (1985) i Grganić (1995) obrađuju donjomiocensku floru Planine, Blagdan (2015) piše o promjenama klime na području sjeverne Hrvatske od miocena do danas i njihovom utjecaju na vegetaciju, Horvat (2017) istražuje naslage lokaliteta Laz Bistrički te opisuje paleookolišne uvjete na temelju fosilnih zajednica.

### 3. GEOGRAFSKI POLOŽAJ I GEOLOŠKA GRAĐA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Na sjevernoj obali rijeke Save, u blizini grada Zagreba smještena je planina Medvednica. Pruža se pravcem jugozapad-sjeveroistok, dužinom oko 40 i širinom od 9km. U središtu masiva nalazi se najviši vrh Sljeme, na 1035 m (Böhm i sur., 1979). Geološka građa Medvednice vrlo je složena te obuhvaća stratigrafske jedinice od paleozoika do kvartara. Rasjedne linije su najznačajnije uz sjeverozapadni i jugoistočni rub. Također su zastupljeni svi genetski tipovi stijena: magmatske, sedimentne i metamorfne stijene. Najstarije stijene koje izgrađuju jezgru Medvednice su paleozojske starosti, a tu ubrajamo zelene škriljavce, glinene škriljavce, tamne vapnence te mramorizirane svijetle vapnence. Najveću površinu zauzimaju neogenske naslage koje okružuju centralno područje sastavljeno od magmatskih i metamorfnih stijena (Šikić, 1995).

U svrhu ovog rada korišteni su fosilni ostatci četinjača iz zbirke Hrvatskog prirodoslovnog muzeja nađeni u različitim starosnim horizontima s tri lokaliteta: Sveta Nedelja, Podsused (Dolje) i Planina Gornja (slika 1).



**Slika 1.** Geografski položaj lokaliteta: Sveta Nedelja, Podsused i Planina Gornja  
(<https://www.google.hr/maps>)

### **3.1 Lokalizet Planina Gornja**

Lokalitet Planina Gornja se nalazi u istočnom dijelu parka prirode Medvednica (slika 1). U statističkim izvorima piše da je naselje nastalo 1991. godine razdvajanjem sela Planina na Planinu Gornju i Planinu Donju. Naslage ovog lokaliteta su donjomiocenske starosti. Slijed naslaga, koje je zabilježio Polić (1935) počinje jedinicom koja sadrži (od baze prema vrhu) bazalne konglomerate, sive i crvene gline, sive pijeske i sive lapore. U njemu su prisutni i facijesi ugljena i tamne gline. Potom slijedi jedinica otprilike iste debljine sa tvrdim, silicificiranim, dobro uslojenim „kongerijskim“ vapnencima, koji su se koristili kao građevni kamen. Sljedeća jedinica je načinjena od žućkastih i sivkastih lapora koji obiluju biljnim, dobro sačuvanim ostatcima što predstavlja najvišu miocensku jedinicu područja Planina Gornja.

Jugozapadno od Planine Gornje nalazi se vrlo debela serija konglomerata, pješčenjaka i žućkastih lapora sa malim školjkama trokutnjačama (Dreissenidae) te marinskim badenskim laporima i koralinacejskim vapnencima (Pavelić i Kovačić, 2018). Na temelju makroflore izvorna stratigrafska pripadnost je ispravljena s oligocena (Polić, 1935), u otnang i karpat (Basch, 1983; Avanić i sur., 1995; Dedić i sur., 2014). Mandić i suradnici (2012) proširuju vrijeme trajanja jezerskog taloženja na ovom prostoru na početak srednjeg miocena (vremenski raspon od 18 do 15 milijuna godina prije današnjice).

### **3.2 Lokalizet Podsused (Podsusedsko Dolje)**

Lokalitet Podsused smješten je u zapadnom dijelu Zagreba, na jugozapadnom dijelu Medvednice (slika 1). Na površini dominiraju naslage sarmatske starosti. Od podinskih badenskih naslaga odvojene su erozijskom i kutnom diskordancijom, a od krovinskih naslaga panona, rasjedom (Galović i Bajraktarević, 2006).

Za ovaj lokalitet karakteristične su tri litostratigrafske jedinice: Dolje, Croatica i Medvedski breg formacija. Taloženje započinje donjosarmatskom Dolje formacijom, na koju se nastavlja Croatica formacija i potom Medvedski breg formacija. Dolje formacija zastupljena je horizontalno laminiranim glinovitim laporima i laporima kod kojih se izmjenjuju tamne i svijetle lamine. Tamne lamine sadrže povećanu količinu organske tvari, a svijetle su pak bogate karbonatnim mineralima. Sadrže vrlo raznoliku fosilnu zajednicu.

Croatica formaciju čine horizontalno uslojeni laporoviti vapnenci i kalcitom bogati masivni lapori. Na samom početku su u vapnence umetnuti slojevi laiminiranih lapora, dok u srednjem i gornjem dijelu slojeve i leće čine rastresiti i slabo sortirani pijesci. Vapnenci i lapori sadrže fragmente biljaka i zajednicu endemične jezerske faune. Fosilna zajednica ukazuje na taloženje na priobalnom području Panonskog jezera, vrlo niskog saliniteta. Postupna promjena litologije i promjena fosilne zajednice ukazuje na kontinuitet taloženja iz morskog u jezerski okoliš na granici iz srednjeg u gornji miocen.

Na Croatica formaciju kontinuirano dolaze lapori i šljunci formacije Medvedskog brega. Dominiraju masivni, bioturbirani, kalcitom bogati lapori te šljunci sa lećama pijeska koji se pojavljuju u tri horizonta spomenute formacije. Taloženje se odvijalo u bočatom, jezerskom okolišu. Fosilni sadržaj ukazuje na produblivanje i povećanje saliniteta (Kovačić i sur., 2016).

### **3.3 Lokalizet Sveta Nedelja**

Lokalitet Sveta Nedelja nalazi se zapadno od Zagreba (slika 1). Čitav svetonedeljski kraj leži na aluvijalnoj podlozi Savske nizine, naslonjen na trup Samborskog gorja. Naslage ukazuju na izmjene taložnih okoliša za vrijeme badena kada jezerski taložni okoliš prelazi u marinski te sarmata kada je i dalje marinski no dolazi do pada saliniteta (Dumančić, 2013). S obzirom na geografski položaj, lokalitet s biljnim fosilima- Svete Nedelje odgovara istom starosnom horizontu kao Podsused.

## 4. TEORIJSKA OSNOVA

### 4.1 Promjena klime u miocenu

Miocen je geološka epoha unutar neogenskog perioda koja je trajala od prije otprilike 24 do prije oko 5,3 milijuna godina (nakon epohe oligocena i prije pliocenske epohe). Prevladavala je relativno topla klima u odnosu na danas (Herold i sur., 2011).

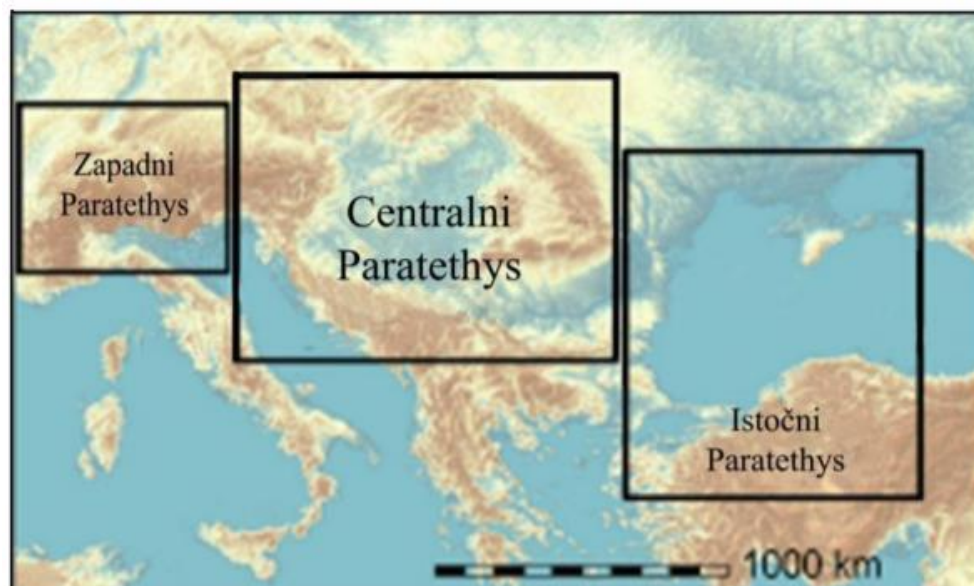
U razdoblju miocena kontinenti su zauzeli današnji položaj, a flora i fauna evoluirale su u vrste od kojih mnoge postoje i danas. Tijekom kasnog oligocena i ranog miocena došlo je do zagrijavanja, te je u srednjem miocenu postignut srednjomiocenski klimatski optimum (Repac, 2017). Pri čemu se stvara subtropska klima diljem svijeta s prosječnom temperaturom koja je 4 do 5° C viša od današnje prosječne temperature. Spajanjem tektonskih ploča dolazi do nastanka velikih planinskih masiva. Veliki planinski lanci, a samim time i promjene u cirkulaciji zraka doveli su do sušnih uvjeta na cijelom planetu. Nakon spomenutog srednjomiocenskog optimuma dolazi do ponovnog globalnog hlađenja (<https://sciencing.com/climate-miocene-period-4139.html>).

Zahlađenje i smanjenje oborina, utjecalo je i na klimu područja Sjeverne Hrvatske, koja je kroz razdoblje neogena doživjela tranziciju iz subtropske u umjerenu klimu. Za preobrazbu lokalne klime veliki značaj ima i raspadanje Paratethysa koje počinje prije 12 milijuna godina, kada se gubi veza sa Sredozemljem, stvaraju se jezera, a voda se postupno oslađuje (Jimenez-Moreno i sur., 2007). Dolazi do smanjenja šuma i kišnih šuma, pa izumiru mnoge vrste prilagođene tim uvjetima. Također se vjeruje da su sušni uvjeti i zahlađenje nakon srednjomiocenskog optimuma, doveli do otvaranja Beringovog kopnenog mosta između Azije i Sjeverne Amerike, što je dovelo do razmjene mnogih životinjskih i biljnih vrsta između kontinenata (<https://sciencing.com/climate-miocene-period-4139.html>).

