

Zagrebački kit i mamut

Capan, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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:217:684187>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-11**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Lucija Capan
Zagrebački kit i mamut

Završni rad

Zagreb, 2023.

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Lucija Capan

Zagreb whale and mammoth

Bachelor thesis

Zagreb, 2023.

Ovaj završni rad je izrađen u sklopu studijskog programa Znanosti o okolišu na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod mentorstvom prof. dr. sc. Gorana Kovačevića.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Završni rad

Zagrebački kit i mamut

Lucija Capan

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Sažetak: Zahvaljujući drugačijim životnim uvjetima okoliša od onih danas, na području današnjeg Zagreba, u prošlosti su živjeli Zagrebački kit i mamut, koje je u ovom radu bio zadatak istražiti. Zagrebački kit (*Mesocetus agrami*) obitavao je u Panonskome moru koje je kasnije postalo jezero te je ne kraju i u potpunosti nestalo. Smanjenje saliniteta dovelo je do razvoja endemičnih vrsta i izumiranja nekih od vrsta poput zagrebačkog kita čiji fosilni ostatci dosežu starost od 13 do 11 milijuna godina. Njegove kosti pronađene su podno Medvednice prilikom eksploatacije vapnenca. Nešto istočnije, u samom centru grada Zagreba, prilikom kopanja temelja za izgradnju kina Helios u 20.st. pronađene su kosti izumrlog vunastog mamuta (*Mammuthus primigenius*) starosti 20 tisuća godina. Ekstremne hladnoće su bile omogućile mamutu da se nekada nastani ovdje, na današnjem prostoru Zagreba. Fosilni ostatci obje vrste danas se čuvaju u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju u Zagrebu, a postavljene su replike na mjestima gdje su ti fosili pronađeni. Današnje visokourbanizirano područje grada Zagreba, nekada je bilo dom raznim vrstama koje se sada pronalaze kao fosili. S obzirom na stalne promjene u okolišu, zanimljivo je zapitati se što će se dogoditi s vrstama koje obitavaju u Zagrebu danas.

Ključne riječi: Paratetis, Medvednica, fosili, pleistocen, izumiranje
(20 stranica, 11 slika, 20 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici
Mentor: Prof. dr. sc. Goran Kovačević

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Bachelor thesis

Zagreb whale and mammoth

Lucija Capan

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Abstract: In former different environmental conditions in the area of today's Zagreb used to live Zagreb whale and mammoth. Zagreb whale (*Mesocetus agrami*) lived in the Pannonian sea, which later became lake and a finally, completely disappeared. Reduced salinity led to development of endemic species and extinction of some species such as *Mesocetus agrami*, whose fossil remains are 13 to 11 million years old. His bones were found under Medvednica, while exploiting of the limestone. Further to east, in the center of Zagreb, while digging foundations for the cinema Helios in the 20th century bones of woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) 20 000 years old were found. Extreme coldness enabled to mammoth to settle in today's area of Zagreb. Fossil remains are kept in Croatian Natural History Museum Zagreb and replicas are being placed *in situ* where these fossils were found. Highly urbanized area of the city of Zagreb today, once used to be a home to species that are today found as fossils. Regarding the constant environmental changes, it is interesting to ask ourselves what will happen with the contemporary species that inhabit the area of Zagreb today.

Keywords: Paratethys, Medvednica, fossils, Pleistocene, extinction,
(20 pages, 11 figures, 20 references, original in: Croatian)

Thesis is deposited in Central Biological Library.
Mentor: Prof. Goran Kovačević, PhD

SADRŽAJ

1.	Uvod	2
2.	Zagrebački kit.....	3
	2.1 Općenito	3
	2.2 Panonsko more	4
	2.3 Stijene	6
	2.4 Pronađene kosti	7
	2.5 Spomenik danas.....	9
3.	Mamut	11
	3.1 Općenito	11
	3.2 Kada je živio	12
	3.3 Razlozi izumiranja	14
	3.4 Mamut u Gavelli.....	15
4.	Zaključak.....	18
5.	Literatura.....	19
6.	Životopis	20

1. Uvod

Zadatak ovog rada bio je odrediti geološke odnose naslaga na području Zagreba te im pripisati fosilne pronalaskeske Zagrebačkog kita i mamuta. Podrijetlo i distribucija pojedinih vrsta na vrlo jasan način odražava prostornu i vremensku varijaciju uvjeta okoliša. Vrste su ograničene svojim načinom života te uspješnom ili neuspješnom prilagodbom na uvjete okoliša. Poznavanje ograničavajućih čimbenika u distribuciji fosilnih vrsta bitno je da se dobro razumije dinamika paleoekosustava kao i prošlost života na određenom području. To isto tako pridonosi razjašnjenju uzroka globalnog ili lokalnog izumiranja pojedinih vrsta. Prema pronađenim fosilnim ostacima dokazano je da su na širem području današnjeg Zagreba nekoć živjele vrste za koje je danas teško pojmiti da su tamo nekada obitavale. Povoljni životni uvjeti i paleookoliš omogućili su im široku rasprostranjenost, iako su danas izumrli. Predstavnici tih vrsta, o kojima će se u ovom radu govoriti su Zagrebački kit i mamut, izumrla fauna današnjeg prostora grada Zagreba. Nekad su slobodno plivali podno današnje Medvednice, odnosno šetali njenim gorama. Tumačit će se dalje u tekstu kakvi su tada vladali životni uvjeti kao i što je to dovelo do izumiranja navedenih vrsta. Grad Zagreb može poslužiti kao izvrstan primjer urbanog poligona za istraživanje fosilnih nalaza. Na mnogo lokacija na urbanom prostoru može se pronaći veliki broj fosila, značajnih svjedoka prošlosti iz više geoloških razdoblja. Stijene koje sadrže fosile služe kao ukrasni i građevinski kamen te može biti zanimljivo baviti se rekonstrukcijom paleookoliša promatranjem građevina grada Zagreba. Sve to može poslužiti kako bi se još detaljnije i bolje opisala geološka prošlost grada Zagreba i šireg područja. Svakim novim pronalaskom otvaraju se mogućnosti za nova istraživanja i stvaranje veza između prošlosti i sadašnjosti.

