Biljni svijet Europe u epohi holocena

Vilović, Tihana

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:741079

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

ZNANOSTI O OKOLIŠU

Seminarski rad:

Biljni svijet Europe u epohi holocena

Holocene vegetation in Europe

Tihana Vilović

Mentor: prof. dr.sc. Zlatko Liber

Zagreb, 2013.

SADRŽAJ

1. Geološka i vegetacijska prošlost Zemlje…….....1

2. Klimatske promjene u periodu kvartara……..2

2.1. Pregled klimatskih promjena na većoj vremenskoj skali…….....2

2.2. Uzroci kvartarnih oledbi…….....3

3. Vegetacija Europe u posljednjih 12 000 godina……5

3.1. Klimatska i topografska obilježja Europe…….……...…….5

3.2. Vegetacija Europe danas……....……..6

3.2. Rekonstrukcija vegetacije u holocenu……..8

4. Utjecaj čovjeka na vegetacijske promjene u holocenu i budućnost vegetacije u Europi…..10

4.1. Utjecaj čovjeka na vegetacijske promjene u holocenu……...10

4.2. Budućnost vegetacije u Europi…….....……11

5. Literatura……...13

6. Sažetak……..14

7 Summary…….....15

1. Geološka i vegetacijska prošlost Zemlje

Izrazita raznolikost današnjeg živog svijeta Zemlje rezultat je kemijske i biološke evolucije tijekom 4,6 milijarde godina njezine prošlosti. Teorije o nastanku života i njegovoj evoluciji temelje se na znanstvenim spoznajama do kojih se došlo pomoću fosilnih ostataka pronađenih u sedimentnim stijenama koje su nastajale kroz geološku prošlost Zemlje. Pregledom kroz geološka razdoblja omogućuje se uvid u povezanost najvažnijih događaja u evoluciji biljnog svijeta s geološkim i klimatskim uvjetima koji su u njima vladali. Smatra se da je život započeo u arheozoiku, prije 3,5 milijarde godina kada su se pojavili prvi jednostavni oblici života – prokarioti. Iz njih su se evolucijom razvili eukariotski organizmi kojima pripadaju svi 'viši' organizmi, tj. alge, biljke, gljive i životinje. To se dogodilo u proterozoiku prije oko 1,5 milijarde godina. U tom razdoblju Zemljine prošlosti kopno je bilo nastanjeno samo cijanobakterijama i algama. Tek se u periodu ordovicija (prije 488 – 445 milijuna godina), pojavljuju mjestimični nalazi primitivnih spora i fosilno očuvanih biljnih stanica koje nalikuju onima kod modernih kopnenih biljaka, što ukazuje na to da su biljke tada nastanjivale kopno. Vjerojatno su to bile najprimitivnije papratnjače koje su živjele u močvarnim područjima (Bucković, 2006).

U siluru (prije 445 - 416 milijuna godina), počelo je intenzivno naseljavanje i osvajanje kopna biljkama. Za takav značajan evolucijski događaj bila je zaslužna pojava prvih vaskularnih biljaka. Iz tog perioda potječe najstarija fosilno očuvana biljka *Cooxonia*. U devonu (prije 416 – 359 milijuna godina), dolazi do pojave pravih paprati, preslica i prvih drvenastih biljaka. To je bilo klimatski povoljno razdoblje, ali unatoč tome najveća kopnena prostranstva ipak nisu imala biljni pokrivač. U karbonu (prije 359 - 299 milijuna godina), dolazi do spajanja kontinenskih masa u superkontinent Pangea u čijoj su unutrašnjosti s brojnim razvedenim obalama, u tropskoj i suptropskoj klimi nastali povoljni uvjeti za intenzivan razvoj biljnog svijeta. Kopnom su tada dominirale papratnjače - crvotočine i preslice divovskih dimenzija, a došlo je i do razvoja prvih golosjemenjača, tzv. pragolosjemenjača. U permu (prije 299 - 252 milijuna godina), dolazi do zatvaranja središnjeg morskog prostora unutar Pangee, što je prouzročilo dramatično zatopljenje i veliku sušu te je takvo područje postalo vrlo stresno mjesto za život. Tada dolazi do izumiranja golemih papratnjača, ali i do intenzivnog razvoja igličastih golosjemenjača. U trijasu (prije 252 – 201 milijuna godina), klima je bila sušna a kopnena se vegetacija sastojala od šuma papratnjača i golosjemenjača. U juri (prije 201 - 145 milijuna godina), klima postaje vlažnija te se pojavljuju perastolistaste golosjemenjače.

U kredi (prije 145 - 65 milijuna godina) dolazi do konačnog raspada superkontinenta Pangee. To je razdoblje obilježeno dominacijom četinjača i pojavom prvih kritosjemenjača. U paleogenu (prije 65 - 23 milijuna godina) dolazi do razdvajanja kontinenata i intenzivnog razvoja kritosjemenjača. Period neogena (prije 23 – 2,6 milijuna godina) obilježen je širenjem trava. Kvartar je završni period geološke prošlosti Zemlje koji traje i danas, a započeo je prije 2,6 milijuna godina. Obilježen je velikim zahlađenjem na obje Zemljine polutke, što se odrazilo na cjelokupni biljni svijet (Kalafatić, 1998). Kvartar je podijeljen na manje epohe, pleistocen i holocen. U ovom radu napravljen je kratki pregled promjena u vegetaciji na području Europskog kontinenta, upravo kroz epohu holocena, koja je započela prije 11 000 godina i još uvijek traje.