## 4.2 Medvenica u razdoblju miocena

Paratethys je bilo veliko plitko more nastalo na granici eocen- oligocen koje se rasprostiralo od alpskog područja kroz Srednju Europu do Aralskog mora u Srednjoj Aziji. Zbog geodinamičkog razvoja istočnih Alpi i zapadnih Karpata ovo područje je bilo podložno brojnim okolišnim i tektonskim promjenama (Kováč i sur., 2017). Najsloženije razdoblje razvoja Paratethysa je srednji miocen kada zbog snažne tektonske aktivnosti dolazi do promjene u paleobiogeografiji (Rögl, 1998).

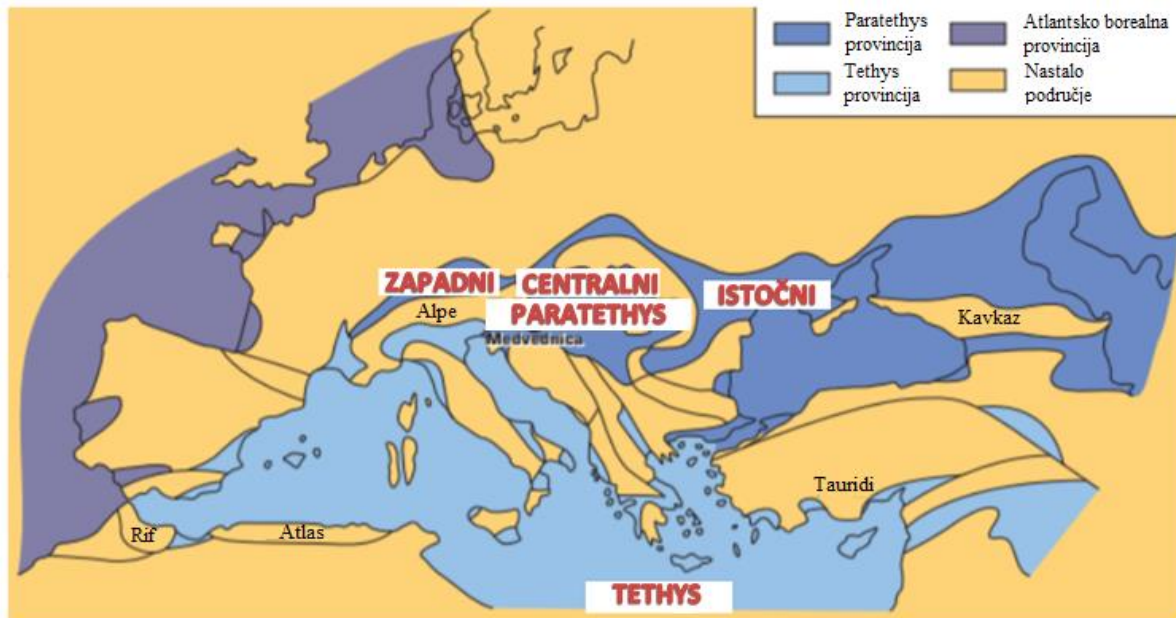
Tijekom burne geološke povijesti, na području Medvednice izmjenjivali su se okolišni uvjeti koji su doveli do naseljavanja različitih vrsta biljaka i životinja. Za vrijeme miocena Medvednica pripada području Paratethysa. Paratethys je nastao kao produkt raspada oceana Tethys (sjeverni krak) uslijed kolizije kontinentalnih ploča i izdizanja mladih planinskih lanaca Alpa, Karpata i Dinarida (Horvat, 2017). Paratethys je bio podijeljen na Zapadni Paratethys (Alpski), Centralni Paratethys (od Karpata prema Balkanu) i Istočni Paratethys ( od Krima do Kaspijskog jezera) (Rögl, 1999; Pavelić i sur., 2003; Ćorić i sur., 2009; Kováč i sur., 2017). Prikaz podjele Paratethysa i rasprostiranja pojedinih dijelova se može vidjeti na slici 2.



**Slika 2.** Podjela Paratethysa i rasprostiranje pojedinih dijelova (prema Kovač i sur., 2017; preuzeto iz Bošnjak, 2017)



Područje Medvednice tijekom miocena paleogeografski pripada Centralnom Paratethysu (Rögl, 1998, 1999; Pavelić, 2001; Harzhauser & Piller, 2007; Kováč i sur., 2007; Piller i sur., 2007, Pavelić & Kovačić, 2018), a geotektonski jugozapadnom rubu Panonskoga bazenskog sustava. Rekonstrukcija položaja i izgleda Paratethysa u razdoblju miocena prikazana je na slici 3.



**Slika 3.** Rekonstrukcija položaja i izgleda Paratethysa (prema Pezelj i Sremac, 2014; preuzeto iz Stanić, 2018)

Panonski bazen zalučni je bazen smješten između Alpa, Karpata i Dinarida. Na prostoru Hrvatske sastojao se od bazena Hrvatskog Zagorja i Sjevernohrvatskog bazena. Razvoj Sjevernohrvatskog bazena bio je pod snažnim utjecajem tektonike, klimatskih promjena, vulkanske aktivnosti i eustatskih kolebanja (Pavelić, 2001; Pavelić i Kovačić, 2018). Ti su izvanbazenski čimbenici proizveli slijed taložnih okoliša od kopnenih do morskih te ponovno kopnenih, rezultirajući u formiranju generalno transgresivno-regresivnog slijeda naslaga. Razvoj Panonskog bazena podijeljen je u dvije sukcesivne faze: sin-riftnu fazu koja je trajala od ranog do srednjeg badena i post-riftnu fazu od srednjeg badena do kvartara (Pavelić i Kovačić, 2018). Ranu ili sin-riftnu fazu razvoja bazena karakteriziralo je ekstenzijsko stanjivanje kore i tonjenje bazena te vulkanska aktivnost, dok kasnu ili post-riftnu fazu karakterizira tonjenje bazena uslijed hlađenja kore te znatno slabija tektonska i vulkanska aktivnost (Royden, 1988; Tari i sur., 1992).

Izvanbazenski čimbenici utjecali su na otvaranje i zatvaranje veza s otvorenim morem, što je imalo za posljedicu odlaganje nefosilifernih kontinentalnih taloga ili je generiralo radijaciju endemskih vrsta. Iz tog je razloga, u svrhu stratigrafske analize povijesti Centralnog Paratethysa neophodno koristiti regionalnu geološku vremensku ljestvicu. Ranije stratigrafske studije Sjevernohrvatskog bazena, koje su se prvenstveno temeljile na biostratigrafiji i superpoziciji, poboljšane su nedavnim rezultatima dobivenim radiometrijskim datiranjem (Marković, 2017) i obnovljenim biostratigrafskim istraživanjima (Pavelić i Kovačić, 2018).

Tijekom otnanga i karpata Sjevernohrvatski bazen bio je obilježen kontinentalnim taložnim okolišima. Iako su sedimenti zastupljeni raznim varijetetima klastičnih taloga, prevladavaju krupnozrnasti. Uglavnom se talože u aluvijalnim okolišima. Na taloženje tijekom otnanga i karpata snažno je utjecala sin-riftna ekstenzijska tektonika te suha i topla klima s povremenim vlažnim razdobljima (Pavelić i Kovačić, 2018).

Početak badena klima postaje pretežito vlažna te nastaje hidrološki otvoreno jezero koje je prekrivalo veći dio sjeverne Hrvatske. U dubljim dijelovima jezera taloženi su siltovi i sitno do krupnozrnasti klastiti uz djelovanje ekstenzijske tektonike, a u plićim dijelovima lokalno je odlagan i karbonatni mulj. Jezerske naslage karakterizirane su lokalno obilnom slatkovodnom florom i faunom. Pod utjecajem vulkanske aktivnosti unutar naslaga odlagani su slojevi vulkanskog pepela.

U srednjem badenu otvara se veza s morem, jezerski taložni okoliš prelazi u marinski. Za pliće zone karakteristični su algalni vapnenci, a za dublje lapori s proslojcima biokalkarenita. Uz djelovanje ekstenzijske tektonike aktivan je i vulkanizam što se vidi u pojavi tufova i vulkanskih stijena unutar naslaga (Pavelić i Kovačić, 2018). Krajem srednjeg badena dolazi do pada razine mora, mjestimičnim okopnjavanjem i generalnim prestankom djelovanja ekstenzijske tektonike odnosno završava sin-riftna faza razvoja bazena.

Početak gornjeg badena dolazi do nove transgresije. Također je vrlo izražena eksplozivna vulkanska aktivnost što rezultira odlaganjem piroklastita. Zbog kontrakcije kore uslijed hlađenja atmosfere dolazi do tonjenja bazena te zapravo počinje njegova post-riftna faza. Razina mora opada i na nekim mjestima se pojavljuje kopno. Baden Centralnog Paratethysa karakteriziran je trima velikim transgresijama što je postupno dovelo do preplavlivanja cijelog Panonskog bazenskog sustava (Rögl, 1998; Kováč i sur., 2007; Hohenegger i sur., 2009, 2014; Pavelić i Kovačić, 2018).

Tijekom sarmata taložni okoliš je i dalje bio marinski, no dolazi do pada saliniteta pa izumiru mnoge karakteristične vrste, ali se javljaju i nove prilagođene na niži salinitet. U tom moru se taložene sitnozrnate naslage, poput lapora i silta, a mogu se naći pješčenjaci i konglomerati. Sarmat završava padom razine mora i regresijom nakon čega dolazi do konačne izolacije bazena i nastanka Panonskog jezera početkom panona (Pavelić i Kovačić, 2018).

## 5. MATERIJALI I METODE

Ovo istraživanje fosilnih ostataka četinjača iz miocenskih naslaga s područja Medvednice započelo je obilaskom svih zbirki koje se čuvaju u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju te odabirom uzoraka, uz pomoć više kustosice, Tamare Đerek, dipl. ing.

Na Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, pregledala sam i fotografirala sve fosilne ostatke četinjača. Ovisno o veličini uzorka fotografirala sam ih mikroskopski pomoću stereomikroskopa Olympus–SZX10 i makroskopski uz pomoć opcije makro odnosno supermakro te ih pohranila uz pomoć Quick PHOTO CAMERA 3.0 programa. Prilikom fotografiranja fosilnih uzoraka četinjača korišteno je grafičko mjerilo. Fotografije su naknadno doradene u programu Fotografije, a neke od njih dodatno u programu Photoscape. Svim analiziranim uzorcima je nakon fotografiranja dodjeljena određena oznaka (veliko tiskano slovo i broj) koja će se koristiti u prikazanim rezultatima.