2. Zagrebački kit

2.1 Općenito

Zagrebački kit nosi latinsko ime *Mesocetus agrami* (Van Beneden, 1884) te je jedina vrsta kita koja nosi naziv po nekom gradu koji danas, u realnom vremenu nema izlaz na more (AMZ, 2023a). Živio je u razdoblju miocena koje je trajalo od oko 23 do prije 5.3 milijuna godina. Njegovi fosilni ostatci dosežu starost od 13 do 11 milijuna godina. *Mesocetus agrami* spada u razred Mammalia, to jest sisavaca, te u porodicu Balaenopteridae i rod *Mesocetus*. *Mesocetus* je izumrli rod kitova usana. Fosili navedenog roda pronađeni su na današnjem prostoru Sjeverne Amerike i Europe. Od Europskih država pronađeni su u Austriji, Bosni i Hercegovini, Francuskoj, Hrvatskoj, Nizozemskoj, Slovačkoj. Neke od tih država danas nemaju izlaz na more što nam govori zapravo o paleookolišu ovih prostora. *Mesocetus* je živio u Paratetisu, odnosno starom Panonskom moru, a koje danas više ne postoji. U Bosni i Hercegovini su ostatci vrste *Mesocetus* pronađeni na čak četiri lokacije, a to su Knežica kraj Bosanske Dubice, Šargovac kraj Banja Luke te Dažnica i Kalenderovci kraj Dervente (Stefanović, 2010) (Slika 1.). Kitovi usani su danas najveće živuće životinje na Zemlji koje mogu ponekad doseći i dužinu od 30 metara i težinu od 120 tona. Znanstvenici su po građi čeljusti kita mogli naslutiti da se izumrla vrsta hranila planktonom. Analizom ostataka kostiju utvrđeno je da je otkriveni primjerak u Zagrebu bio mladunče koje je moguće stradalo odronom bloka vapnenca.



Slika 1: Ostatci vrste *Mesocetus agrami* pronađeni na području Hrvatske i Bosne i Hercegovine, 3. Zagreb; 4. Knažica; 5. Šargovac; 6. Kalenderovci; 7. Dažnica (Stefanović, 2010)

2.2 Panonsko more

Fosilni ostatci vrste kita *Mesocetus agrami* pronađeni su u bloku vapnenca podno Medvednice. Pitanje je kako su kosti životinje kojoj je prije svega za život potrebno veliko morsko prostranstvo pronađene na ovome mjestu. Davno u prošlosti, prije 15 milijuna taj vapnenac je gradio tadašnje obale Paratetisa. Paratetis je pretpovijesno more koje se protezalo sve od srednje Azije do srednje Europe i uključivalo je i današnje područje Panonske nizine, a time i samu Medvednicu (Slika 2.). Nastalo je u doba oligocena prije 34 milijuna godina, dok je u vrijeme pliocena počelo nestajati. Zbog velike razlike u salinitetu u odnosu na okolna mora, razvila se raznolika i endemska fauna na tom području. Danas ta kopnena masa tvori planinske lance Alpe, Dinaride i Karpate koji su nastali prilikom tektonskih poremećaja i podvlačenja jedne kontinentalne ploče pod drugu. Zbog tektonskih pomaka na širem prostoru Paratetisa i prekidanja veze s Tetisom, dolazi do smanjivanja prostora Paratetisa što je praćeno oslađivanjem taložnog prostora, to jest smanjenjem saliniteta. Potom dolazi do izolacije panonskog dijela čime nastaje Panonski bazen. U području Medvednice, tektonski pokreti dovode do nejednakih kretanja obalnih blokova tada otočne planine što dovodi do učestalog taloženja sedimenata. Nastaje Panonski bazen na današnjim savskim i dravskim područjima. Jezerska sedimentacija se nastavlja na dijelu današnjeg prostora Sveta Nedelja - Podsused i povezuje Medvednicu sa Žumberačkim gorjem (Bilaver, 2021). Životinje koje su se

