

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

Novi Zeland: kopneni ili oceanski otok?

*New Zealand: land or marine island?*

Maja Bjeli  
Znanosti o okolišu  
*Environmental Science*

Mentor: doc.dr.sc. Ivana Ternjević

Zagreb, 2010.

## SADRŽAJ

UVOD .....	3
RAZRADA	
I. Geološki razvoj .....	4
II. Podrijetlo živog svijeta .....	7
III. Jedinstvenost biljnih i životinjskih organizama .....	8
III.a. Flora i fauna gondvanskog podrijetla .....	10
III.b. Recentno naseljavanje otoka .....	11
ZAKLJUČAK .....	15
SAŽETAK .....	17
SUMMARY .....	17

## UVOD

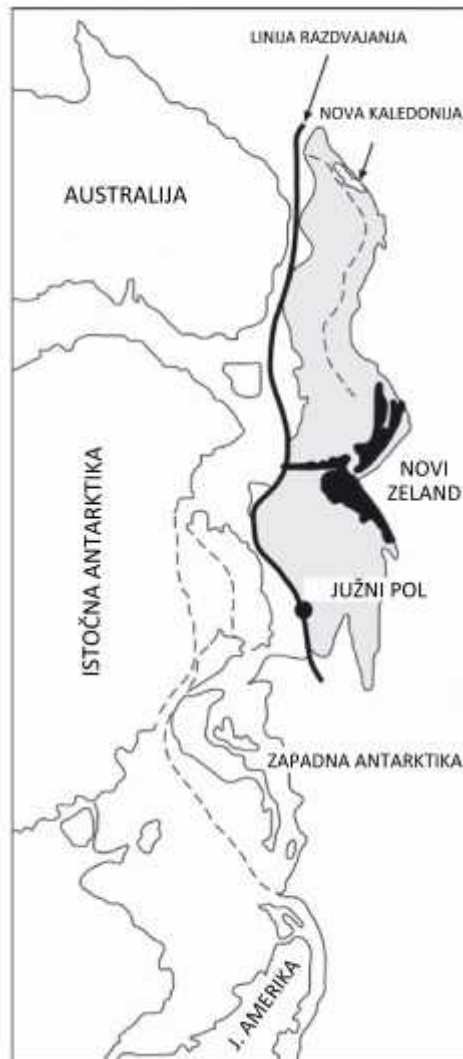
Biogeografija otoka posebno je zanimljivo područje istraživanja prvenstveno zato što otoci, bilo da se radi o otocima oceanskog podrijetla ili o kopnenim otocima, nerijetko imaju vrlo zanimljivu i jedinstvenu floru i faunu. Razvoj jedinstvene flore i faune posljedica je slučajnog nastanjivanja jedinki, njihove izolacije na nekom prostoru te njihove daljnje specijacije. Tijekom rasprostranjivanja neke vrste su u stabilnom odnosu s novim okolišem dok druge pod utjecajem prirodne selekcije izumiru ili pak evoluiraju u nove reproduktivne skupine. Proces specijacije odvija se zbog postojanja barijere koja sprječava protok gena između jedinki iste vrste unutar dvije ili više populacija, bilo da se radi o barijeri u geografskom smislu, barijeri u smislu promjene ponašanja ili naseljavanja nove niše. Kad se radi o geografskoj odvojenosti odnosno o barijeri koju predstavlja neki geografski pojam, kao što je to more u slučaju odvajanja Zealandije od nekadašnjeg jedinstvenog kontinenta južne hemisfere – Gondvane, tada se specijacija naziva alopatrijskom. Možda najbolje opisan primjer alopatrijske specijacije predstavljaju Darwinove zebe s otoka Galapagos, koji, iako se po postanku razlikuju od Novog Zelanda, ipak vrlo slikovito prikazuju utjecaj odvajanja i izolacije neke vrste na njezinu specijaciju koja prvenstveno ovisi o ekološkim čimbenicima, ali i o slučajnim genetičkim promjenama. Otoci zbog izolacije često imaju vrlo visok stupanj endemnosti. To je slučaj Galapagosa, ali i Novog Zelanda koji prema podjeli na zoogeografske svijetove pripada Notogei ili Južnom svijetu, izuzev krajnjeg južnog dijela koji se smatra prijelaznim dijelom prema području Antarktisa. Ukoliko otok promatramo s gledišta geobotanike, tada ga smještamo u dva od ukupno šest flornih carstava – Paleotropis i Antarktis.