Za određivanje fosilnih biljnih ostataka koristila sam opise prema: Michaux (1819), Unger (1852), Pilar (1883), Polić (1935), Pantić (1956), Wang (1961), Klaus (1984), Vidaković (1993), Dumurdžanov i sur. (2003), Daskalakou i Thanos (2010), Mills (2010), Postigo- Mijarra i Barrón (2012), Lev-Yadun i Ne’eman (2013), Jagel i Dörken (2014), Shi i sur. (2014), Horvat (2017).

Također, koristila sam niz radova različitih autora o četinjačama koje su opisane i fotografirane na mrežnim izvorima: [www.plantea.com](http://www.plantea.com), [www.conifersociety.org](http://www.conifersociety.org) te [www.plantillustrations.org](http://www.plantillustrations.org).

## 6. REZULTATI

U ovome radu obrađeno je ukupno 50 uzoraka biljnih fosilnih ostataka od čega 27 fosilnih uzoraka sjemenki, 12 fosilnih uzoraka iglica, 10 fosilnih uzoraka češera te jedan fosilni uzorak prašničke rese. Prema vidljivim karakteristikama i samom izgledu uzorka pokušala sam što preciznije odrediti vrstu biljnog ostatka pomoću publiciranih radova i internetskih izvora. Ukoliko to nije bilo moguće, uzorci su određeni na razini roda.

Fosilni češeri određeni su na razini vrste kao: *Pinus halepensis*, *Pinus brutia*, *Pinus strobus*, *Pinus cf. premassoniana*, *Cunninghamia lanceolata*, *Larix decidua*, te na razini rodova kao: *Pinus* sp. i *Abies* sp.

Ostatci sjemenki su raznolikog izgleda, a određene su kao vrste: *Pinus prae-silvestris*, *Pinus halepensis*, *Cunninghamia lanceolata* te na razini roda kao *Pinus* sp.

Jedini fosilni uzorak prašničke rese određen je kao *Pinus cf. laricio*.

Prilikom određivanja iglica glavna karakteristika za određenje vrste kojoj pripada otisak iglica bio je broj iglica u pršljenu, odnosno da li je fosilni uzorak troigličasti ili dvoigličasti. Svi biljni ostatci iglica bili su troigličasti te su određeni kao vrsta *Pinus taedaeforims*, a samo jedan dvoigličasti kao vrsta *Pinus hepios*. Također, i jedan uzorak grančice, metličastog izgleda određen je kao vrsta *Pinus cf. premassoniana*.

Među svim promatranim uzorcima posebno su se istaknuli uzorci L3, L4, H1 za koje je određeno da pripadaju istoj vrsti *Pinus cf. premassoniana*, zbog čega su ta tri uzorka izdvojena od drugih. Isto je učinjeno i sa uzorcima A1, G1a i K5b koji su određeni kao vrsta *Pinus halepensis* te uzorcima L7a, K1a, K3 vrste *Cunninghamia lanceolata*. S obzirom da je kod ove vrste bio veći broj sjemenki nego li kod prethodne, odabrala sam dva uzorka (G1a i K5b) za primjer, a ostali su prikazani u tablama. Ostali uzorci opisani su redom: češeri, sjemenke, prašnička resa i iglice te na kraju dodane pregledne tablice biljnih ostataka po lokalitetima (tablica 1, 2, 3, 4). U nastavku slijedi prikaz.

**Red:** Pinales

**Porodica:** Pinaceae

**Rod:** *Pinus*

**Vrsta:** *Pinus cf. premassoniana* Ding i Sun (slika 4)

2013. *Pinus cf. premassoniana*, Ding i sur., str. 78–89, tab. 1, sl. 9, 10; tab. 3, sl. 1

Fosilni uzorak češera je jajoliko cilindričnog oblika i poprilično dobro sačuvan. Dužina mu iznosi 6 cm, a širina u srednjem dijelu 3,3 cm. U donjem dijelu češera se ne vide sjemene ljuske. (slika 4.1). Primjerak fosilnog češera je vrlo specifičan te se razlikuje od drugih (slika 4.2). Pretpostavljeno je da je ovaj otisak lepezastog oblika zapravo donji dio češera na kojem se nalaze ljuske otisnute cijelom dužinom. Između dvije duge ljuske nazire se blago zaobljen vrh češera. Za razliku od svih fosilnih uzoraka iglica, promatranih u ovom radu, ovo je jedini uzorak s velikim brojem iglica. Metličastog je izgleda, te se lagano širi prema gornjem dijelu. S obzirom da se ne radi o cjelovitom uzorku, dužina mu iznosi preko 10 cm (slika 4.3). Ova tri opisana uzorka određena su kao *Pinus cf. premassoniana*, vrstu bora iz gornjeg miocena istočne Kine. Ding i sur. (2013) su je opisali kao novu vrstu, srodstvom najbližu već postojećoj *Pinus massoniana*.



**Slika 4.** *Pinus cf. premassoniana*, **1**-češer (uzorak L3, Sveta Nedelja), **2**-fragment češera (uzorak L4, Podsused), **3**-grančica (uzorak H1- Sveta Nedelja)

**Vrsta:** *Pinus halepensis* Miller (slika 5)

1935. *Pinus halepensis*, Polić, str. 68, tab. 1, sl. 1a

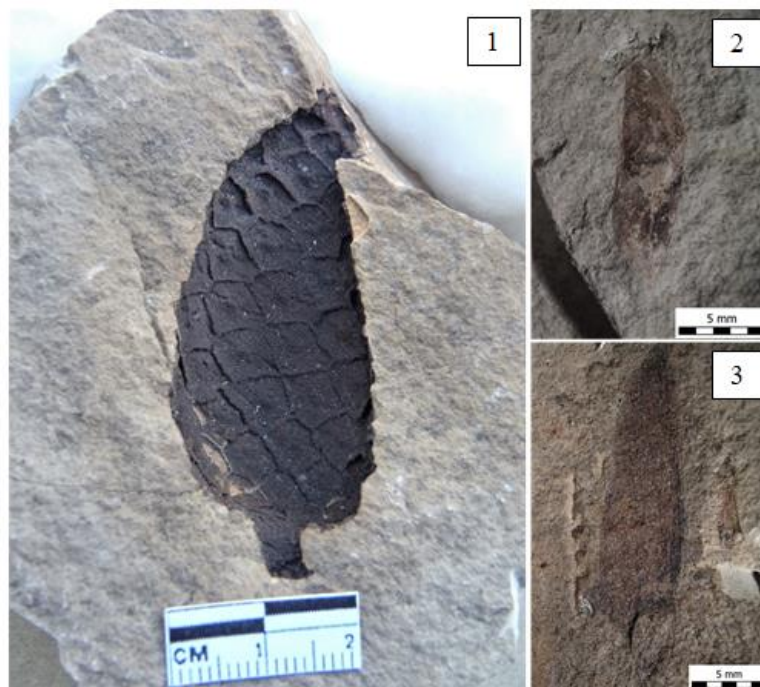
1993. *Pinus halepensis*, Vidaković, str. 425, sl.265

2010. *Pinus halepensis*, Mills, tab. 1, sl. 3

2010. *Pinus halepensis*, Daskalakou i Thanos, str. 821, sl. 1

2013. *Pinus halepensis*, Lev-Yadun i Ne'eman , str. 274–275, sl. 1, 2

Ovaj tamnosmeđi do crni češer, jajastog oblika, čija dužina iznosi 5, a širina oko 2 cm određen je kao vrsta *Pinus halepensis*. Uzorak je cjelovit i jako dobro sačuvan, pa se građa češera i sjemenke ljske oblika romba jako lijepo ocrtavaju. Pri vrhu je na jednu stranu blago zakrivljen (slika 5.1). Sjemenke vrste *Pinus halepensis* tamnosmeđe su boje, duguljastog oblika te se pri vrhu sužavaju u blago zaoštren vrh. Dužina uzorka G1a iznosi 2,2 cm, a širina 0,5 cm. Dužina uzorka K5b iznosi 1,5 cm, a širina 0,5 cm. U ovom radu prepoznata su dva uzorka sjemenki spomenute vrste. Uzorak K5b (slika 5.2) je lošije sačuvan nego uzorak G1a (slika 5.3). *Pinus halepensis* je poznat kao alepski bor.



**Slika 5.** *Pinus halepensis*, **1**-češer (uzorak A1, Sveta Nedelja), **2**-sjemenka (uzorak K5b, Podsused), **3**-sjemenka (uzorak G1a, Planina Gornja)

**Red:** Pinales

**Porodica:** Cupressaceae

**Rod:** *Cunninghamia*

**Vrsta:** *Cunninghamia lanceolata* (Lambert) Hooker (slika 6; Tab. III, slike 1–9)

1883. *Abies lanceolata*, Pilar, str. 28, tab. 4, sl. 6, 7

1961. *Cunninghamia lanceolata*, Wang, str. 343, sl. 93

1993. *Cunninghamia lanceolata*, Vidaković, str. 184–185, sl. 108b

2014. *Cunninghamia lanceolata*, Jagel i Dörken, str. 127, tab. 1, sl. e

2014. *Cunninghamia lanceolata*, Shi i sur., str. 918, sl. 8a

Ovaj fosilni uzorak malog češera, okruglasto-jajolikog oblika, tamnosive do crne boje određen je kao vrsta *Cunninghamia lanceolata*. Češer je simetričan, cjelovit i dobro sačuvan. Dužina mu iznosi 2,5 cm, a širina srednjeg dijela 2 cm (slika 6.1). Sjemenke ove vrste imaju oblik noža te velika većina nije u potpunosti sačuvana. Dužina im je u rasponu 1–2,2 cm, a širina 0,4–0,8cm. Biljni ostatci ove vrste pripadaju podsusedskoj sarmatskoj fosilnoj flori (slike 6.2, 6.3; tab. 3, sl. 4–9), osim uzoraka E2, G1b1 i G1b2 koji pripadaju donjomiocenskoj fosilnoj flori pronađenoj u Planini (tab. 3, sl. 1–3). *Abies lanceolata* je stari naziv vrste *Cunninghamia lanceolata* (kineska jela).