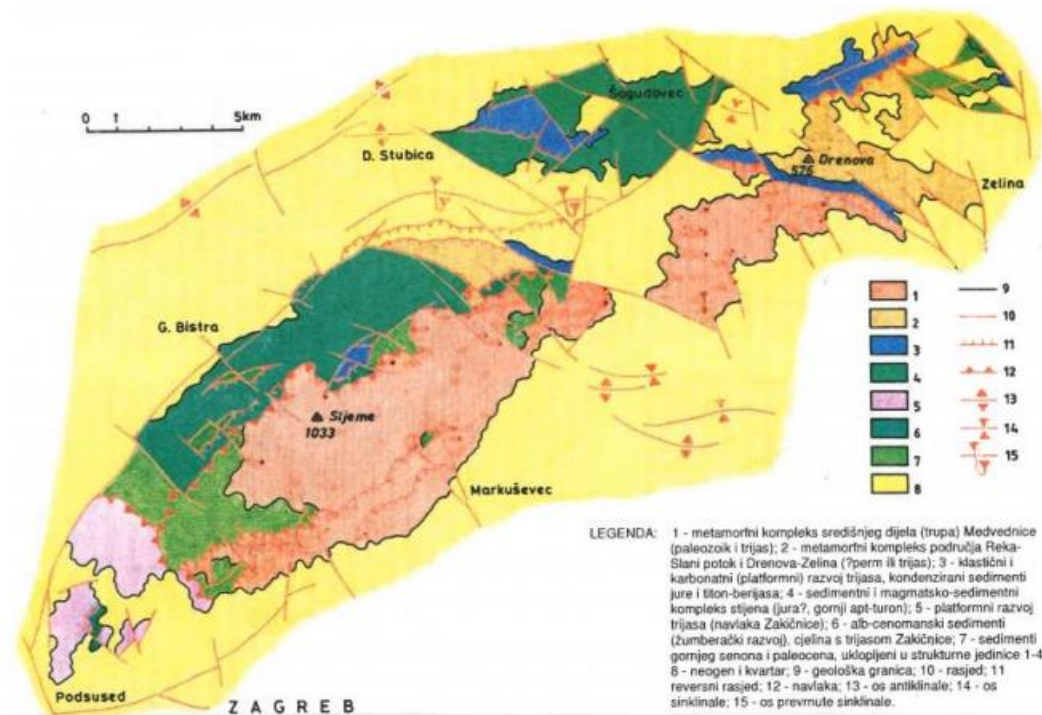
uspjele prilagoditi promjeni saliniteta bile su puževi i školjke, iako su tamo još neko vrijeme dok su im odgovarali životni uvjeti živjele ribe, kitovi i drugi organizmi. Kroz evoluciju postojanja i promjenu saliniteta ovo more je prošlo kroz više faza i pratilo pojavljivanje novih i endemičnih vrsta, ali i izumiranje vrsta poput zagrebačkog kita. Od nekadašnjeg Paratetisa danas je ostalo Aralsko more, Kaspijsko jezero, Crno more, Bajkalsko jezero i Nežidersko jezero na granici Austrije i Mađarske i jezero Balaton u Mađarskoj. Ta velika vodena površina utjecala je na klimu okolnih krajeva. Prevladavala je suptropska i tropska klimatska zona s bujnim biljnim i životinjskim svijetom. Sama Medvednica bila je otok koji je izvirao iz tog toplog i prostranog Panonskog mora. Smatra se da je nastala izdizanjem središnjeg dijela između dubokih pukotina i rasjeda. Vrhovi Ivanščice također su stršali kao otoci. Na obroncima Medvednice kao i na drugim tadašnjim otocima rasli su lovor, palma, eukaliptus, cimetovac, jesen, bor, bukva... Od ostalih organizama u moru su to bili npr. školjkaši, puževi, ribe, koralji, alge, ježinci kao i ostale vrste, poput zagrebačkog kita. Uvjeti života bili su znatno drugačiji od onih danas poznatih (Javna ustanova “Park prirode Medvednica”).



Slika 2: Nekadašnje more Paratetis (National geographic)

2.3 Stijene

Medvednica se smjestila između 45° i 46° geografske širine i 15° i 16° geografske dužine. Proteže se sve od rijeke Save kod Podsuseda sjeveroistočno do Bisaga u dolini rječice Lonje. Najviši vrh je Sljeme, nadmorske visine 1035 metara. Medvednica je nastala prije 12 milijuna godina kada su se zbog tektonskih pomaka slojevi zemlje počeli nabirati i stvarati planinske lance. Tektonski procesi podno Medvednice traju i danas što se da primijetiti po učestalim potresima, klizištima i odronima (Balabanić i sur., 2017). Na Medvednici se zbog raznolike geološke povijesti nalaze sve tri osnovne vrste stijena: magmatske, sedimentne i metamorfne. Na Slici 3. je prikazana geološka karta Medvednice s ucrtanim geološkim oblicima poput navlaka i rasjeda te prisutnim kompleksima stijena. Krške pojave su danas skrivene ispod holocenskih naslaga i guste vegetacije, prisutne su špilje, krške doline, ponikve, jame i vrtače (Bilaver, 2021). Ostatci kostiju Zagrebačkog kita otkriveni su u 19. st. u kamenolomu prilikom eksploatacije litotamnijskog vapnenca sa zapadnog dijela Medvednice koji čini jedinstvenu kršku zonu na sjeveru Hrvatske. Poznato je da prvi kamenolomi na Medvednici sežu još iz rimskog doba. Litotamnijski vapnenac dobio je ime prema crvenim grebenotvornim litotamnijskim algama koje tvore blokove stijena. Blok vapnenca u kojem su pronađene kosti kita potječe iz kraja srednjeg miocena kada kreće oslađivanje vode. Vapnenac je bio okružen mekanim laporima i dijatomitima koji pokazuju izrazitu listićavost te se zbog toga dijatomiti često nazivaju „knjižarcima“. Smatra se da su pronađene kosti pripadale mladuncu duljine 6 metara. Pretpostavlja se da je moguće da je mladunac stradao prilikom odrona masivnog bloka vapnenca koji je u to doba gradio dio Medvednice. Kalcit se precipitira iz morske vode, i posredstvom organizama koji izgrađuju skelete od kalcita i silikata. Njihovim se ugibanjem akumuliraju fosilni fragmenti tvoreći biogeni vapnenac na dnu vodenog okoliša. Prilikom odrona, blok vapnenca je izgleda upao na muljevito dno, te za sobom povukao mladunče kita, iz kojeg je kasnije procesom litifikacije nastao listićavi dijatomit (Priča o Zagrebačkom kitu – Dan grada Zagreba). Nastali dijatomit je porozni, očvrsnuli silicijski sediment koji ima više od 70% skeletnih ostataka dijatomeja, školjki, puževa i algi koje su prije mnogo milijuna godina naseljavale ogromno prostranstvo tadašnjeg Panonskog mora (Balabanić i sur., 1997). Same kosti kita prošle su kroz proces fosilizacije. Vrijeme nastanka dijatomita na ovom prostoru podudara se s vremenom kada se smatra da je Zagrebački kit plivao podno Medvednice.