2. Klimatske promjene u periodu kvartara

2.1. Pregled klimatskih promjena na većoj vremenskoj skali

Tijekom Zemljine prošlosti, sve od trenutka nastanka atmosfere, klima se neprestano mijenjala. Klimatska se prošlost može interpretirati uz pomoć raznih ″zapisa″ sa lokaliteta diljem svijeta, što su: podaci iz geoloških slojeva, podaci iz ledenih pokrova, peludna zrna, foraminifere, makrofosili biljaka, astronomski podaci i podaci o sunčevoj radijaciji. Promjena klime je termin kojim se obuhvaćaju svi mogući oblici nepostojanosti klime bez obzira na njihovu statističku prirodu. Dva su glavna tipa klimatskih razbolja koji se izmjenjuju kroz Zemljinu prošlost, a to su dugotrajna topla razdoblja i kraća hladna razdoblja, koja se još nazivaju glacijacijama ili ledenim dobima. Sa sigurnošću se može reći da su se u Zemljinoj prošlosti dogodile najmanje tri glacijacije: eokambrijska, permo-karbonska i kvartarna. U tim je razdobljima došlo do uspostavljanja svih potrebnih uvjeta za nastanak velikih ledenih pokrova. Unutar pojedinih glacijacija postoje razdoblja u kojima dolazi do stvaranja ledenih pokrova – glacijali, i razdoblja u kojima se ne stvara novi ledeni pokrov – interglacijali. Posljednje spomenuta, kvartarna glacijacija, započela je krajem neogena, prije oko 3 milijuna godina, a traje još i danas. Ona je podijeljena na 4 glacijalna i 4 interglacijalna razdoblja između njih. Idući od starijeg prema mlađem glacijalu nazivaju se: Günz, Mindel, Riss i Würm. Paleobotaničkim i paleozoološkim istraživanjima utvrđeno je da je posljednji glacijal Würm bio najhladniji, osobito na sjevernoj Zemljinoj hemisferi. Započeo je prije oko 70 000 godina, dosegao je svoj maksimum prije oko 17 000 godina, a završio je prije oko 10 000

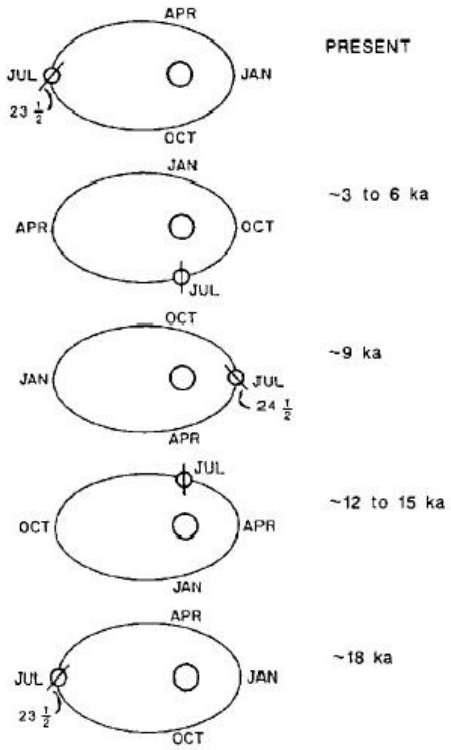
godina. Njegovim završetkom Zemlja je ušla u interglacijalno razdoblje kvartarnog ledenog doba, u kojem mi danas živimo, a tada je ujedno i započela epoha holocena (Šegota, 1996).

Ledeni pokrovi nisu bili samo pasivna posljedica klime. Kada led jednom nastane, on dalje napreduje zahvaljujući velikom albedu koji uzorkuje veću refleksiju sunčeve svjetlosti i dovodi do daljnjeg hlađenja i stvaranja još većih ledenih pokrova, što se naziva procesom pozitivne povratne sprege. Na isti način, kada se led jednom počne topiti, tamnija podloga apsorbira više sunčeve svjetlosti, pa se zagrijavanje i topljenje leda nastavlja ubrzano (Bucković, 2006).

2.2. Uzroci nastanka kvartarnih oledbi

Postoji nekoliko hipoteza o uzroku nastanka velikih oledbi tijekom kvartara, točnije pleistocena. Jedna smatra izdizanja velikih planinskih lanaca, kao što su Alpe i Himalaja, uzrokom početnih oledbi, čije je širenje nastavljeno pozitivnom povratnom spregom. Druga hipoteza predlaže smanjenje sunčevog zračenja kao uzrok pleistocenskih oledbi. Treća hipoteza smatra da su oledbe na sjevernoj hemisferi nastale kao posljedica formiranja Panamske prevlake koja je povezala Sjevernu i Južnu Ameriku i tako omogućila nastanak tople Golfske struje, koja je onda povećala vlažnost i pospješila nastanak snježnih padalina kojima su se formirali ledeni pokrovi. Četvrta hipoteza, kojom se danas najčešće objašnjavaju izmjene glacijala i interglacijala, su tzv. Milankovićevi ciklusi koji govore o promjeni orbitalnih parametara Zemlje. Raspodjela energije Sunčevog zračenja na različitim djelovima Zemlje, u različim razdobljima, mijenjala se ovisno o nagibu Zemljine osi, ekscentricitetu Zemljine putanje i o precesiji ekvinocija (Bucković, 2006).