**Slika 6.** *Cunninghamia lanceolata*, **1**-češer (uzorak L7a, Sveta Nedelja), **2**-sjemenka (uzorak K1a, Podsused), **3**-sjemenka (uzorak K3, Podsused)

## 6.1 Češeri

**Red:** Pinales

**Porodica:** Pinaceae

**Rod:** *Pinus*

**Vrsta:** *Pinus strobus* Linnaeus (slika 7)

1819. *Pinus strobus*, Michaux, str. 156, 159, sl. 145

1914. *Pinus strobus*, Shaw, str. 37, tab. 12, sl.119

1993. *Pinus strobus*, Vidaković, str. 529–535, sl. 360b

Izduženi, uski fosilni uzorak češera, dužine je 8 cm te širine oko 1,5 cm u srednjem dijelu. Tamnosmeđe do crne boje, simetričnog oblika, oštrog vrha, vrlo je lijepo sačuvan te cjelovit pa je moguće promatrati vanjski izgled češera i sjemene ljuske (slika 7). Prema svim navedenim karakteristikama određen je kao vrsta *Pinus strobus* (američki borovac) čiji češeri narastu do 16 cm duljine.



**Slika 7.** *Pinus strobus* (uzorak L6, Sveta Nedelja)



**Vrsta:** *Pinus brutia* TENORE (slika 8)

1984. *Pinus brutia*, Klaus, tab. 1, str. 48–49, sl.1, 4

2010. *Pinus brutia*, Daskalakov i Thanos, str. 821, sl. 1

Fosilni uzorak češera je jajastog oblika čija dužina iznosi 3,6 cm, a širina srednjeg dijela 2 cm. Ovaj cjeloviti uzorak, smeđe boje odredila sam kao *Pinus brutia*. Uzorak je dobro sačuvan te se može vidjeti da ima blago zaobljen vrh, na otisku se ocrtavaju i ljuske češera. S jedne strane je izbočeniji u odnosu na drugu tj. vidljiv je asimetričan oblik (slika 8). *Pinus brutia* poznat je kao turski bor.



**Slika 8.** *Pinus brutia* (uzorak L7b, Sveta Nedelja)

**Vrsta:** *Pinus* sp. (slike 9, 10)

Fosilni uzorak češera na slici 9. je dug 3,8 cm, a širok 2 cm. Simetrično jajastog je oblika te smeđe boje. Iako je uzorak cjelovit, nije bilo moguće najpreciznije odrediti izgled ljuski. Određen je kao vrsta roda *Pinus*.

Fosilni uzorak češera na slici 10. nije u cjelosti sačuvan, ali po vidljivim djelovima trebao bi biti simetričnog izgleda. Određen je na razini roda kao *Pinus* sp. Dužina mu iznosi 2 cm, a širina je zbog necjelovitosti uzorka pretpostavljena na oko 1 cm. Tamnosmeđe je boje, pri vrhu se sužava pa se vidi blago zaoštren vrh. S obzirom na sačuvanost uzorka i ljuske češera su dobro vidljive.



**Slika 9.** Češer roda *Pinus*  
(uzorak L9, Sveta Nedelja)



**Slika 10.** Češer roda *Pinus*  
(uzorak L8, Sveta Nedelja)

**Red:** Pinales

**Porodica:** Pinaceae

**Rod:** *Larix*

**Vrsta:** *Larix decidua* Miller (slika 11)

1993. *Larix decidua*, Vidaković, str. 251, sl. 155a, b

Ovaj fosilni uzorak češera dug je oko 1,5cm, a širok 0,8cm. Po obliku je uzdužno ovalan te je tamnosmeđe boje. Vidljive su i ljuske, no nisu izražene kao na drugim primjercima. Kako se radi o vrlo malom uzorku, teško je pouzdano opisati vanjski izgleda ovog češera. S obzirom na njegovu dužinu i oblik, određen je kao vrsta *Larix decidua* (europski ariš) čija dužina češera iznosi od 1,5–3,5 cm, a po obliku su jajoliki i uspravni (slika 11 ).



**Slika 11.** *Larix decidua* (uzorak L5, Sveta Nedelja )

**Red:** Pinales

**Porodica:** Pinaceae

**Rod:** *Abies*

**Vrsta:** *Abies* sp. (slika 12)

Fosilni uzorak žutosmeđeg češera dug je 9 cm, a širok 2,7 cm. Cilindričnog je oblika i jako dobro sačuvan s obzirom da je pronađen u laporu (sivoj ili žućkastoj sitnozrnatoj sedimentnoj stijena koja se sastoji od kalcita i gline u različitim omjerima) koji lako puca i mrvlji se (slika 12). Ovaj simetrični češer ima velik broj ljesaka koje su oblika romba. Prema svim vidljivim karakteristikama određen je na razini roda kao rod *Abies* (jela). S obzirom da su muški češeri žućkasti do žutosmeđi, kuglasti ili cilindrični, a ženski blijedozeleni, duguljasto valjkasti pretpostavljeno je da je ovaj fosilni uzorak muški češer roda *Abies*.



**Slika 12.** Češer roda *Abies* (uzorak L2, Sveta Nedelja)

## 6.2 Sjemenke

**Red:** Pinales

**Porodica:** Pinaceae

**Rod:** *Pinus*

**Vrsta:** *Pinus prae-silvestris* Ettingshausen (slike 13, 14; Tab. I, slika 1–6)

1883. *Pinus prae-silvestris*, Pilar, str. 26, tab. 4, sl. 2, 3

1993. *Pinus silvestris*, Vidaković, str. 538–539, sl. 368e

Sjemenke vrste *Pinus prae-silvestris* su jako dobro sačuvane. Osim uzorka K5a (Tab. I, slika 1) svi su cjeloviti, eliptičnog oblika, kako krilca tako i sjemenki. Dužina im je u rasponu od 1,2–2cm, a širina od 0,5–0,7cm . Izuzevši uzorka A3 prikazanog na slici 13, koji je pronađen u Svetoj Nedelji, svi ostali fosilni uzorci sjemenki pronađeni su u Podsusedu te pripadaju susedskoj sarmatskoj flori (slika 14; tab. 1, sl. 1–3). Krilca imaju potpuno isti oblik kao danas živi *Pinus sylvestris* L. (običan bor) te su 3-4 puta duži od sjemenke. Otisci ove vrste bora nađeni su u Svetoj Nedelji, Podsusedu i Dolju.



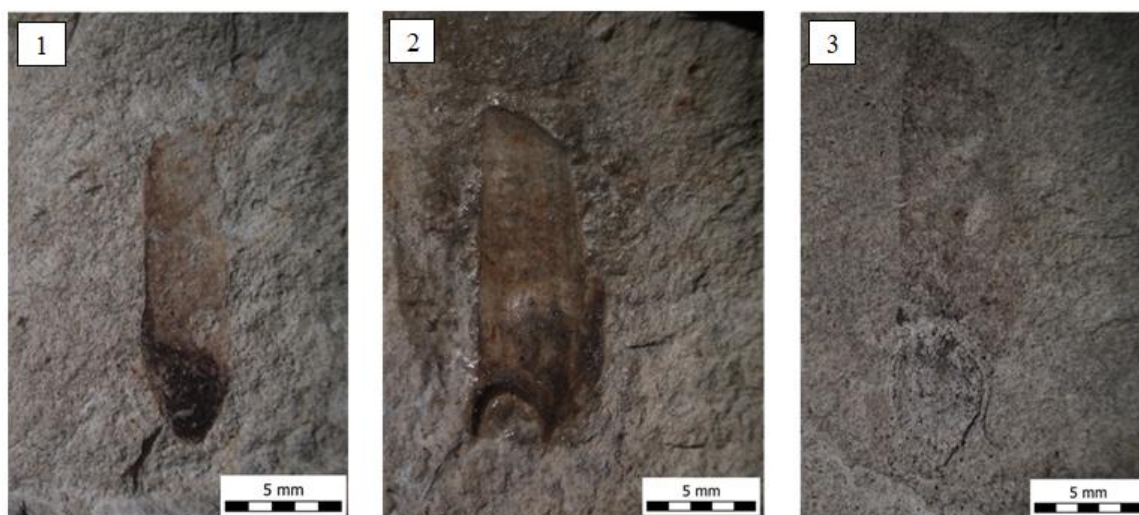
**Slika 13.** *Pinus prae-silvestris*  
(uzorak A3, Sveta Nedelja)



**Slika 14.** *Pinus prae-silvestris*  
(uzorak K11, Podsused)

**Vrsta:** *Pinus* sp. (slika 15; Tab II, slika 1–6)

Primjerci određeni kao vrsta *Pinus* sp. su većinom necjeloviti, osim dviju vrsta prikazanih na slici 15.1 i 15.3. Dužina im iznosi 0,5–2,5 cm, a širina 0,2–0,8 cm. Uzorak K1d (tab. 2, sl. 6) ima zaoštren vrh, a svi ostali uzorci zaobljen te imaju eliptični oblik. Većinom su u nijansama smeđe boje (karbonizirani). Uzorci E1b, F2a i F2b (tab. 2, sl 1–3) pripadaju fosilnoj flori Planine za razliku od ostalih koji pripadaju susedskoj flori.



**Slika 15.** *Pinus* sp., 1-sjemenka (uzorak K7, Podsused),  
2-sjemenka (uzorak K12, Podsused), 3-sjemenka (uzorak K4, Podsused)

### 6.3 Prašnička resa

**Red:** Pinales

**Porodica:** Pinaceae

**Rod:** *Pinus*

**Vrsta:** *Pinus cf. laricio* Poiret (slika 16)

1883. *Pinus laricio*, Pilar, str. 25, tab. 4, sl. 13

1935. *Pinus cf. laricio*, Polić, str. 69, tab. 1, sl. 2

Fosilni uzorak prašničke rese je duguljastog oblika te blago savijen. Dužina ovog uzorka iznosi 1,6 cm, a širok je 0,5 cm. Tamnosmeđe je boje. Ovo je ujedno jedini fosilni uzorak prašničke rese vrste *Pinus laricio* promatran u ovome radu. Uzorak je pronađen na Planini i donjomiocenske je starosti (slika 16). Ova vrsta je prepoznata i među ostacima susedske fosilne flore (Ettingshausen, 1878). Otisak prašničke rese iz doljanskog listićavog lapora ima iste karakteristike i omjere kao i slični organi živuće vrste *Pinus nigra* (crni bor).