## RAZRADA

### I.

#### Geološki razvoj

Prema postanku otoci se dijele na oceanske i kopnene. Oceanski otoci nastaju kao posljedica vulkanske aktivnosti, najčešće na mjestima vrućih tlova na dnu oceana. Ovakvi otoci nisu nikada bili dio kopna zbog čega se smatra da su u prirodnim uvjetima nastanjivani isključivo putem disperzije, a tek u novije vrijeme utjecajem čovjeka. Kopneni otoci pak, kao što su Nova Kaledonija i Novi Zeland, su dio nekadašnjeg kopna koji se tijekom vremena postupno odvojio od velike formirane kontinentske mase utjecajem tektonike (Sl. 1.).



**Slika 1.** Novi Zeland nekad je formirao odsjek duž granica istočne Antarktike koja se odvojila od Gondvane pred 80. milijuna godina. (Preuzeto i prilagođeno na temelju R. M. McDowall, 2008.)

U geološkim okvirima kopneni je otok sa injen od kontinentalne kore. Današnji Novi Zeland je tako kopneni dio Zealandije, velikog i najvećim dijelom potopljenog kontinentalnog fragmenta koji se odvojio od Gondvane u kasnoj kredi, pred oko 85 milijuna godina. Veličinom odgovara gotovo polovici Australije i uključuje Novi Zeland, Campbell plato, Challenger plato, otok Lord Howe, Norfolk greben, otok Chatam i Novu Kaledoniju (Sl. 2.). Otvaranjem Tasmanijskog mora, Zealandija se premjestila sjeveroistočno od Gondvane te se odvajanjem od matičnog kontinenta razvukla, stanjila i potonula za 2000 – 3000 metara, što se javilo kao posljedica redukcije u debljini kontinentalne kore (Trewick i sur., 2007).