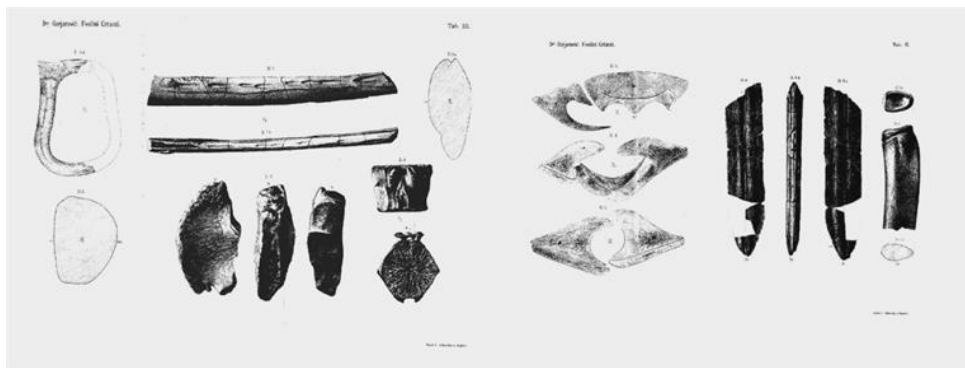


Slika 3: Karta strukturnih jedinica Medvednice (Šikić, 1995)

2.4 Pronađene kosti

Kao što je navedeno, kosti Zagrebačkog kita pronađene su prilikom eksploatacije vapnenca iz kamenoloma. Prilikom samog pronalaska kostiju ljudi nisu bili sigurni o kakvim kostima se radi te ih je Gjuro Pilar, tada poznat kao marljivi sakupljač okamina, poslao na odredbu profesoru Pierru-Josephu van Benedenu, belgijskom paleontologu i zoologu. Smatra se da su prve kosti pronađene oko 1850. godine, a ostale krajem 1870. godine. Pronađene su kosti stražnjeg djela lubanje, kralješci, čeljust, slušni aparat i fragmenti rebra. Ukupno je to bilo 11 pronađenih fosilnih ostataka, od kojih su neki od njih prikazani na Slici 4. i Slici 5. Belgijski paleontolog je u djelu „*Une baleine fossile de Croatie, appartenant au genre Mesocere*“ pripisao kosti tada još nepoznatoj vrsti kita iz roda *Mesocetus*. Kako se radilo o nepoznatoj vrsti, dao joj je ime po gradu u kojem su kosti pronađene tako da od tada ta vrsta nosi ime *Mesocetus agrami* ili zagrebački kit. Poznati hrvatski paleontolog Dragutin Gorjanović-Kramberger objavljuje rad „*O fosilnih cetaceih Hrvatske i Kranjske*“ (Gorjanović-Kramberger, 1892). U tom radu bavi se svim poznatim nalazima kitova iz

Slovenije i Hrvatske. Pošto su do tada pronađene nove kosti, desna nadlaktica, dio podlaktice i donja čeljust, ponovno je pobliže opisao vrstu. U njegovom radu je prisutan crtež ostataka kostiju zagrebačkog kita (Slika 4.).



Slika 4: Table iz rada D. Gorjanovića-Krambergera "*O fosilnih cetaceih Hrvatske i Kranjske*" (1892) s crtežima ostataka *Mesocetus agrami*

Iako je van Beneden iznio tezu o tome da je mladunče kita stradalo kada ga je poklopio veliki blok vapnenca te su zbog toga prisutne deformacije pokrova lubanje i neuralnih kralježaka, Gorjanović-Kramberger ne slaže se s tom tvrdnjom. U korist njegovoj tvrdnji ide to da su isto tako na tom području pronađeni deformirani kralješci nedefinirane vrste *Champsodelpha*. To je pripisao velikom tlaku uslijed kojih su okamine postale deformirane. Također postoje pretpostavke da se mladunče nasukalo ili zaglavilo među stijenama. Na mjestu pronalaska se i danas na visini od 61 metar iznad ravnice nalaze ruševine staroga Susedgrada. Prema najnovijim spoznajama i dalje nema najava za rekonstrukciju tog mjesta (Japundžić).



Slika 5: Pronađene kosti zagrebačkog kita kod Podsuseda (Rukavina, 1993)