Razumijevanje klimatskih promjena koje su se dogodile krajem kvartara bitno je za razumijevanje vegetacijskih promjena u holocenu. Te se promjene temelje na varijacijama u raspodjeli sunčeve radijacije tijekom godišnjih doba i ovisno o geografskoj širini. Prije oko 18 000 godina, za vrijeme posljednjeg glacijalnog maksimuma, Zemlja se u odnosu na Sunce nalazila u sličnom položaju kao i danas (sl.1). Tada je njezin perihel – razdoblje u kojem je bila najbliža Suncu, bio u siječnju za vrijeme zime na sjevernoj hemisferi. U razdoblju od prije 18 000 do prije 9 000 godina najbliža Suncu je bila u lipnju, a nagib zemljine osi se povećao. Od prije 9 000 godina do danas, vrijeme perihela opet se primicalo siječnju, a nagib osi se smanjivao.



Slika 1. Položaj Zemlje u odnosu na Sunce u razdobljima od prije 18 000 godina do danas

Izvor: Kutzbach i Webb III, 1993.

Kombinacijom ovih orbitalnih promjena, intenzitet sunčeve radijacije na sjevernoj hemisferi se sezonski mijenjao. Tijekom razdoblja od prije 18 000 do prije 6 000 godina razlike u sunčevom zračenju između sezona su bile puno veće nego danas. Najveće su bile prije 9 000 godina kada je na sjevernoj hemisferi ljetna insolacija bila oko 8% jača nego danas, dok je zimska bila slabija. Klimatske promjene koje su pratile ovakve varijacije, ovisile su i o različitom toplinskom kapacitetu kopna i mora. Prosječne ljetne temperature u unutrašnjosti kontintenata sjeverne hemisfere prije oko 9 000 godina bile su za oko 5°C više nego današnje, dok je gornji sloj oceana bio samo za 1°C toplji nego danas. Zime su pri tom bile hladnije nego danas. Iz toga se vidi da su toplija ljeta i hladnije zime povećali sezonalnost i kontinentalnost na sjevernoj hemisferi, a da se pri tom prosječna godišnja temperatura gotovo nije promijenila. Također je došlo i do promjena u vlažnosti zraka. Uz obale kontinenata bio je povećan dotok vlažnog zraka s hladnijih oceana, pa se količina padalina povećala, a dublje u unutrašnjosti koja je bila izvan dosega vlažnih zračnih masa uvjeti su bili suši zbog povećanih gubitaka vode evaporacijom. U blizini ledenih površina koje su se sporo otapale

bio je smanjen ili odgođen izravan utjecaj orbitalnih promjena, zbog njihove veličine, visine i velikog albeda (Kutzbach i Webb III, 1993).

3. Vegetacija Europe u posljednjih 12 000 godina

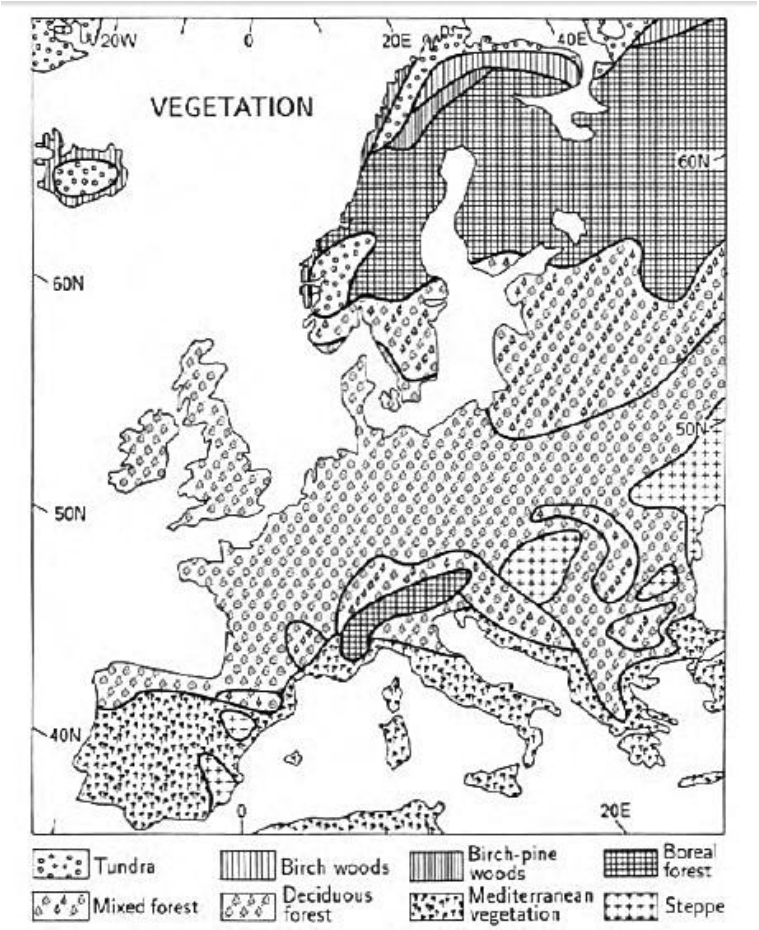
3.1. Klimatska i topografska obilježja Europe

Klimatske promjene tijekom kvartara kontinuirano su mijenjale sastav vegetacije koja je dominirala krajolikom. Europski kontinent je tijekom holocena pretrpio izrazitije klimatske promjene od ostalih kontinenata, s obzirom na to da je njegov prostor geografski vrlo heterogen. Velike promjene u raspodjeli sunčeve radijacije tijekom sezona i s obzirom na geografsku širinu imale su značajan utjecaj na klimu, što se onda odrazilo na vegetaciju u vidu promjena u vijabilnosti jedinki određenih vrsta i promjena u stopi rasta. Takvi su događaji utjecali na proces prirodne sukcesije i doveli do nastanka različith prirodnih poremećaja (Huntley i Prentice, 1993).