**Slika 16.** Prašnička resa vrste *Pinus cf. laricio* (uzorak G2, Planina Gornja)

## 6.4 Igljice

**Red:** Pinales

**Porodica:** Pinaceae

**Rod:** *Pinus*

**Vrsta:** *Pinus taedaformis*(Unger) Heer (slika 17; Tab IV, slika 1–8)

1852. *Pinites taedaformis*, Unger, str. 25, tab. 13, sl. 4

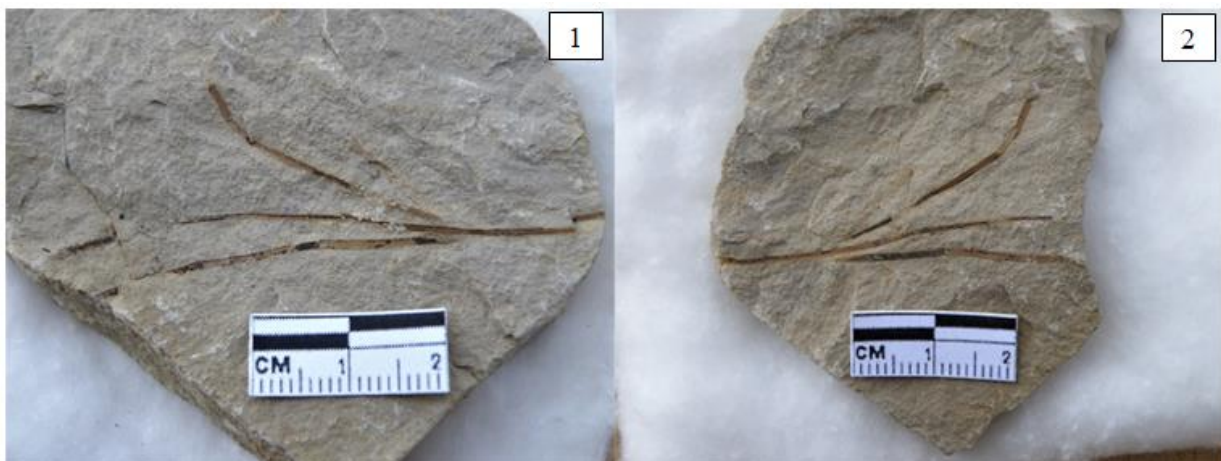
1859. *Pinus taedaformis*, Heer, str. 160, tab. 13, sl. 4

1883. *Pinus taedaformis*, Pilar, str. 27, sl. 21

1956. *Pinus taedaformis*, Pantić, str. 235, tab. 2, sl. 5b

2017. *Pinus taedaformis*, Horvat, str. 7–8, sl. 4c

*Pinus taedaformis* ima troigličaste listove. Primjeri ove vrste koji su obrađeni u radu većinom nisu cjeloviti, stoga je teško odrediti njihovu točnu dužinu. Iako pripadaju istoj vrsti, međusobno se dosta razlikuju. U Planini je pronađen i otisak iglica koji se odnose kao pozitiv i negativ (slika 17). U Susedu je pronađen gotovo potpun otisak. Najveća zabilježena dužina lista iznosi 14,6 cm, a širina 0,8 cm. Europsko kopno u današnje vrijeme nije stanište troigličastih borova. Recentni troigličasti borovi vrste *Pinus taeda* Linné rastu u Sjevernoj Americi i Meksiku te su indikator tople klime i dobro podnose sušu (Horvat, 2017).



**Slika 17.** Igljice *Pinus taedaformis* koje se odnose kao pozitiv i negativ, 1-uzorak C1, Planina Gornja, 2-uzorak E1a, Planina Gornja



**Vrsta:** *Pinus hepios* (Unger) Heer (slika 18)

1883. *Pinus hepios*, Pilar, str. 24–25, tab. 4, sl. 5

1956. *Pinus hepios*, Pantić, str. 236, tab. 2, sl. 7

2003. *Pinus hepios*, Dumurdžanov i sur., str. 50, tab. 1, sl. 2

2012. *Pinus hepios*, Postigo-Mijarra i Barrón, str. 156–158, sl. 2

2017. *Pinus hepios*, Horvat, str. 7–8, sl. 4a, 4b

Fosilni uzorak vrste *Pinus hepios* je dvoigličasti. Dužina ovih tankih iglica iznosi približno 7,5 cm, a debljina je manja od 0,1 cm (slika 18). Iglice ove vrste pronađene u Dolju (Podsused), razlikuje se od vrste *Pinus laricio* Poir time što su razmjerno veoma tanke prema duljini. Skupa s lišćem nađene su i muške rese sa prašničkim ljuskicama koje su gusto raspoređene. Kraće su nego isti organi kod *P. laricio*. Otisak ove vrste nalazi se u zbirci koja potječe iz Dolja, a prikupio ju je Ettingshausen (godina). Nalazište u Svetoj Nedjelji dalo je jedini otisak dvoigličastog bora sa vrlo uskim iglicama, koje je djelomično prekriveno krilatom sjemenkom sa malim sjemenom. Iz istog nalazišta potječe drugi vanjski otisak sjemenke, na jednoj strani nepotpuna krilca koja se također može ubrojiti u spomenutu vrstu. *Pinus hepios* označava zbirnu vrstu u koju se svrstavaju borovi dvoigličastih listova s dugim i uskim iglicama.



**Slika 18.** *Pinus hepios* (uzorak I1, Podsused)

## 6.5 Tablični prikazi biljnih ostataka po lokalitetima

**Tablica 1.** Prikaz biljnih ostataka češera po lokalitetima

UZORAK (ČEŠER)	LOKALITET		
	SVETA NEDELJA	PODSUSED	PLANINA GORNJA
A1 ( <i>Pinus halepensis</i> )	x		
L2 ( <i>Abies</i> sp.)	x		
L3 ( <i>Pinus</i> cf. <i>premassoniana</i> )	x		
L4 ( <i>Pinus</i> cf. <i>premassoniana</i> )		x	
L5 ( <i>Larix decidua</i> )	x		
L6 ( <i>Pinus strobus</i> )	x		
L7a ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )	x		
L7b ( <i>Pinus brutia</i> )	x		
L8 ( <i>Pinus</i> sp.)	x		
L9 ( <i>Pinus</i> sp.)	x		

**Tablica 2.** Prikaz biljnih ostataka sjemenki po lokalitetima

UZORAK (SJEMENKA)	LOKALITET		
	SVETA NEDELJA	PODSUSED	PLANINA GORNJA
A3 ( <i>Pinus prae-silvestris</i> )	x		
E1b ( <i>Pinus</i> sp.)			x
E2 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )			x
F2a ( <i>Pinus</i> sp.)			x
F2b ( <i>Pinus</i> sp.)			x
G1a ( <i>Pinus halepensis</i> )			x
G1b1 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )			x
G1b2 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )			x
K1a ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )		x	
K1b ( <i>Pinus</i> sp.)		x	
K1d ( <i>Pinus</i> sp.)		x	
K1e ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )		x	
K1f ( <i>Pinus</i> sp.)		x	
K3 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )		x	
K4 ( <i>Pinus</i> sp.)		x	
K5a ( <i>Pinus prae-silvestris</i> )		x	
K5b ( <i>Pinus halepensis</i> )		x	
K5c ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )		x	
K5d ( <i>Pinus prae-silvestris</i> )		x	
K6a ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )		x	
K6b ( <i>Pinus prae-silvestris</i> )		x	
K7 ( <i>Pinus</i> sp.)		x	
K8 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )		x	
K9a ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )		x	
K9b ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )		x	
K11 ( <i>Pinus prae-silvestris</i> )		x	
K12 ( <i>Pinus</i> sp.)		x	

**Tablica 3.** Prikaz biljnog ostatka prašničke rese po lokalitetu

UZORAK (PRAŠNIČKA RESA)	LOKALITET		
	SVETA NEDELJA	PODSUSED	PLANINA GORNJA
G2 ( <i>Pinus cf. laricio</i> )			x

**Tablica 4.** Prikaz biljnih ostataka iglica po lokalitetima

UZORAK (IGLICA)	LOKALITET		
	SVETA NEDELJA	PODSUSED	PLANINA GORNJA
A2 ( <i>Pinus taedaeformis</i> )		x	
A4 ( <i>Pinus taedaeformis</i> )		x	
B1 ( <i>Pinus taedaeformis</i> )			x
B2 ( <i>Pinus taedaeformis</i> )			x
C1 ( <i>Pinus taedaeformis</i> )			x
D1 ( <i>Pinus taedaeformis</i> )			x
D2 ( <i>Pinus taedaeformis</i> )			x
E1a ( <i>Pinus taedaeformis</i> )			x
F1b ( <i>Pinus taedaeformis</i> )			x
F3 ( <i>Pinus taedaeformis</i> )			x
H1 ( <i>Pinus cf. premassoniana</i> )	x		
I1 ( <i>Pinus hepios</i> )		x	

## 7. RASPRAVA

Uspoređujući tablične prikaze biljnih fosilnih ostataka s tri navedena lokaliteta, vidljivo je da najveći broj uzoraka češera potječe s područja Svete Nedelje (devet uzoraka), a slijedi Podsused s jednim uzorkom, dok u Planini nije pronađen nijedan od češera obrađenih u ovom radu (tablica 1). Promatran je i opisan jedan fosilni uzorak prašničke rese pronađen u Planini (tablica 2). Najveći broj sjemenki potječe s lokaliteta Podsused (Podsusedsko Dolje), potom slijedi Planina Gornja, te na kraju Sveta Nedelja. U Podsusedu je pronađeno 19 uzoraka, u Planini sedam, dok je u Svetoj Nedelji pronađen samo jedan uzorak (tablica 3). Situacija je drugačija ukoliko promatramo fosilne uzorke iglica. Najveći broj, osam iglica je s lokaliteta Planina Gornja, potom slijede Podsused sa tri te Sveta Nedelja sa jednim uzorkom (tablica 4).

Najveći broj uzoraka determiniran je kao ostatci vrste *Cunninghamia lanceolata* (tablica 1, 2). Ukupan broj uzoraka ove vrste bio je 12 (jedan češer i 11 sjemenki). Zatim slijede nalazi određeni na razini vrsta roda *Pinus* sp. sa 11 uzoraka, (dva uzorka češera i devet uzoraka sjemenki), vrsta *Pinus taedaeformis* sa 10 uzoraka iglica (tablica 4), vrsta *Pinus praesilvestris* sa pet uzoraka sjemenki, vrsta *Pinus* cf. *premassoniana* i *Pinus halepensis* tri uzorka (jedan češer i dvije sjemenke). Vrste *Pinus strobus*, *Pinus brutia* i *Larix decidua* zastupljene su s po jednim uzorkom češera, *Pinus hepios* s jednim uzorkom iglice, a *Pinus* cf. *laricio* s jednim uzorkom prašničke rese (tablica 3) kao i vrsta roda *Abies* sp.