2.5 Spomenik danas

U Podsusedu danas postoji spomenik Zagrebačkom kitu u prirodnoj veličini kojeg su na otvorenju otkrila podsusedska djeca (Slika 6.). Nalazi se podno potoka uz Aleju Bologne u pravcu Zaprešića, nedaleko od mjesta gdje su ostatci otkriveni. Spomenik je prikazan javnosti 22. travnja. 2001. godine i rad je kipara Zdenka Šlibara. Dijelovi spomenika izrađeni su prema predlošcima anatomije kita, no postoje i uklopljeni odljevci originalnih kostiju koje je po narudžbi izradio restaurator Slavimir Slaviček (Priča o Zagrebačkom kitu – Dan grada Zagreba). Prilikom biranja mjesta gdje će spomenik biti postavljen dugo se raspravljalo hoće li to biti na mjestu pronalaska ili pak u Arheološkom muzeju. Spomenik je na kraju postavljen tako da Zagrebački kit još uvijek „pliva podno brda gdje podrtina susedgradska stoji“. U depou Hrvatskog prirodoslovnog muzeja danas se čuvaju izvorni paleontološki ostatci, koje je muzeju donirao Mijat Sabljar. Hrvatski prirodoslovni muzej nalazi se unutar bedema Gornjeg grada u Zagrebu. U njemu se čuva, prezentira i izučava više od 2 milijuna primjeraka stijena, minerala, fosila, prepariranih biljaka i životinja, sakupljenih od strane hrvatskih i svjetskih prirodoslovaca, profesora sveučilišta i učenih muzealaca, iz Hrvatske i susjednih zemalja. *Kamenospisna karta Hrvatske* koja je izložena u muzejskom atriju znanstvena

je sinteza niza geoloških značajki hrvatskoga tla. Brojne okamine koje muzej sadržava, u koje pripadaju i fosilni ostatci Zagrebačkog kita i mamuta, razvrstane u zbirke prema geološkom razdoblju, čine osnovu za razumijevanje evolucije i sagledavanje prostora koji nas okružuje (AMZ, 2023a).



Slika 6: Spomenik Zagrebačkom kitu u Podsusedu

(Japunžić, 2020)

3. Mamut

3.1 Općenito

Vunasti mamut nosi latinsko ime *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) životinja je koja spada u razred Mammalia, to jest sisavaca, te u red surlaša, latinski Proboscidea. Bio je veći od današnjih slonova. Smatra se da je prije 4,8 milijuna godina mamutska loza nastala u Africi. Prvi poznati *Mammuthus primigenius* pojavio se u Europi prije otprilike 300 000 godina za vrijeme zadnjeg ledenog doba na području tundra. Zadnji tragovi endemske patuljaste vrste mamuta zabilježeni su na Wrangelovom otoku u Arktičkom oceanu, između Istočnosibirskog i Čukotskog mora, još tisućama godina poslije ledenog doba živjela je populacija mamuta čiji su posljednji primjerci izumrli tek prije nešto više od 4 000 godina prije Krista (Stuart, 2002). Mamuti su imali velike savijene kljove duljine do 4 metra koje su im osim kod hranjenja pomagale prilikom zastrašivanja protivnika, seksualne privlačnosti ili za borbu s drugim mamutima. Hranili su se izdancima i grančicama, te suhom travnatom vegetacijom karakterističnom za otvorena staništa tijekom ledenog doba. S obzirom na to da su mu zubi bili prilagođeni za dugotrajna žvakanja, cijeli set zuba mijenjali su šest puta tijekom života (Sabol, 2018). Životni vijek iznosio im je do 60 godina te su težili do šest tona. Zalihe masti pohranjivali su u grbu kako bi preživjeli prilikom oskudica hrane, slično kao današnje deve. Imao je i druge prilagodbe koje su mu pomogle preživjeti ekstremne hladnoće. Bili su prekriveni gustim, crvenkasto-smeđim krznom duljine do jednog metra, te su ih ispod krzna dodatno štatile naslage sala debljine do 10 centimetara. Uške i rep su im bili manji, puno manji nego u današnjih slonova kako bi što manje topline iz tijela gubili putem ekstremiteta. Krvotok im je također bio prilagođen na niske temperature. Živjeli su u skupinama po 20 jedinki i bili su socijalne životinje. Izgled mamuta vidljiv je na Slici 7. gdje se dobro ističu njegove duge kljove i krzno.



Slika 7: Vunasti mamut (Colossal Laboratories & Biosciences, 2023)

3.2 Kada je živio

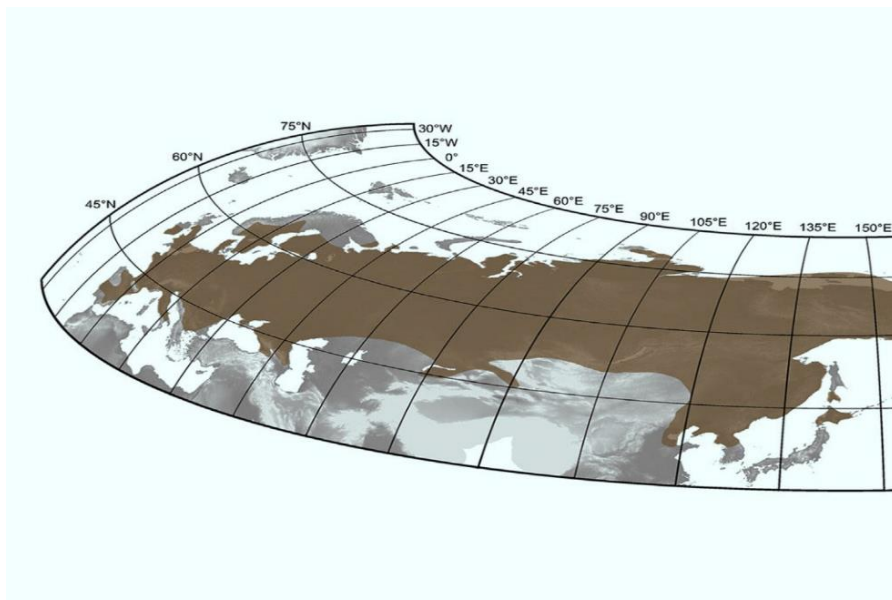
Mamuti su u Europi, Aziji i Sjevernoj Americi živjeli tijekom pleistocena. Započinje prije 2,5 milijuna godina i traje sve do prije 11 000 godina. Kraj pleistocenskog razdoblja podudara se s izumiranjem mamuta. Smatra se da je mamut pronađen u Zagrebu iz kasnog pleistocena. Prethodi mu razdoblje pliocena. Pleistocen prate izmjene glacijala i interglacijala te razvoj hominida. Pleistocen se poklapa s arheološkim razdobljem paleolitika. Povremeno se opseg areala mamuta smanjivao, ovisno o interstadijalu. Iako ledenjaka na današnjem prostoru Hrvatske nije bilo nikada tijekom povijesti, dovoljno niske temperature omogućile su mamutu da se nastani na ovom području. Promjene u njihovom distribucijskom opsegu pratile su klimatske fluktuacije i promjene u vegetaciji i izvorima hrane tijekom kasnog pleistocena, kada im se opseg životnog areala počeo smanjivati. Usprkos tomu, uzimajući geografsku rasprostranjenost vrste kao mjeru njezina uspjeha, kasnopleistocenski vunasti mamut bio je jedan od najuspješnijih velikih biljojeda faune mamuta (Slika 8.). Drugi čimbenici koji su kontrolirani maksimalno širenje vrste mamuta bili su