Za početak, važno je istaknuti najvažnija topografska i klimatska obilježja europskog kontinenta koja vladaju u današnje vrijeme, da bi se vegetacijske promjene u prošlosti mogle bolje razumjeti. To je topografski složeno područje u kojem se ističu tri velika poluzatvorena mora - Sredozemno, Baltičko i Sjeverno, dva najvažnija planinska lanca - Alpe i Pirineji i dva uzdignuta područja - Pirinejski i Balkanski poluotok. Veći dio sjeverne i središnje Europe čini nisko ravničarsko područje koje omogućuje slobodan prolaz zračnim masama s Atlantskog oceana čiji je utjecaj značajan za čitavi kontinent. Današnja raspodjela vegetacijskih tipova ovisi o osnovnim klimatskim obilježjima u Europi. Zime su na području zapadne Europe i Sredozemlja blage i vlažne, dok se prema unutrašnjosti kontinenta pooštravaju. Ljeta su u južnoj Europi vruća i suha, dok su u zapadnoj i sjevernoj hladnija i vlažnija. Gradijent akumulirane topline koja je potrebna za sezonski rast biljaka, proteže se od juga prema sjeveru. Najveću količinu padalina dobivaju zapadna obala Skandinavije, Britansko otočje i najviši alpski predjeli, dok najmanju dobivaju jugoistočna Španjolska, središnja Bugarska i zapadna obala Crnog mora (Huntley i Prentice, 1993).

3.2 Vegetacija Europe danas

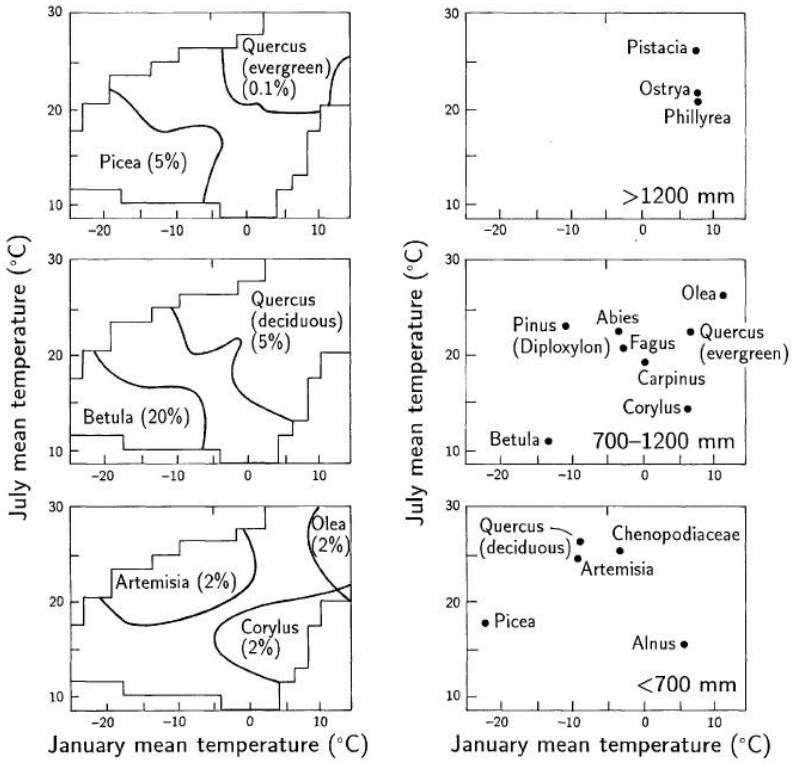
Na krajnjem sjeveru Europe prirodna vegetacija je tundra jer su temperature tijekom sezone rasta preniske da bi omogućile razvoj drvećea. Takvu vegetaciju čine vrste kao što su patuljasta breza (*Betula nana L.),* grmovi vrba *(Salix sp.),* vrijesovi *(por. Ericaceae)*, šiljevice *(por. Cyperaceae)* i trave *(por. Poaceae).* Na području Skandinavije i Finske, i na većim nadmorskim visinama središnje Europe rastu borealne šume, koje obuhvaćaju vrste poput šumskog bora *(Pinus sylvestris L.),* obične smreke *(Picea abies L.)* , breze *(Betula pendula Roth),* topole *(Populus tremula L.)* i bijele johe *(Alnus incana L.).* Na prijelazu iz tundre u borealnu šumu rastu miješane šume subarktičke breze i bora. U umjerenom pojasu, južnije i zapadnije od borealnih šuma rasprostranjene su listopadne šume koje uključuju vrste tolerantne na relativno hladne zime, ali kojima je potrebna viša temperatura za vrijeme sezone rasta. Takve vrste su hrast lužnjak *(Quercus robur L.),* bijeli jasen *(Fraxinus excelsior L.),* lipa *(Tilia cordata Mill.)* i brijest *(Ulmus sp.).*



Slika 2. Rasprostanjenost vegetacije Europe danas (Birch woods = šume breze, Birch-pine woods = šume breze i bora, Boreal forest = borealne šume (tajge), Mixed forest = miješane šume, Deciduous forest = listopadne šume, Mediterranean vegetation = sredozemna vegetacija, Steppe = stepa).
Izvor: Huntley i Prentice, 1993.