Ukoliko usporedimo starost analiziranih uzoraka, vidljivo je da je najveći broj uzoraka srednjomiocenske odnosno sarmatske starosti. Taj je zaključak sukladan s činjenicom o kontinuiranom taloženju taloženju na granici iz donjeg u srednji miocen kada dolazi do postupne promjene litologije i fosilne zajednice koja pak ukazuje na kontinuitet taloženja iz morskog u jezerski okoliš. Vrlo bitan čimbenik je i klima koja je u vrijeme donjeg-srednjeg miocena (karpat-baden) toplija, ali vlažna, dok je u srednjem miocenu (sarmat) dosta topla, ali suha. Klimatske karakteristike imaju utjecaj i na raznolikost četinjača. Naime, topla i sušna klima u sarmatu odgovarala je golosjemenjačama, stoga su one u tom periodu razmjerno brojne i raznolike, za razliku od donjeg miocena kada topla, ali vlažna klima pogoduje drugim biljnim skupinama. U tablici 5. prikazana je usporedba između lokaliteta Planine koja pripada granici karpat-baden te Podsuseda i Svete Nedelje koji pripadaju sarmatu. Srednjomiocenske naslage nalazimo na lokalitetima Podsused i Sveta Nedelja.

**Tablica 5.** Usporedna tablica između lokaliteta Planine (granica karpat-baden) i ostala dva nalazišta Podsused i Sveta Nedelja (sarmat)

PORODICA	ROD	VRSTA	donji miocen	srednji miocen	danas
PINACEAE	<i>Pinus</i>	<i>brutia</i>		x	Turski bor
		<i>halepensis</i>	x	x	Alepski bor
		<i>hepios</i>			
		<i>laricio</i>	x		Korzikanski bor
		<i>prae-sivestris</i>		x	
		<i>strobis</i>		x	Bijeli bor
		<i>taedaeformis</i>	x	x	
		cf. <i>premassoniana</i>		x	
		sp.			Bor
		<i>Abies</i>	sp.		
	<i>Larix</i>	<i>decidua</i>			Ariš
CUPRESSACEAE	<i>Cunninghamia</i>	<i>lanceolata</i>	x	x	Kuningamija

Ukupni broj uzoraka s tih lokaliteta je 34, za razliku od lokaliteta Planina gdje je pronađeno 16 uzoraka korištenih u ovom radu. Naslage Planine su pak donjomiocenske starosti. Polić (1935) u svom radu navodi da su biljni fosilni ostatci iz nalazišta Planina prikupljeni 1886. g, a kasnije je ta zbirka upotpunjena i čuvana u Geološko-paleontološkom narodnom muzeju u Zagrebu sve dok je 1931. g nije počeo obrađivati. Zbog poprilično lošeg terena, obraslog kestenovom šumom i prekrivenog kulturama te zdrobljenog lapora u kojem se nalaze biljni ostatci, rezultat upotpunjavanja zbirke bio je poprilično loš. Ostaci borova (Pinaceae) na ovom su nalazištu dosta rijetki. Svi su sabrani otisci manje ili više nepotpuni, ali preostali dijelovi su dobro očuvani. Vrste: *Pinus halepensis*, *Pinus* cf. *laricio* i *Pinus hampeana*, koje su ovdje utvrđene, pronađene i na drugim našim nalazištima, a do danas su se dvije od njih zadržale u našim krajevima. To su *Pinus halepensis*, zimzeleno stablo iz porodice borovki (Pinaceae), poznat kao alepski bor i *Pinus* cf. *laricio*, crnogorično drvo također iz porodice Pinaceae poznat kao crni bor (lat. *Pinus Nigra*). Za razliku od malog broja očuvanih češera, puno je veći broj iglica. Vrlo je zanimljiv i sačuvani troigličasti otisak *Pinus taedaeformis* koji se odnose kao pozitiv i negativ. Austrijski paleontolog Berger (1951) u svom radu opisuje ovu vrstu pronađenu u glinenim jamama u naselju Devínska Nová Ves, 20 km zapadno od Bratislave kao pokazatelja srednjoeuropske vegetacije tijekom miocena (Sitár i Kováčová-Slamková, 1999).

Prema Černjavskom (1949) sarmatska flora u Hrvatskoj sadrži 10 vrsta borova. Opisane su većinom prema fragmentnim otiscima lišća, sjemenki i ljuski, a samo jedna prema nalazu češera. Općenito, susedskoj fosilnoj flori pripadaju 232 vrste koje su podijeljene na 31 razred, 66 redova i 122 roda. Također, postoji 58 vrsta koje nije bilo moguće identificirati pomoću dosad poznatih. Većina nađenih fosilnih ostataka nalaze se u privatnom vlasništvu, te ih nije moguće proučavati, izuzevši one L. pl. Vukotinovića koja je obuhvaćala oko 30 primjeraka. Pilar (1883) u svom radu govori kako susedska flora po broju vrsta pokazuje puno sličnosti sa radobojskom fosilnom florom (slika 19). Raznolikost vrsta upućuje na vrlo povoljne uvjete života tijekom sarmata. Flora i fauna se nalazi u škriljastom pješčenjaku unutar slojeva bogatih sumporom, koji se je u svoje vrijeme i eksploatirao, a nastao je organskim raspadanjem (Anić, 1958).



**Slika 19.** Biljni fosilni ostatci iz Radoboja

U ovome radu promatrano je 50 uzoraka četinjača iz zbirke Hrvatskog prirodoslovnog muzeja, od toga šest primjeraka bilo je određeno na razini vrste (*Cunninghamia lanceolata*, *Pinus cf. laricio*, *Pinus halepensis*, *Pinus prae-silvestris*, *Pinus taedaeformis*) te dva na razini roda (*Pinus* sp.), a 42 primjerka nije bilo određeno. Ovim istraživanjem je ukupno determinirano 38 primjeraka na razini vrste (koji pripadaju deset različitih vrsta), dok je 12 primjeraka određeno na razini roda. Ovaj rad bi, stoga, trebao pridonijeti muzejskoj građi. U tablici 6. prikazana je usporedba svih vrsta biljnih ostataka i nalazišta.

**Tablica 6.** Usporedna tablica vrste biljnih ostataka i lokaliteta

PORODICA	ROD	VRSTA	UZORAK						NALAZIŠTE			
			ČEŠER	SIEMENKA	IGLICA	PRAŠNIČKA RESA	SVETA NEDJELJA	PODSUSED	PLANINA GORNJA			
PINACEAE	<i>Pinus</i>	<i>bruta</i>	x					x				
		<i>halepensis</i>	x	x					x	x		x
		<i>heptios</i>			x					x		
		<i>laricio</i>				x						x
		<i>prae-silvestris</i>		x	x				x	x		
		<i>strobis</i>	x						x			
		<i>taedaeformis</i>			x					x		x
		cf. <i>premassoniana</i>	x		x				x	x		
		sp.	x	x					x	x		
		<i>Abies</i>	x									
CUPRESSACEAE	<i>Larix</i>	<i>decidua</i>	x									
		<i>Cunninghamia lanceolata</i>	x	x					x	x		x



## 8. ZAKLJUČAK

U zbirkama Hrvatskog prirodoslovnog muzeja u Zagrebu čuva se, uz ostale uzorke, 50 uzoraka miocenskih četinjača, najčešće sjemenki, iglica i češera. Uzorci potječu s lokaliteta Planina (donji do srednji miocen: karpat-donji baden), Sv. Nedelja i Podsused (srednji miocen: sarmat).

Najveći dio uzoraka u zbirkama do sada je bio određen do razine roda, dio na razini vrste, a neki uzorci nisu bili određeni. Od 50 uzoraka četinjača promatranih u ovome radu, šest primjeraka je bilo određeno na razini vrste (*Cunninghamia lanceolata*, *Pinus* cf. *laricio*, *Pinus halepensis*, *Pinus prae-silvestris*, *Pinus taedaeformis*) te dva na razini roda (*Pinus* sp.), a 42 primjerka nije bilo određeno. Ovim istraživanjem je ukupno determinirano 38 primjeraka na razini vrste (koji pripadaju deset različitih vrsta), dok je 12 primjeraka određeno na razini roda. Tijekom ovog istraživanja determinirano je osam različitih vrsta roda *Pinus* (*P. brutia*, *P. halepensis*, *P. hepios*, *P. laricio*, *P. prae-silvestris*, *P. strobus*, *P. taedaeformis*, *P. cf. premassoniana*) i po jedna vrsta rodova *Larix* (*L. decidua*) i *Cunninghamia* (*C. lanceolata*), dok je dio uzoraka određen na razini rodova *Pinus* sp. i *Abies* sp. Tri od pet determiniranih vrsta bora (turski, alepski, korzikanski i bijeli bor), ariš i kuningamija žive i danas.

U naslagama karpata i donjeg badena nađene su četiri vrste, dok je veća raznolikost (sedam vrsta) četinjača zabilježena u sarmatskim naslagama. Raznolikost četinjača vjerojatno je povezana s klimatskim karakteristikama. Tijekom donjeg miocena (karpat) vladala je vrlo topla i vlažna klima, koja je više pogodovala drugim biljnim skupinama, dok je klima tijekom sarmata bila topla, ali sušna, zbog čega su i golosjemenjače, osobito one mediteranskoga tipa, bile raznolike i razmjerno brojne.