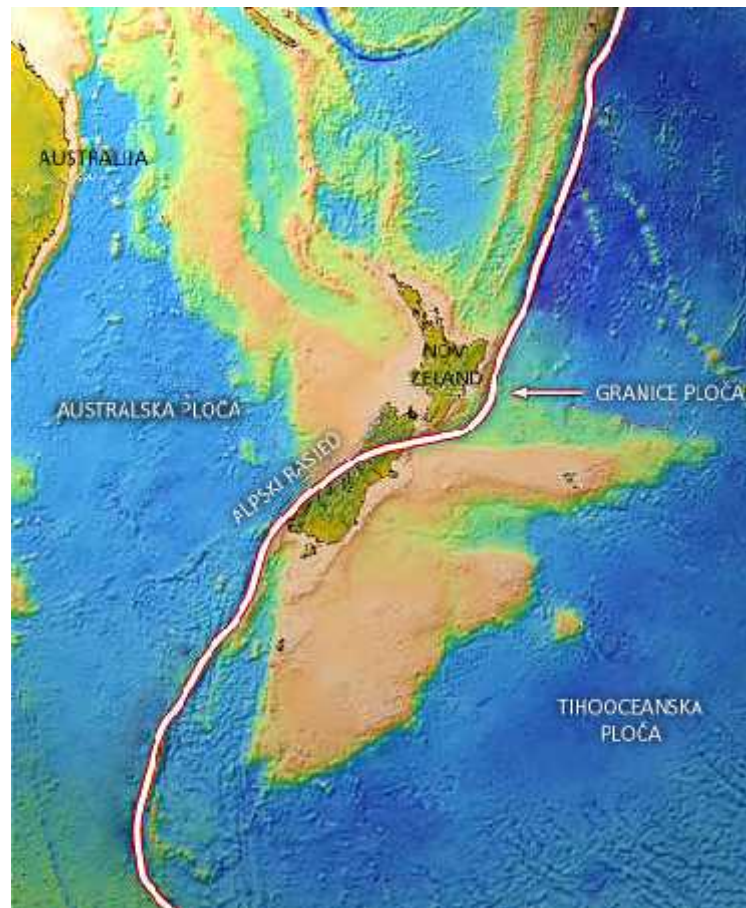


Slika 2. Prostor Zealandije i današnjeg Novog Zelanda.

Zealandija je bila područje obilježeno transgresijom koja je počela u kasnoj kredi i paleogenu te kulminirala u kasnom oligocenu, pred oko 25 milijuna godina. Upravo zbog podizanja razine mora odnosno „napredovanja“ morske vode u odnosu na kopno, u doba oligocena površina kopnenog dijela Zealandije bila je iznimno mala dok neki čak smatraju da je potpuno nestala pod vodom (Trewick i sur., 2007). Ovaj događaj iznimno je važan za

prou avanje podrijetla živog svijeta današnjeg Novog Zelanda, za iji je recentni izgled zaslužna kolizija tektonskih plo a koja je dio Zealandije ponovno izdigla iz mora u ranom miocenu, pred oko 25. milijuna godina (Trewick i sur., 2007). Ovo je razlog zašto se Novi Zeland, iako se sastoji od kontinentalne kore, smatra i oceanskim otokom.

Tektonska aktivnost je u pliocenu, pred oko 5 milijuna godina, na podru ju Južnog otoka Novog Zelanda formirala Južne Alpe (Sl. 3.). Sli no tome Nova Kaledonija je produkt kolizije tektonskih plo a zapo etih u kasnom eocenu pred oko 35. milijuna godina. Proces podvla enja Tihooceanske pod Australsku plo u traje i danas što omogu uje Novom Zelandu da, za razliku od najve eg dijela Zealandije, i dalje ostane izdignut iz mora (Trewick i sur., 2007).



**Slika 3.** Proces podvla enja Tihooceanske pod Australsku plo u uzrok je izdizanja Novog Zelanda kakvog znamo danas i nastanka Južnih Alpi.

(Preuzeto i prilago eno iz <http://www.teara.govt.nz/> )