Na području Sredozemlja prevladava širokolisna zimzelena vegetacija, koju najčešće čine česmina *(Quercus ilex L.),* alepski bor *(Pinus halepensis Mill.)* i sklerofilna vegetacija koju čine maslina *(Olea europaea L.),* pistacije *(Pistacia sp.)* i komorike *(Phillyrea sp.).* Na području središnje i jugoistočne Španjolske razvila se šumsko-stepska vegetacija s vrstama poput pelina *(Artemisia sp.),* raznih vrsta lobodnjača *(por. Chenopodiaceae)* i trava *(por. Poaceae)* (Huntley i Prentice, 1993).

Metodom tzv. odgovarajućih površina, iz podataka o rasprostranjenosti peludnih zrna, može se detaljnije prikazati odnos vegetacijskih pojaseva s obzirom klimatske uvjete (Sl.3). Iz njih se mogu iščitati osnovne zakonitosti u rasprostranjenu vrsta koje su najkarakterističnije za područje Europe.



Slika 3. Odgovarajuće površine. Lijevo: Rasprostanjenost vrsta kao funkcija siječanjskih i srpanjskih temperatura zraka. Desno: Položaj vrsta kao funkcija siječanjske i srpanjske temperarure i godišnje količine padalina.
Izvor: Huntley i Prentice, 1993.

Obična smreka je prisutna na područjima s hladnim zimama, a odsutna tamo gdje su ljeta vruća. Brezi više odgovaraju blage zime i hladna ljeta, a u vlažnijim klimama je zastupljenija od smreke. Obje vrste imaju mehanizme koji omogućavaju preživljavanje na temperaturama nižim od -40°C. Bor je rasprostranjen u širokom rasponu klimatskih uvjeta.

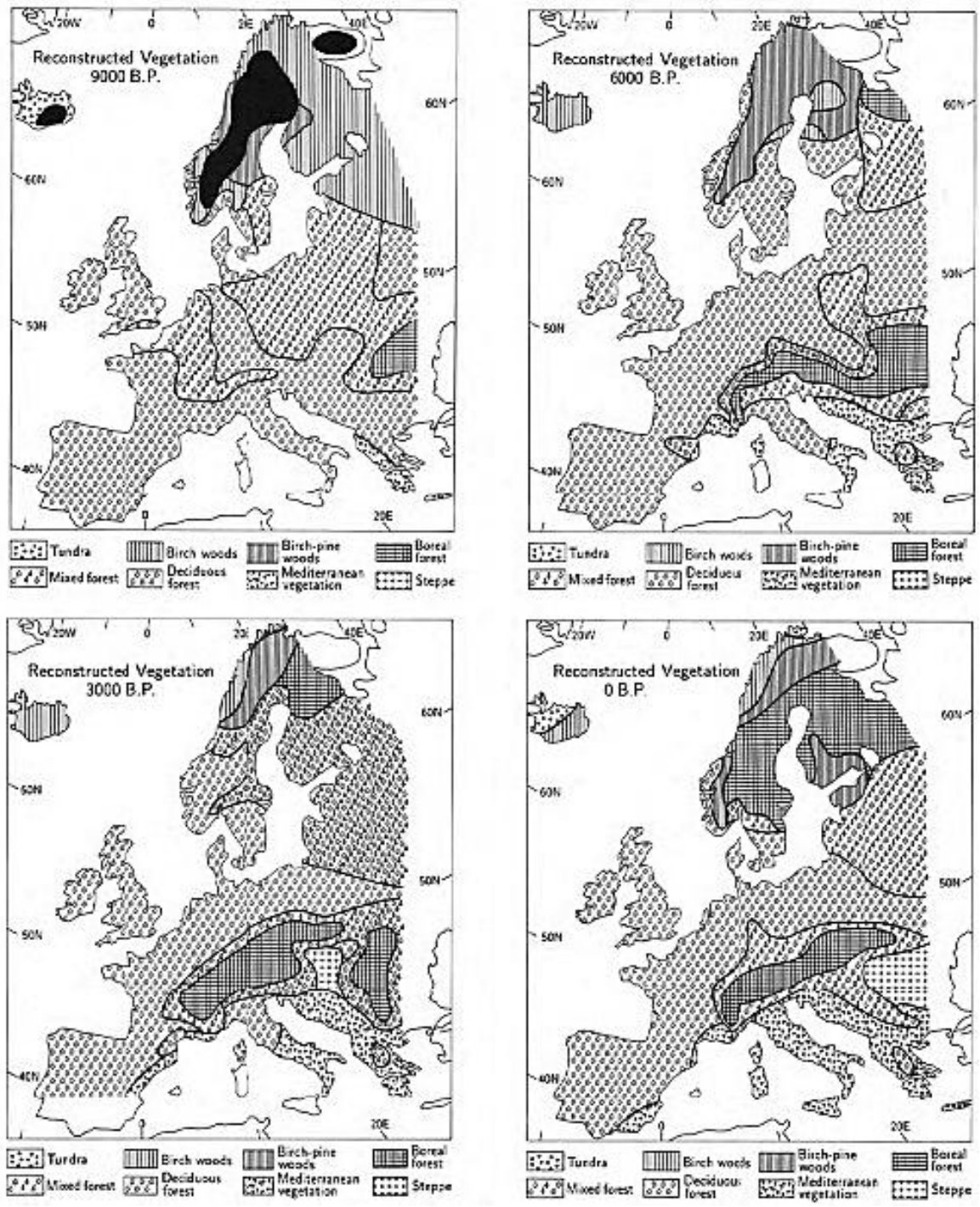
Listopadna drveća zahtjevaju više topline od borealnih vrsta. Lijeska *(Corylus avellana L.)* raste u područjima s hladnijim ljetima. Obični grab *(Carpinus betulus L.),* bukva *(Fagus sylvatica L.)* i jela *(Abies alba Mill.)* rastu u područjima s toplim ljetima i zimama, gdje se također pojavljuje i crni grab *(Ostrya carpinifolia Scop.),* ali na područjima s većom količinom padalina. Listopadne vrste hrastova najviše se pojavljuju u sušim, kontinetalnijim područjima s višim ljetnim i nižim zimskim temperaturama. Širokolisno zimzeleno drvće za rast treba tople zime, od kojih hrast crnika *(Quercus ilex L.)* i sklerofilno grmlje najbolje raste u područjima s visokom godišnjom količinom padalina ali i s ljetnim sušama. Stepsko bilje najbolje raste u u područjima s toplim ljetima, hladnim zimama i s malom količinom padalina (Huntley i Prentice, 1993).