## 9. LITERATURA

- ANIĆ, D. (1958): Karakter flora i klime tercijara na području FNRJ.- Geol. Vjesnik, 12, 191–204.
- AVANIĆ, R., PAVELIĆ, D., MIKNIĆ, M., BRKIĆ, M., ŠIMUNIĆ, AI. (1995): Karpatian-Lower Badenian beds from Čučerje. U: Šikić, K. (Ed.), Geological Guide of Mt. Medvednica. Inst. za geol. Istraž. INA-Industrija nafte d.d., Zagreb, 156–158.
- BASCH, O. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Ivanić-Grad L 33–81. Geološki zavod, Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 61 str.
- BERGER, W. (1951): Pflanzenreste aus dem tortonischen Tegel von Theben–Neudorf bei Pressburg. Sitzungsberichte der österreichische Akademie der Wissenschaften, Math. – Nat. Klasse, 160: 273–278.
- BLAGDAN, P. (2015): Promjene klime na području sjeverne Hrvatske od miocena do danas i njihov utjecaj na vegetaciju. Diplomski rad. Prirodoslovno–matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 82 str.
- BÖHM, D., BRALIĆ, I., BUDAK- RAJČIĆ, J., DEŽELIĆ, R., KAMENAROVIĆ, M., MIKULIĆ, Z., ORŠIĆ, D., RUKAVINA, M. i ŠOBAT, A. (1979): Park prirode „Medvednica“- studija zaštite okoliša. Republički zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 100 str.
- BOŠNJAK, M. (2017): Paleoekologija i biostratigrafija badenskih (srednjomiocenskih) naslaga Medvednice na temelju mekušaca i pratećih fosilnih organizama. Doktorska disertacija. Prirodoslovno– matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 213 + XIV str.
- ČERNJAVSKI, P. (1949): Borova šišarka iz Suseda.- Geol. Anali Balk. Poluostr., 17, 159–169, Beograd.
- ČUBRILOVIĆ, V. (1933): Tercijar jugozapadnog dela Zagrebačke gore (Sur le tertiaire de larégion Sud-Quest de la Zagrebačka gora près de Zagreb). Vesnik Geol. inst., 2, 115–129.
- ĆORIĆ, S., PAVELIĆ, D., RÖGL, F., MANDIĆ, O., VRABAC, S., AVANIĆ, R., JERKOVIĆ, L. & VRANJKOVIĆ, A. (2009): Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). Geologica Croatica, 62, 1, 31–43.
- DASKALAKOU, E. i THANOS, C. (2010): Seed and cone morphometric indicators: A new tool for the discrimination between the common Mediterranean pines *Pinus halepensis* Mill. and *P. brutia* Ten. Plant Biosystems, 144/4, 819–825 str.
- DEDIĆ, Ž, KRUK, B., KRUK, Lj., KOVAČEVIĆ-GALOVIĆ, E., MIKO, S., Crnogoj, S., PEH, Z. I AVANIĆ, R. (2014): Rudarsko-geološka studija Krapinsko-Zagorske

- županije [Mining-geological study of KrapinaZagorje County]. Croatian Geological Survey, Zagreb, 375 str.
- DING, S., WU, J., CHEN, J., YANG, Y., YAN, D., SUN, B. (2013): Needles and seed cones of *Pinus premassoniana* sp. nov., and associated pollen cone from the upper Miocene in East China. *Review of Paleobotany and Palynology*, 197, 78–89.
- DUMANČIĆ, A. (2013): Geološka granica paleogena i neogena kod Svete Nedelje. (Završni rad). Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 28 str.
- DUMURDŽANOV, N., KRSTIĆ, N., MIHAJLOVIĆ, Đ., OGNJANOVA- RUMENOVA, N., PETROV, G. (2003): New data on stratigraphy of the Neogene and Pleistocene in Mariovo, Macedonia. *Geologica Macedonica*, 17, 43–52.
- ĐEREK, T. (1985): Miocenska fosilna flora Planine (Zagrebačka gora). Diplomski rad. Rudarsko – geološko – naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 35 str.
- ENGELHARDT, H. (1884): Flora aus den unteren Paludinenschichten des Čaplagrabens bei Podwin.- Abh. Senckenberg. Naturf. Ges., 189 str., Frankfurt/M.
- ENGELHARDT, H. (1885): Tertiärpflanzen aus dem Graben von Čapla in Slavonien.- *Földt. Közlöny*, 25, 217–261, Budapest.
- ENGELHARDT, H. (1890): Über Tertiärpflanzen aus dem Graben Čapla in Slavonien.- *Verh. Reichsanst.*, 17, 296 str., Wien.
- ENGELHARDT, H. (1893): Flora aus der unteren Paludinenschichten des Čapla- Graben bei Podvin (Slavonien).- *Verh. Geol. Reichsanst.*, 15, 359 str., Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1850a): Fossile flora von Radoboj.- *Sitzungsber. Akad. Wiss.*, 5, 91–93, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1850b): Bericht über Untersuchung von Fundorten tertiärer Pflanzenrest im Kaiserthume Oesterreich.- *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, 1/4, 679–685, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1850c): Sitzungen der k.k. geologischen Reichsanstalt.- *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, 1/2, 364–365, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1850d): Verwahrung gegen Prof. Unger dessen literarisches Eigenthum an Bearbeitung der fossilen Flora von Radoboj nicht beeinträchtigt zu haben.- *Sitzungsber. Akad. Wiss.*, 5, 289–291, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1851): Flora von Radoboj, Parschlug und Sotzka.- *Haidingers Berichte*, 143 str., Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1853): Über die fossile des Monte Promina in Dalmatien.- *Sitzungsber. Akad. Wiss.*, 10, 424–429, Wien.

- ETTINGSHAUSEN, C. (1854): Nachtrag zur cociinen Flora des Monte Promina (in Dalmatien).- Sitzungs-ber. Akad. Wiss., Math. nat. Cl., 12, 180–182, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1855): Die eociine flora des Monte Promina (Dalmatien).- Denkschr. Akad. Wiss., Math. nat. Cl., 8, 1–28, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1878): Beiträge zur Erforschung der Phylogenie der Pflanzenarten. I-II. – Denkschr. kaiserl. Akad. Wiss. math.-naturwiss. Cl., 38: 65-80, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1870): Beitriger zur Kennt- niss der fossilen Flora von Radoboj.- Sitzungsber. Akad. Wiss., Math. nat. Cl., 61/5, 829–906, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1871): Beitrige zur Kenntniss der fossilen Flora von Radoboj.- Verh. geol. Reich- sanst., 2, 28 str., Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. (1896): Uber neue Pflanzenfossilien in der Radoboj- Sammlung der Universitat il Luttich.- Sitzungsber. Akad. Wiss., 473–500, Wien.
- GALOVIĆ, I. & BARJAKTAREVIĆ, Z. (2006): Sarmatian biostratigraphy of the Mountain Medvednica at Zagreb based on siliceous microfossils (North Croatia, Central Paratethys). *Geologica Carpathica*, 57, 199–210.
- GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, D. (1904): Geologijaska prijedgledna karta Kraljevine Hrvatske - Slavonije. Tumač geologijaskoj karti Zagreb (zona 22, col. XIV), Zagreb, 1–75.
- GRGANIĆ, Z. (1995): Miocenska fosilna flora Planine (Zagrebačka gora). Diplomski rad. Rudarsko – geološko – naftni fakultet sveučilišta u Zagrebu, 36 str.
- GRGANIĆ – VRDOLJAK, Z., RADONIĆ, G., VRSALJKO, D., SREMAC, J. i PAVIĆ, G. (2012): Donjomiocenska fosilna flora Poljanske. U: Krizmanić, K. (ur.): Blato i zlato Slavonije: vodič stručne ekskurzije. *Vijesti Hrvatskoga geološkog društva* (poseban broj) 49 (1): 7–20.
- HARZHAUSER, M. i PILLER, W.E. (2007): Benchmark data of a changing sea – Palaeogeography, Palaeobiogeography and events in the Central Paratethys during the Miocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 8–31.
- HEER, O. (1859): *Flora tertiaria helvetiae*. Winterthur, III, 200str.
- HEROLD, N., HUBER, M., MÜLLER, R. (2011): Modelling the Miocene climatic optimum. *Journal of climate*, 24, 6354–6372.
- HOHENEGGER, J., RÖGL, F., ČORIĆ, S., PERVESLER, P., LIRER, F., ROETZEL, R., SCHOLGER, R. I STINGL, K. (2009): The Styrian Basin: a key to the Middle Miocene (Badenian/Langhian) Central Paratethys transgressions. *Austrian Journal of Earth Studies* 102, 102–132.

- HOHENEGGER, J., ČORIĆ, S. I WAGREICH, M. (2014): Timing of the Middle Miocene Badenian Stage of the Central Paratethys. *Geology of the Carpathian Region* 65, 155–166.
- HORVAT, H. (2017): Miocenska fosilna zajednica lokaliteta Laz Bistrički. Diplomski rad. Prirodoslovno- matematički fakultet sveučilišta u Zagrebu, 30 str.
- JAGEL, A. i DÖRKEN, V.M (2014): Morphology and morphogenesis of the seed cones of the Cupressaceae - part I Cunninghamioideae, Athrotaxoideae, Taiwanioideae, Sequoioideae, Taxodioideae. *Bulletin CCP*, vol.3, 3, 117–136.
- JIMENEZ-MORENO, G.; POPESCU, S.-M.; IVANOV, D. & SUC, J.-P. (2007): Neogene flora, vegetation and climate dynamics in southeastern Europe and the northeastern Mediterranean-The Micropalaeontological Society, Special Publications, The Geological Society, London, 503–516.
- JUNGWIRTH, E. (1997): Povijest paleobotaničkih istraživanja u Hrvatskoj- *Geologica Croatica* 50/2, 165–171.
- KLAUS, W. (1984): *Pinus brutia* TEN. ssp. *vindobonensis* n. ssp. und weitere fossile Mediterrankiefern aus Österreichs Miozänablagerungen. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 86A, Wien, 41–54.
- KOVÁČ, M., ANDREYEVA-GRIGOROVICH, A., BAJRAKTAREVIĆ, Z., BRZOBOHATÝ, R., FILIPESCU, S., FODOR, L., HARZHAUSER, M., OSZCZYPKO, N., PAVELIC, D., RÖGL, F., SAFTIĆ, B., SLIVA, L. I STUDENCKA, B. (2007): Badenian evolution of the Central Paratethys sea: paleogeography, climate and eustatic sea level changes. *Geology of the Carpathian Region* 58, 579–606.
- KOVÁČ, M., HUDÁČKOVÁ, N., HALÁSOVÁ, E., KOVÁČOVÁ, M., HOLCOVÁ, K., OSZCZYPKO-CLOWES, M., BÁLDI, K., LESS, G., NAGYMAROSY, A., RUMAN, A., KLUČIAR, T. & JAMRICH, M. (2017): The Central Paratethys palaeoceanography: a water circulation model based on microfossil proxies, climate, and changes of depositional environment. *Acta Geologica Slovaca* 9(2), 75–144.
- KOVAČIĆ, M., MANDIĆ, O. & TOMLJENOVIĆ, B. (2016): Miocene paleo-lakes of the southwestern Pannonian Basin.-In: Mandić, O., Pavelić, D., Kovačić, M., Sant, K., Andrić, N., Hrvatović, H. (eds.) *Field Trip Guidebook: Lake - Basin - Evolution*, RCMNS Interim Colloquium 2016 & Croatian Geological Society Limnogeology Workshop, 19-24 May 2016, Zagreb, Croatia. *Hrvatsko geološko društvo / Croatian Geological Society*. 80 str.
- KRSTIĆ, N., SAVIĆ, LJ. & JOVANOVIĆ, G. (2012): The Neogene Lakes on the Balkan Land. *Geološki anali Balkanskoga poluostrva* 73, 37–60.