## II.

### Podrijetlo živog svijeta

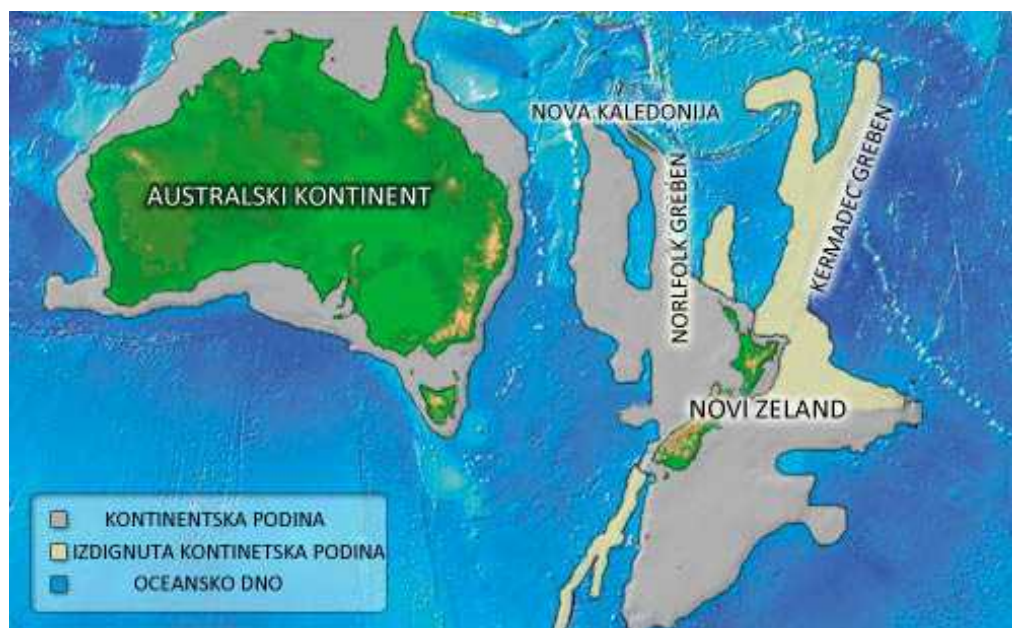
Iako su sustavi oceanskih otoka u fokusu evolucijskih istraživanja, posebice za istraživanje utjecaja disperzije (Trewick i sur., 2007), Novi Zeland se kao dio nekadašnje veće kontinentske mase bitno razlikuje od oceanskih otoka. Za razliku od otoka kao što su Havaji i Galapagos, otoka vulkanskog podrijetla koji su nastali kao rezultat vruljenja na dnu oceana, a za njihovu floru i faunu se može smatrati da je rasprostranjena putem disperzije, za faunu Novog Zelanda ne možemo sa sigurnošću tvrditi da isključivo potječe iz gondvanskog podrijetla, kao što ne možemo isključiti ni mogućnost utjecaja disperzije. Zealandija je kao fragment nekadašnjeg kopnenog neosporivo gondvanskog podrijetla. Upravo zbog toga mnogi znanstvenici smatraju da su flora i fauna jednako stari (Trewick i sur., 2007), no pri tome zaboravljaju vrijeme oligocena u kojem je najveći dio Zealandije, utjecajem transgresije, na duži vremenski period bio izoliran pod morem. Ponovno izdizanje nakon razdoblja transgresije je događaj zbog kojeg neki znanstvenici, u svrhu biogeografske interpretacije, Novi Zeland smatraju oceanskim otokom te se sve više pažnje posvećuje disperziji kao vrlo izglednoj mogućnosti rasprostranjivanja recentnih organizama (McDowall, 2008).

Razumijevanje biogeografije Novog Zelanda ključno je za razumijevanje globalnih biogeografskih pitanja. Usprkos nedoumicama oko podrijetla živog svijeta, neki znanstvenici smatraju da bi se na otoke Novog Zelanda trebalo gledati kao na svojevrsno hibridno područje. Dijelove kopnene mase koji su tijekom oligocena ostali iznad mora možemo interpretirati kao otočne fragmente kopnenog podrijetla, dok preostali dio Zealandije koji se izdigao nakon transgresije možemo promatrati kao svojevrsne dijelove oceanskih otoka. Paleoendemi, one vrste koje su uspjele preživjeti proces dugotrajne filtracije, mogle su na svojevrsno utočište na nepotopljenim kopnenim fragmentima, dok su neoendemi vrlo vjerojatno nastanili dijelove koji su naknadnim tektonskim pokretima izdignuti iz mora (McDowall, 2008).

### III.

#### Jedinstvenost flore i faune

Za biljne i životinjske organizme Novog Zelanda dugo se smatralo da su uglavnom gondvanskog podrijetla odnosno da su jedinstvenost flore i faune rezultat drevne izolacije. Iako se u literaturi spominje da je Novi Zeland bio izoliran između 65 do 100 milijuna godina (Trewick i sur., 2007), molekularni podaci pokazuju da je većina recentne novozelandske flore i faune nastala kao rezultat evolucije koja je slijedila nakon relativno nedavne kolonizacije (McDowell, 2008). Područje Zealandije, kontinentalnog fragmenta koji se pred oko 80. milijuna godina odvojio od Gondvane za vrijeme oligocena bilo je gotovo u potpunosti potopljeno. Zealandija je i dan danas najvećim dijelom prekrivena morem, dok je postojanje Novog Zelanda kakvog danas znamo produkt tektonske aktivnosti započete pred oko 26 milijuna godina (Sl. 4.).