3.3. Rekonstrukcija vegetacije u holocenu

Rekonstrukcija vegetacije koja se rasprostirala Europom kroz posljednjih 12 000 godina omogućena je metodama prikupljanja i analize uzoraka peludi iz jezerskih i močvarnih sedimenata, s lokacija koje ravnomjerno pokrivaju cijelu Europe. Većinom su uzorci datirani metodom ^{14}C. Usporedbom uzoraka s današnjom rasprostranjenošću vegetacije napravljene su karte koje prikazuju rekonstrukciju vegetacije iz razdoblja prije 9 000, 6 000 i 3 000 (Sl. 4). Pri takvoj se izradi koriste i klimatski modeli koji olakšavaju povezivanje informacija o prosječnim lipanjskim i srpanjskim temperaturama te godišnjoj vlazi za određena razdoblja u prošlosti (Huntley i Prentice, 1993).

Prije 9 000 godina granice vegetacijskih zona bile su generalno dosta južnije nego što su danas. Borealne šume nisu rasle na područjima gdje danas rastu, a sredozemna vegetacija bila je ograničena samo na malo područje. To je bila posljedica visoke ljetne insolacije koja je dovela do nastanka sušnih uvjeta na najvećem dijelu Europe, osim na području Sredozemlja. Prije 6 000 godina listopadne šume su se protezale sjevernije i na većim visinama nego danas, a borealna i sredozemna vegetacija se proširila prema zapadu, iako manjim opsegom nego što je danas. U razdoblju od prije 9 000 do prije 6 000 godina došlo je do porasta temperatura tijekom sezona rasta, a u razdoblju nakon toga došlo je do njezinog opadanja, pa je trend napredovanja vegetacije posvuda nastavljen u istom smjeru sve do danas. Karta koja prikazuje rekonstrukciju vegetacije od prije 3 000 godina, samo je srednje stanje između one od prije 6 000 godina i današnje karte. Breza je prije 9 000 godina dominirala najvećim dijelom sjeverne Europe koji nije bio zaleđen, a između 9 000 i 6 000 godina njezina se južna granica

pomaknula sjevernije, i u tom smjeru nastavila napredovati sve do danas. Šume breze i bora protezale su se gotovo do obale Arktika sve do prije 6 000 godina, a od onda su se postupno povlačile. Listopadni hrast *(Quercus sp.)* i ostala listopadna drveća srednje Europe imale su najsjeverniju granicu rasprostiranja prije 6 000 godina, a od onda su se također postupno povlačila.



Slika 4. Rekonstrukcija vegetacije za razdoblja prije 9 000, 6 000, 3 000 godina.
Izvor: Huntley i Prentice 1998.

Lijeska je bila rasprostranjena na području jugozapadne Europe i na planinama srednje i južne Europe prije 6 000 godina, a nakon toga je zamijenjena drugim listopadnim drvećem, dok se joha pojavila i proširila tek prije 6 000 godina. Hrast crnika i sredozemno sklerofilno bilje prije 9 000 godina rasli su samo na području istočnog Sredozemlja. Nakon toga počeli su se širiti prema zapadu kako su ljeta na tom području postajala sve toplija i suša, pritom zamjenjujući listopadnu vegetaciju.

Smreka je pomicala svoj areal od istoka prema zapadu tijekom holocena, prateći smanjene zimskih temperatura u srednjoj i sjevernoj Europi. Jela,bukva,obični grab i crni grab nisu rasle početkom holocena iz razloga što su tada u srednjoj Europi vladali suši uvjeti nego danas, a tim su vrstama za rast potrebna toplija ljeta i dovoljno vlage. Ove vrste su se pojavile prije 6000 godina i počele se širiti iz srednje Europe prema sjeveru, kako su zime postajale sve toplije. Stepska vegetacija se prije 6 000 godina počela razvijati u jugoistočnoj Europi (Huntley i Prentice, 1993).