konfiguracija ledenjaka, visokih planinskih lanaca, polupustinja i pustinja te izloženost području kontinentalnog pojasa. Tundre i stepe su se zamijenile travnjacima i onemogućile mamutima daljnje širenje na jug (Kahlke, 2015). Uz kosti mamuta iz toga razdoblja mogu se pronaći i ostatci drugih velikih sisavaca poput stepskog mamuta (*Mammuthus trogontherii*), stepskog bizona (*Bison priscus*), pragoveda (*Bos primigenius*), vunastog nosoroga (*Coelodonta antiquitatis*), divovskog jelena (*Megalocerus giganteus*) i drugih (Sabol, 2018). Najveća geografska rasprostranjenost mamuta u Europi bila tijekom posljednjeg glacijalnog maksimuma oko prije 28 000 do 24 000 tisuće godina. Led se širio s područja Skandinavije i Baltika preko Škotske, Danske, Finske, Njemačke, Poljske, Švicarske te manjim djelom Italije i Francuske. Razina svjetskog mora spustila se za 130 metara pa su neki od današnjih otoka tada bili sastavni dio kopna (Sabol, 2018).

Osim u Zagrebu, ostatci vunastog mamuta pronađeni su na mnogim hrvatskim lokalitetima od kojih je većina uz rijeke Savu, Dravu, Dunav kao i njihove pritoke. Većina ostataka je dosta fragmentirana. Sama boja ostataka upućuje na dijagenetske promjene, odnosno na znatno dužu povijest taloženja s transportnim procesima. S obzirom na to da se Zemlja zadnjih godina nalazi u procesu globalnog zagrijavanja i otapanja permafrosta, u vječnom ledu i dalje se može pronaći sasvim solidno očuvano mamutsko truplo na kojem se kasnije rade mnoga znanstvena istraživanja i analize (Mauch Lenardić i Japundžić, 2015).

Zanimljivo je pratiti zajedničke prilagodbe neandertalaca i mamuta na hladno okruženje u kojemu su živjeli. Nova istraživanja provedena su na temu genetskih profila dva izumrla sisavca, vunastog mamuta i neandertalca. Istraživanje se temeljilo na odnosu čovjeka i mamuta tijekom pleistocenske epohe u Europi kada su podlijegali zajedničkoj ekologiji i zajedničkom životnom okruženju, uz druge moguće interakcije između te dvije vrste. Neandertalci su lovili i jeli mamute desetke tisuća godina, te su bili ovisni o kalorijama dobivenim iz mamutovog mesa. Znanstvenici su pregledali studije alternativnih oblika gena koji nastaju mutacijom i nalaze se na istom mjestu na kromosomu. Ti mutirani oblici gena povezani su s prilagodbama na hladnu klimu. Otkriveno je uzajamno pojavljivanje određenih gena koji su zaslužni za regulaciju masnog tkiva, skladištenje masti po tijelu i termogenezu. Također su otkriveni uzajamni geni povezani s aktivnošću proteina keratina u obje vrste te sličnost u varijantama pigmentacije kose i kože (Barkai i Kislev, 2018). Ova istraživanja idu u prilog konvergentnoj evoluciji kroz molekularnu sličnost kada su sličnosti

u genima prisutne kod slično prilagođenih vrsta. To istraživanje otvara nova pitanja u evoluciji i drugim disciplinama te nam može pomoći u otkrivanju uzroka izumiranja mamuta i neandertalaca.



Slika 8: Maksimalna rasprostranjenost vunastog mamuta na temelju fosilnih nalaza označena smeđom bojom (Kahlke, 2015)

3.3 Razlozi izumiranja

Klima krajem kasnog pleistocena koju obilježava povećanje vlažnosti i debljine snježnog pokrivača kao i degradacija mamutskih stepa i nestanak otvorenih periglacialnih krajolika, moguće je uzrokovalo izumiranje vunastih mamuta. Degradacija staništa dovela je do izoliranih skupina životinja čime su skupine mamuta postale sve ranjivije. Smatra se da je za izumiranje mamuta također bila presudna nova strategije lova hominida. Teorijski model izumiranja mamuta oslanja se na kombinaciju oba navedena čimbenika i njihov sinergijski učinak. Uzroci izumiranja izazvali su brojna oprečna mišljenja i rasprave. Istraživanja se trenutno oslanjaju na zemljopisni obrazac izumiranja koji na kraju dovodi do potpunog istrebljenja. Oko 12 000 godina pr. Kr. mamuti povukli su se na krajnji sjever Sibira prije nego su konačno globalno izumrli. Tamo su 2008. godine, zakopane u permafrost pronašli ostatke bebe ženke mamuta kraj rijeke Khroma (Slika 9.). Donji dio tijela ostao je u potpunosti sačuvan i od tada se čuva u smrznutom stanju. Također su

1977. godine u regiji Madagan u Sibiru pronađeni ostatci mužjaka mamuta Dima čije su analize unutrašnje tjelesne šupljine pokazale da je bio lošeg zdravstvenog stanja, najvjerojatnije pothranjen i oslabljen. Ostaje pitanje jesu li ljudi pridonijeli njihovom njihovom izumiranju.