**Slika 4.** Novi Zeland nastao je kao posljedica izdizanja tek dijela Zealandije. Najveći dio kopna koji se danas nalazi iznad mora (gotovo 80%) bio je potopljen u vrijeme oligocena.

(Preuzeto i prilagođeno iz <http://www.teara.govt.nz/>)

Krajolik Novog Zelanda pretrpio je različite snažne geomorfološke i klimatske promjene tijekom geološke povijesti te se stoga ne može sa sigurnošću znati koliko je



arhai nog živog svijeta preživjelo do danas. Vrlo je vjerojatno da su promjenjivi uvjeti onemogućili ili nekim skupinama da opstanu. Klima je varirala od umjereno tople tijekom miocena do glacijalne tijekom pleistocena (Sl. 5.). činjenica da se Novi Zeland rasprostire duž 14. paralele te time ima znatan raspon sjever – jug, pogodovala je vrstama koje su se zbog pleistocenskog sniženja temperature morale seliti u potrazi za pogodnijim temperaturnim uvjetima. Promjene u topografiji mogle su omogućiti hladnim stenotermnim vrstama da ostanu na višim razinama umjesto da nestanu, no neke su vrste vjerojatno bile zarobljene u lokalnim klimatskim džepovima iz kojih nisu mogle pobjeći. Postoje dokazi da su na prostoru otoka nekad postojali jednootvori, kornjaci i krokodili koji uslijed znatnih promjena okolišnih uvjeta nisu uspjeli opstati (McDowall, 2008). Tijekom pleistocena došlo je do smanjenja broja vrsta, pogotovo florističkih elemenata umjereno tople klime. Smatra se da su flora Australije i Novog Zelanda nekad bile mnogo bliže nego danas.



**Slika 5.** Površina kopna Novog Zelanda za vrijeme ledenog doba.

(Preuzeto i prilagođeno iz <http://www.teara.govt.nz/>)

### III.a.

#### Flora i fauna gondvanskog podrijetla

Jedan od uzroka posebnosti flore i faune Novog Zelanda je izolacija o kojoj svjedoči prisutnost arhaičnih rodova koje žive jedino na području Novog Zelanda. Pilasti prenosnik (*Sphenodon punctatus*; Sl. 6.a) i žabe iz porodice *Leiopelmatidae* (Sl. 6.b), *Deinacrida fallai* – nelete i cvrčak, izumrli rod moavki (*Dinornithiformes*), neki dvokrilci (*Diptera*) iz porodice trzalaca (*Chironomidae*) i južna bukva (*Nothofagus*) smatraju se arhaičnim, paleoaustralskim elementima. Beskralješnjaci iz porodice *Peripatopsidae* (rod *Peripatus*; Sl. 6.c) žive na području južne Afrike, Australije, Novog Zelanda i Čilea. Vrsta koja živi na Novom Zelandu najbliža je australskoj vrsti (Trewick i sur., 2007). Uzorci disjunktne areale ove životinje odgovaraju scenariju razdvajanja dijelova gondvanskog kontinenta. Još jedna od vrsta za koju se smatra da je isključivo gondvanskog podrijetla je slatkovodni račić rodu *Paranephros* koji je filogenetski povezan s australskim srodnicima (McDowall, 2008).



Slika 6. (a,b,c) Paleoendemični elementi faune:

a) *Sphenodon punctatus* ili pilasti prenosnik

b) Žaba iz porodice *Leiopelmatidae*



c) Beskralješnjak roda *Peripatus*

Na južnoj hemisferi Afrika se od Gondvane odvojila prije ostalih dijelova – Južne Amerike, Antarktike, Australije i Novog Zelanda, koji su još neko vrijeme ostali spojeni te ih danas povezuje paleoaustralska flora. Sličnost biljnih vrsta Novog Zelanda s vrstama Australije očitovale se i u postojanju rodova *Casuarina*, *Acacia* i *Eucalyptus*. Prema provedenim molekularnim analizama divergencija između australskog i novozelandskog stabla araukarije, roda *Agathis*, dogodila se prije odvajanja Novog Zelanda od Gondvane (McDowall, 2008).