4. Utjecaj čovjeka na vegetacijske promjene u holocenu i vegetacija Europe u budućnosti

4.1. Utjecaj čovjeka na vegetacijske promjene u holocenu

Tijekom kasnog pleistocena prirodni agensi su imali najznačajniju ulogu u oblikovanju okoliša, od kojih su najveći utjecaj imale klimatske promjene. Početkom holocena počinje čovjekov utjecaj na okoliš. Čovjek je krajem posljednjeg ledenog doba bio u potpunosti ovisan o divljim biljkama i životinjama, a u holocenu je zahvaljujući ondašnjim povoljnim prilikama počela domestifikacija biljaka i životinja. S pojavom poljoprivrede čovjek je postao modifikator okoliša te je počela njegova kontrola nad prirodom, što je dovelo do širenja poluprirodnih poljoprivrednih ekosustava. Prije oko 12 000 ili 10 000 godina došlo je do pojave poljoprivrede na području Sredozemlja. Prije 9 000 godina, s podučja Bliskog Istoka na područje Europe proširila se neolitička poljopriveda (Roberts, 1998).

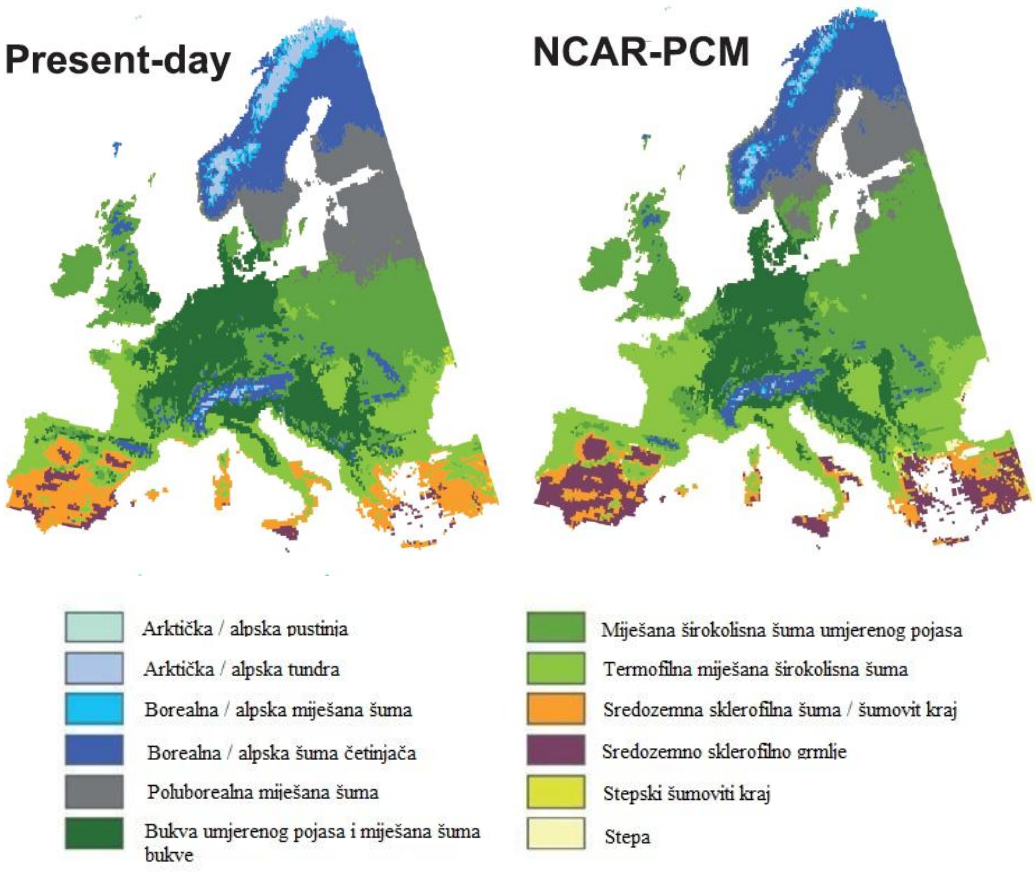
U razdoblju od prije 7 000 do prije 5 000 godina poljodjeljstvo se proširilo u većinu europskih predjela. Prije 7 000 godina na području južne Španjolske zabilježena je pojava hrasta plutnjaka *(Quercus suber L.),* a pretpostavlja se da je uzrok tome bilo povremeno paljenje šuma za dobivanje obradivih površina, s obzirom na to da je ta vrsta drva otporna na

požare. Također je zabilježen pronalazak peludi žitarica i maslina iz tog razdoblja, što sugerira na mjestimičnu kultivaciju biljaka. Iz peludnih se nalaza vidi da je na području Krete prije 5 000 godina nestala listopadna šuma koja je potom zamijenjena makijom, iz čega se vidi da se u tom razdoblju provodila deforestacija (URL 1). Kao potvrda tome stoji činjenica da je u posljednjih 50 godina, na područjima Sredozemlja gdje više nema ljudskog utjecaja zabilježena ponovna pojava i širenje listopadnih hrastova (Quercus sp.) (Magny i sur. 2001). Poljoprivreda je u ranom holocenu bila lokalizirana i nije bila značajan modifikator krajolika, sve do prije 4 000 godina kada je poprimila značajne razmjere i počela uzrokovati izrazite promjene u krajoliku, iako su na području središnje i sjeverne Europe šume bile netaknute odbradom tla sve do prije 3000 godina (URL 1).

4.2. Budućnost vegetacije u Europi

U nadolazećim desetljećima i stoljećima klimatske promjene će snažno utjecati na rasprostranjenost vrsta, staništa i bioraznolikost. U izradi projekcija budućeg položaja klimatskih pojaseva ključni su podaci o koncentraciji stakleničkih plinova u atmosferi i njihov utjecaj na regionalne klimatske promjene. Uz pomoć tzv. dinamičnih globalnih vegetacijskih modela simulirane su promjene u distribuciji najvažnijih europskih vrsta. Takvi modeli simuliraju da će se do 2085. godine dogoditi sukcesivne promjene u vegetaciji, 31-42% od ukupne površine Europe bit će prekriveno drukčijom vegetacijom nego danas (Sl. 5).