Primjenom suvremenih laboratorijskih genetičkih tehnika editiranja gena postoji genetičko-ekološki projekt naziva „*Colossal – The Mammoth*“ kojemu je u cilju do 2027. godine mamute vratiti na pozornicu živećeg životinjskog svijeta. Biotehnološki, to se namjerava postići genskim modificiranjem današnjih azijskih slonova pomoću CRISPR/Cas9 editiranja gena. Tjelesne i fiziološke promjene u tijelu azijskih slonova dovele bi do prilagodbe na podnošenje sibirskih temperatura (Colossal Laboratories & Biosciences, 2023).



Slika 9: Ostatci bebe mamuta kraj rijeke Khroma, (Boeskorov i Mol, 2004)

3.4 Mamut u Gavelli

U doba kasnog pleistocena jedan takav vunasti mamut šetao je današnjom Frankopanskom ulicom. Njegovi ostatci otkriveni su 1913. godine tijekom kopanja temelja zgrade kina Helios. Danas se

tamo nalazi Gradsko dramsko kazalište Gavella. Od fosilnih ostataka pronađena je bedrena kost s ostatkom kuka (Slika 10.).



Slika 10: Kost mamuta pronađena u centru Zagreba (Zagreb dok ga još ni bilo - prije 1094)

Po djelomično sačuvanoj lijevoj, stražnjoj nozi sa zdjelicom može se pretpostaviti da je jedinka bila odrasla i visine oko 4 metra. Zbog nedostataka nalaza ne može se znati da li je bila muškog ili ženskog spola. Original kostiju se čuva u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju skupa s ostacima kostiju Zagrebačkog kita. Kasnije se napravio odljev bedrene kosti te cjelovita brončana skulptura (Slika 11.) koja se kao takva 1992. godine postavila u predvorje Gavelle. „*Mala*“ scena je tada prozvana scenom „*Mamut*“. Glumci i posjetitelji imali su je naviku uhvatiti za kljove te je zbog toga toliko izbljedila da je 2015. godine zamijenjena novom (AMZb, 2023).



Slika 10: Skulptura mamuta u današnjem kazalištu Gavella, (AMZb, 2023)

4. Zaključak

Na području Zagreba su se kroz dugu Zemljinu prošlost mijenjali životni uvjeti uzrokovani promjenama klime ili tektonikom ploča. Iz razdoblju miocena u stijenama Medvednice pronađene su kosti zagrebačkog kita, nekada stanovnika Panonskog mora. Tijekom povlačenja, Panonsko more za sobom ostavlja sediment bogat brojnim fosilnim ostacima riba, puževa, kita... U milijunima godina kasnije, u razdoblju pleistocena tijekom širenja ledenjaka za vrijeme zadnjeg ledenog doba na ovo područje dolazi vunasti mamut. Fosile pronađene u stijenama grada Zagreba možemo smatrati dobrim indikatorima uvjeta sredine u kojima su te stijene nastale. Pomoću njih može se odrediti relativna starost stijena, rekonstruirati paleoklima i paleookoliš. Sami prikupljeni ostatci izumrlih vrsta mogu popuniti praznine u cjelokupnoj rekonstrukciji klimatskih, okolišnih i faunističkih prilika u Panonskom bazenu i području Zagreba kroz nekoliko milijuna godina u prošlost. Iz dosadašnjih saznanja vidljivo je da se okoliš neprestano mijenja i stvaraju se uvjeti za život novim vrstama dok u isto vrijeme dolazi do izumiranja drugih. Evolucija života i svijeta je stalno prisutna. Buduća nalazišta i metode poput radiometrijskog datiranja mogle bi pružiti više fosilnih i recentnih životinjskih ostataka i pomoći boljem razumijevanju okoliša ovog prostora. Zahvaljujući autorima projekta „*Zagreb dok ga još ni bilo - Zagreb prije 1094.*“ postavljene su replike paleontološke i arheološke baštine Zagreba na mjestima gdje su ti vrijedni predmeti pronađeni. Spomenik Zagrebačkom kitu nalazi se pokraj nalazišta kostiju u Podsusedu dok je skulptura mamuta izložena u kazalištu Gavella. U upotrebi se nalazila čak i poštanska marka s motivom zagrebačkog kita. Samom izradom ovoga rada kod mene su se javila brojna nova pitanja. Postoje li neistražene vrste koje su nekada živjele na širem prostoru današnjeg Zagreba te u kakvoj su one interakciji bile? Što će se dogoditi za nekoliko tisuća ili milijuna godina u budućnosti s vrstama koje u sadašnjem vremenu žive na području današnjeg Zagreba? Hoće li i one izumrijeti ili postati endemi s obzirom da se okoliš oko nas stalno mijenja?