- LEV-YADUN, S. i NE'EMAN, G. (2013): Bimodal colour pattern of individual *Pinus halepensis* Mill. seeds: a new type of crypsis. *Biological Journal of the Linnean Society*, 109, 271–278.
- MANDIĆ, O., DE LEEUW, A., BULIĆ, J., KUIPER, K., KRIJGSMAN, W. & JURIŠIĆ-POLŠAK, Z. (2012): Paleogeographic evolution of the Southern Pannonian Basin: 40Ar/39Ar age constraints on the Miocene continental series of northern Croatia. *International Journal of Earth Sciences* 101, 1033–1046.
- MARKOVIĆ, F. (2017): Miocenski tufovi Sjevernohrvatskog bazena. Doktorska disertacija. Prirodoslovno– matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 174+XI str.
- MICHAUX, F. A. (1819): *The North American sylva Michaux*, 3, 145.
- MILLS, C. (2010): *Hortus camdenensis: an illustrated catalogue of plants grown by Sir William Macarthur at Camden Park, NSW, Australia between about c.1820 & 1861*.
- PANTIĆ, N. (1956): Biostratigraphie des Flores tertiares de Serbia.- *Ann. Geol. Penins. Balkan.*, 24, 199–321.
- PAUL, M. (1872): *Die Kohlenablagerungen bei Agram und Brod.*– *Verh. geol. Reichsanst.*, Wien, 6.
- PAUL, M. (1874): *Die Braunkohlen- Ablagerungen von Croatien und Slavonien.*- *Jahrb. Geol. Reichsanst.*, 24/3.
- PAVELIĆ, D. (2001): Tectonostratigraphic model for the North Croatian and North Bosnian sector of the Miocene Pannonian Basin System. *Basin Research* 13, 359–376.
- PAVELIĆ, D., AVANIĆ, R., KOVAČIĆ, M., VRSALJKO, D. i MIKNIĆ, M. (2003): An outline of the Evolution of the Croatian Part of the Pannonian Basin System. U: Vlahović, I., Tišljar, J., (ur.) *Field Trip Guidebook: Evolution of Depositional Environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin*. 22nd IAS Meeting of Sedimentology, Institute of Geology, Zagreb, 155–161.
- PAVELIĆ, D. & KOVAČIĆ, M. (2018): Sedimentology and stratigraphy of the Neogene rift-type North Croatian Basin (Pannonian Basin System, Croatia): A review. *Marine and Petroleum Geology*, 91, 455–469.
- PILAR, Gj. (1883): *Flora fossilis Susedana. Descriptio plantarum fossilium quae in lapidicis ad Nedelja, Sused, Dolje etc. in vicinate civitatis Zagrebiensis hujusque reperta sunt.*- *Djela Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 4, VIII x 163 str., Zagreb.
- PILLER, W.E., HARZHAUSER, M. i MANDIĆ, O. (2007): Miocene Central Paratethys stratigraphy – current status and future directions. *Stratigraphy*, 4, 2/3, 151–168.
- POLIĆ, A. (1935): O oligocenu i njegovoj flori kod Planine u Zagrebačkoj gori. *Rad Jugoslavenske akademija znanosti i umjetnosti*, 251, 61–90.

- POLIĆ, A. (1937): Nekoliko novih vrsta u tercijaru Bijelog Brda kod Višegrada, Glasnik zemaljskog muzeja. XLIX, sv. 2 (za prirodne nauke), 21-28.
- POSTIGO-MIJARRA, J. M<sup>a</sup> & BARRÓN (2012): Zonal plant communities of the Ribesalbes-Alcora Basin (La Rinconada mine, eastern Spain) during the early Miocene. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 172, 153–174.
- REPAC, M. (2017): Utjecaj dijageneze na izračun paleotemperature na temelju izotopnog sastava kućica foraminifera: primjer iz miocena Hrvatske. Rudarsko–geološko–naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 1–39.
- RICHARDSON, D.M. : Ecology and biogeography of Pinus: Cambridge University Press, Cambridge, 1998, 527 str.
- RÖGL, F. (1998): Palaeogeographic considerations for Mediterranean and Paratethys seaways (Oligocene to Miocene). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 99A, 279–310.
- RÖGL, F. (1999): Mediterranean and Paratethys. Facts and hypotheses of an Oligocene to Miocene paleogeography (short overview). *Geol Carpath* 50, 339–349.
- ROYDEN, L.H., 1988. Late cenozoic tectonics of the Pannonian Basin System. In: In: Royden, L.H., Horváth, F. (Eds.), *The Pannonian Basin. A Study in Basin Evolution*. AAPG Mem, vol. 45, 27–48.
- SHAW, G. R. 1914. The genus Pinus. *Arnold Arboretum Publ.* 5. 96 str.
- SHI, G., LESLIE, B., HERENDEEN, S., ICHINNOROV, N., TAKAHASHI, M., KNOPF, P., CRANE, P. (2014): Whole-Plant Reconstruction and Phylogenetic Relationships of *Elatides zhoui* sp. nov. (Cupressaceae) from the Early Cretaceous of Mongolia. *Int. J. Plant Sci.* 175(8), 911–930.
- SITÁR, V. i KOVÁČOVÁ-SLAMKOVÁ, M. (1999): Palaeobotanical and palynological study of the upper Badenian sediments from NE part of the Vienna Basin (Locality Devínska Nová Ves). *Acta Paleobot. Suppl* 2, 373–389, Proceedings 5th EPPC, Bratislava.
- STANIĆ, I. (2018): Fosili Medvednice. Seminarski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 20 str.
- ŠIKIĆ, K. (1995): Geološki vodič Medvednice. Institut za geološka istraživanja & INA d.d. – Naftaplin, 199 str.
- ŠIŠIĆ, M. (1989): Fosilna flora šire okolice Podsuseda. Diplomski rad. Rudarsko – geološko – naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 1–74.
- TARI, G., HORVÁTH, F., RUMPLER, J. (1992): Styles of extension in the Pannonian Basin *Tectonophysics* 208, 203–219.

- UNGER, F. (1838): Reisenotizen von Jahre 1838.- Steyermärk. Zeitschr. (N.F.) Jahrb. 5, 75–128, Graz.
- UNGER, F. (1840): Über die Pflanzen- und Insecten- Reste von Radoboj in Croatien.- Leonhards u. Bronns Jahrb. Min., 1840, 374 str., Frankfurt.
- UNGER, F. (1850): Fossile flora von Radoboj.- Sitzungsber. Akad. Wiss., 5, 405–406, Wien.
- UNGER, F. (1868): Die fossile flora von Radoboj.- Geol. Reichsanst., H. 8, 176 str., Wien.
- UNGER, F. (1869): Die fossile flora von Radoboj in ihrer Gesamtheit und nach ihren Verhältnisse zur Entwicklung der Vegetation der tertiärzeit .- Denkschr. Akad. Wiss., Math. Nat. Cl., 29, 125–170, Wien.
- VIDAKOVIĆ, M. (1993): Četinjače, morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske i Hrvatske šume, Zagreb, 710 str.
- VUKOTINOVIĆ (FARKAŠ), LJ. (1870): O petrefaktih (okaminah) u obće i o podzemnoj Fauni i Flori Susedskih laporah. Rad Jugosl. akad. znan. umjetn., 13, 31, 82–112.
- WANG, J. & MOORS CABOT, M. (1961): The forests of China (with a survey of grassland and desert vegetation). Harvard University Press, Cambridge, Mass. XIV, 313 str.

#### **INTERNETSKI IZVORI:**

- <https://www.conifersociety.org> (14.01.2019.)
- <https://www.google.hr/maps> (05.09.2018.)
- <http://www.hortuscamden.com/plants/view/pinus-halepensis-mill> (29.01.2019.)
- <https://www.howlingpixel.com/i-hr/Češer> (25.01.2019.)
- <https://www.plantea.com> (11.12.2018.)
- [http://www.plantillustrations.org/illustration.php?id\\_illustration=158556&SID=0&mobile=0&size=1](http://www.plantillustrations.org/illustration.php?id_illustration=158556&SID=0&mobile=0&size=1) (29.01.2018.)
- <https://sciencing.com/climate-miocene-period-4139.html> (23.11.2018.)



## **TABLA I–IV**

## TABLA I

### Sjemenke vrste *Pinus prae-silvestris*

1. uzorak K5a, Podsused
2. uzorak K6b, Podsused
3. uzorak K5d, Podsused

**TABLA I**



## TABLA II

### Sjemenke roda *Pinus* sp.

1. uzorak E1b, Planina Gornja
2. uzorak F2a, Planina Gornja
3. uzorak F2b, Planina Gornja
4. uzorak K1b, Podsused
5. uzorak K1f, Podsused
6. uzorak K1d, Podsused

**TABLA II**

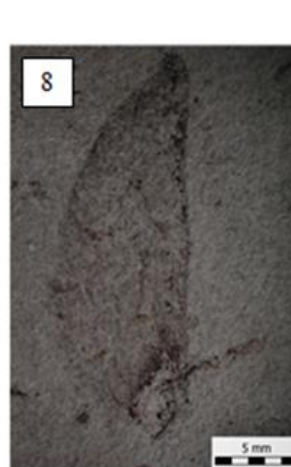
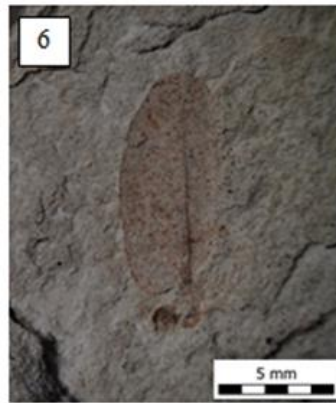


### TABLA III

#### Sjemenke vrste *Cunninghamia lanceolata*

1. uzorak E2, Planina Gornja
2. uzorak G1b2, Planina Gornja
3. uzorak G1b1, Planina Gornja
4. uzorak K8, Podsused
5. uzorak K6a, Podsused
6. uzorak K1e, Podsused
7. uzorak K5c, Podsused
8. uzorak K9a, Podsused
9. uzorak K9b, Podsused

**TABLA III**



## TABLA IV

### Iglice vrste *Pinus taedaeformis*

1. uzorak B1, Planina Gornja
2. uzorak B2, Planina Gornja
3. uzorak D1, Planina Gornja
4. uzorak D2, Planina Gornja
5. uzorak F1b, Planina Gornja
6. uzorak F3, Planina Gornja
7. uzorak A2, Podsused
8. uzorak A4, Podsused



**TABLA IV**