Scenariji predviđaju da će se šume umjerenog pojasa i poluborealne šume u južnoj Skandinaviji i u sjeveroistočnoj Europi pomaknuti sjevernije, te da će se većina arktičke i alpske tundre zamijeniti šumama. Predviđa se da će u središnjoj Europi promjene biti relativno malene. Za područje Sredozemlja modeli predviđaju prijelaz sa šumske na grmoliku vegetaciju, kao posljedicu povećane suše, a za područje zapadne obale Crnog mora predviđa se da će stepa zamijeniti šumsku vegetaciju. U umjerenoj zoni predviđeno je širenje termofilne miješane šume prema sjeveru, posebice u Francuskoj, a povlačenje šuma bukve prema središtu njihovog današnjeg rasprostranjenja. Prema tome, najveće se promjene mogu očekivati na arktičkom području, u planinskim područjima i na obali Crnog mora.



Slika 5. Lijevo: današnja rasprostanjost vegetacije. Desno: model koji predviđa rasprostranjenost vegetacije do 2085. godine.
Izvor: Hickler i sur., 2012.

Također su napravljeni modeli i za dulje vremensko razdoblje, i to sve do 2500. godine, a oni predviđaju da će na čak 76-80% površine Europe doći do promjene prevladavajućih vegetacijskih tipova. Smjer u kojem će promjene ići u većini slučajeva se podudara s onim što predviđaju modeli za razdoblje do 2085. godine, samo što će promjene biti izraženije. Glavni uzroci promjena vegetacije Europe u budućnosti bit će klimatske promjene, napuštanje obrade zemlje i promjene u dostupnosti vode za rast biljaka (Hickler i sur. 2012).

5 . Literatura

Bucković D. (2006) Historijska geologija 1, Prekambrij i Paleozoik, *Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu.*

Bucković D. (2006) Historijska geologija 2, Mezozoik i Kenozoik, *Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu.*

Hickler T., Vohland K., Feehan J., Miller P.A., Smith B., Costa L., Giesecke T., Fronzek S., Carter T.R., Cramer W., Kühn I., Stykes M.T. (2012) Projecting the future distribution of European vegetation zones with a generalized, tree species-based dynamic vegetation model, *Global Ecology and Biogeography*, **21**, 50-63.

Kalafatić M. (1998) Osnove biološke evolucije, *Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu.*

Magny M., Miramont C., Sivan O. (2002) Assessment of the impact of climate and anthropogenic factors on the basis of palaeohydrological records, *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **186**, 47-59.

Roberts N. (1998) The Holocene, An Environmental History, Blackwell Publishing, USA, pp. 243-249.

Šegota T., Filipčić A. (1996) Klimatologija za geografe, Školska knjiga, Zagreb.

Wright H.E., Kutzbach J.E, Webb III T., Ruddiman W.F., Street-Perrott F.A., Bartlein P.J. (1993) Global Climates since the Last Glacial Maximum, University od Minnesota Press, Minneapolis, pp. 5-11, 136-168, 541-535.

URL 1: Europe during the last 150 000 years, http://www.esd.ornl.gov/projects/qen/nercEUROPE.html , 27.6.2013.

6. Sažetak

Holocen je naziv geološke epohe koja je započela prije 11 000 godina, a dio je većeg geološkog perioda – kvartara. U kvartaru se dogodila posljednja glacijacija u Zemljinoj prošlosti koja je bila obilježena zahlađenjem i nastankom velikih lednih pokrova na obje hemisfere, kroz više ledenih doba. Završetkom posljednjeg ledenog doba započela je epoha holocena. Klimatske promjene koje su se dogodile krajem kvartara temelje se na varijacijama u raspodjeli sunčeve energije na Zemljinoj površini, ovisno o promjeni orbitalnih parametara Zemlje. Posljedica toga bile su kontinuirane promjene u sastavu vegetacije koja je dominirala krajolikom. U ovom radu napravljen je kratki pregled promjena u vegetaciji koje su se odvijale na prostoru Europskog kontinenta kroz epohu holocena. Prikazane su rekonstrukcije rasprostranjenosti vegetacije za razdoblja od prije 9 000, 6 000 i 3 000 godina. Kroz povijest čovjek je bio jedan od važnih modifikatora okoliša, ali smatra se da je presudan čimbenik za promjene u vegetaciji ipak bila klima. Također su prikazane i neke simulacije promjena u distribuciji najvažnijih europskih vrsta koja bi se mogla dogoditi u idućim desetljećima i stoljećima.

7. Summary

11 000 years before present initiated a geological epoch named Holocene, which is part of a larger geological period – the Quaternary. Last glaciation in the Earth's history took place in the Quaternary, including several ice ages in which ice sheets covered large parts of both Earth's hemispheres. The epoch of Holocene began by the end of the last ice age. Variations in solar energy distribution along the surface of the Earth occured in connection with the changes in orbital parameters. As a result, continuous changes occured in dominating vegetation. In this work, a brief review was made for vegetation changes on the European continent during the Holocene epoch. Reconstructions of the vegetation distribution for periods 9 000, 6 000 and 3 000 years before were also shown. Throughout history, man has been an important environmental modificator, but in case of the Holocene vegetational changes it is considered that the major factor, however, was climate. In addition, a few simulations for future changes in vegetational patterns of some European taxons were represented.