5. Literatura

- Balabanić, J., Bukovec D., Crnjaković M., Gregl Z., Tvrtković N., Vrbek M., Zorić V. (1997): Medvednica: eko muzej. Izdavač: Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Barkai R., Kislev M. (2018): Neanderthal and Woolly Mammoth Molecular Resemblance: Genetic Similarities May Underlie Cold Adaptation Suite. *Human Biology*. 90, 115-128.
- Bilaver S. (2021): Geološki odnosi šireg područja potoka Vrapčak i Mikulić na jugozapadnim obroncima Medvednice, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb.
- Boeskorov G., Mol D. (2004): Quaternary Mammal Collections in the Museums of Yakutsk (Eastern Siberia, Yakutia, Russia). *Cranium* 21, 1-2.
- Galović I., Halamić J., Rozman V., Korunić Z., Liška A., Balićević R., Lucić P. (2015.): Dijatomiti u Hrvatskoj: njihov potencijal kao insekticid. Knjiga sažetaka. 5. Hrvatski geološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem. Osijek, 83 – 84.
- Gorjanović-Kramberger D. (1892): O fosilnih cetaceih Hrvatske i Kranjske. *JAZU, Knj.* 111, 1-21, Zagreb.
- Kahlke R. (2015): The maximum geographic extension of Late Pleistocene *Mammuthus primigenius* (Proboscidea, Mammalia) and its limiting factors, *Quaternary International*. 379, 147-154.
- Mauch Lenardić J., Japundžić D. (2015): Mohovo – novo *in situ* nalazište vunastog mamuta u Hrvatskoj. 5. Hrvatski geološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem. Svezak: Knjiga sažetaka.
- Rukavina D. (1993): „Zagrebački kit“ - Mesocetus agrami. *Priroda*, 83, 28-29.
- Sabol J. (2018): Ledeno doba: podravski fosili iz daleke prošlosti. *Podravina*. 17, 34 – 38.
- Stefanović I. (2010): Note on the first fossil remains of a whale from northern Bosnia. *Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique*. 71, 127-137.
- Stuart A. (2002): The latest woolly mammoths in Europe and Asia. *Quaternary Science Reviews*. 21, 1559-1569.
- Šikić K. (ur.) (1995): Geološki vodič Medvednice, Int. geol. istr. Zagreb., Zagreb.
- AMZ, (2023a): Zagrebački kit u Podsusedu, <raspoloživo na: <https://amz.hr/hr/virtualni-muzej/zagreb-dok-ga-jos-ni-bilo/zagrebacki-kit-u-podsusedu/>> (pristupljeno 23. 05. 2023.).
- AMZ, (2023b): Mamut u Frankopanskoj, <raspoloživo na: <https://amz.hr/hr/virtualni-muzej/zagreb-dok-ga-jos-ni-bilo/mamut-u-frankopanskoj/>> (pristupljeno 23. 05. 2023.).

Colossal Laboratories & Biosciences, (2023), <raspoloživo na: <https://colossal.com/mammoth/>> (pristupljeno 20. 05. 2023.).

Japundžić S.: Priča o Zagrebačkom kitu – Dan grada Zagreba, <raspoloživo na: https://www.hpm.hr/hr/Doga%C4%91anja/Doga%C4%91anje/Pri%C4%8Da%20o%20Zagreba%C4%8Dkom%20kitu%20-%20Dan%20grada%20Zagreba_6068> (pristupljeno 20. 05. 2023.).

Javna ustanova “Park prirode Medvednica” <raspoloživo na: <https://www.pp-medvednica.hr/priroda-i-kultura/geologija/>> (pristupljeno 24. 05. 2023.).

National geographic <raspoloživo na: <https://nationalgeographic.rs/zivotna-sredina/a27161/najvece-jezero-u-istoriji-zemlje-paratetis.html>> (pristupljeno 12. 09. 2023.).

Zagreb dok ga još ni bilo prije 1094. <raspoloživo na: <https://amz.hr/media/2qhiellc/katalog-zagreb-dok-ga-jos-ni-bilo-prije-1094.pdf>> (pristupljeno 12. 09. 2023.).

6. Životopis

Ja sam Lucija Capan, rođena 19. 02. 2002. godine u Bjelovaru. Osnovnu školu (2008. – 2016.) završila sam u Ivanskoj. Pohađala sam Opću gimnaziju Bjelovar (2016. – 2020.). Nakon završetka srednjoškolskog obrazovanja odlučila sam upisati preddiplomski smjer Znanosti o okolišu na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu pošto me zanimalo više aspekata prirodnih znanosti, te sam s tatom koji je po zanimanju veterinar cijeli život bila okružena životinjama i prirodom. Tijekom studija zainteresirala sam se za biologiju, posebno genetiku i evoluciju te mi je želja nastaviti obrazovanje u tom smjeru. Želja mi je upisati Biotehnoški

fakultet u Ljubljani te tako steći neka nova iskustva. Smatram da sam tijekom tri godine obrazovanja na PMF-u (2020. – 2023.) stekla znanje u mnogim područjima koje mi može pomoći kako bih bolje razumjela svijet oko sebe i pružilo mi je dobru podlogu za daljnje učenje. U sklopu fakulteta sam obavila laboratorijsku stručnu praksu u laboratoriju EUROFINS CROATIAKONTROLA d.o.o. te stručnu praksu u Ministarstvu gospodarstva i održivog razvoja na odjelu za Klimu i zrak. Govorim engleski jezik dok sam njemački učila u srednjoj školi. Tijekom fakulteta, većinom ljeti, studentski sam radila. U slobodno vrijeme volim se družiti se s prijateljima i obitelji, provoditi vrijeme u prirodi okružena dobrim ljudima i putovati. Smatram za sebe da sam radišna osoba, pozitivna, uporna i komunikativna.