### III.b

#### Recentno naseljavanje otoka

Primjer otoka Chatham (slika 7.), koji se izdigao se iz mora prije 1 do 3 milijuna godina svjedoči o relativno mladoj flori i fauni koja je na otok stigla u biološki kratkom vremenu, preživivši veliki vodeni prostor od preko 800km, a odnosi se na slatkovodnu ribu, guštere i mnogobrojne nelete i kukce (Trewick i sur. 2007). Ovo je dokaz koji bi se mogao primijeniti i na područje Novog Zelanda nakon izdizanja u miocenu jer pokazuje da se novo izdignuto kopno vrlo brzo popunilo velikom brojnošću vrsta.



**Slika 7.** Otok Chatham, primjer recentno naseljavanog kopna putem disperzije.

Za mnoge skupine organizama za koje se smatralo da su vikarijancijskim procesima, odnosno nastankom disjunktних areala, odvojene od nekadašnje Gondvane danas se dokazalo da su Novi Zeland naselile u novije vrijeme i to putem disperzije. Rijetki znanstvenici isti u da bi vjetrovi koji pušu s prostora Australije u smjeru Novog Zelanda, kao i smjer morskih struja, mogli biti ključni imbenici za rasprostranjivanje disperzijom (Trewick i sur., 2007). Primjer organizama za koje se ispostavilo da su, u geološkim okvirima, tek nedavno nastanile otoke Novog Zelanda su kivi (ptice iz roda *Apteryx*, porodice *Apterygidae*; Sl. 8.), medosasi (ptice iz porodice *Nectariniidae*) i ribe iz porodice *Galaxiidae* (Sl. 9.). Vršne i istraživanja na Falklandskom otoku, južnoj Patagoniji i Novom Zelandu, Darwin je prvi otkrio da neke od riba iz prethodno navedene porodice imaju razvojne oblike koji su vezani uz more te su stoga neke od njih tolerantne na morsku vodu. Danas je utvrđeno čak sedam takvih vrsta iz obitelji možemo zaključiti da su ove ribe, iako slatkovodne, ipak sposobne preživjeti u morskom okolišu koji je mogao biti medij preko kojeg su naselile otoke (McDowall, 2008).



**Slika 8.** Novozelandski kivi, ptica iz roda *Apteryx*, porodica *Apterygidae*.



**Slika 9.** Riba iz porodice *Galaxiidae*.

Transportni imbenici izmijenili su prvotni sastav živog svijeta i na područje otoka doveli nove vrste ptica, šišmiša, danjih i noćnih leptira te pauka. Za papige roda *Cyanoramphus* ispostavilo se da također imaju recentnu povijest naseljavanja otoka, a dijele zajedničkog pretka s vrstom Nove Kaledonije (McDowell, 2008). Izumrli kivi orao (*Harpogornis moorei*; Sl. 10.) nije bio arhaični endem već je evoluirao kao adaptivni odgovor tijekom pleistocena od puno manjeg pretka. Ovaj primjer pokazuje da bioraznolikost otoka

nije samo posljedica slučajnog dolaska, opstanka ili ekstinkcije, već i adaptivne specijacije (Trewick i sur. 2007).



**Slika 10.** Napad izumrlog Hastovog orla (*Harpogornis moorei*) na mou (red *Dinornithiformes*).

Iako je Novi Zeland velikom relativno malen otok sadrži ostatke populacija kontinenta koji je postojao prije nego što su sisavci zavlitali svijetom. Nedostatak terestrikih sisavaca i zmija na Novom Zelandu nije neuobičajen jer su one životinje koje posljednje koloniziraju neko područje odvojeno od velike kopnene cjeline vodenom površinom (Trewick i sur., 2007). Upravo zbog nedostatka potencijalnih predatora, na Novom Zelandu postoji veliki broj endemičnih vrsta ptica koje ne lete i koje su se prilagodile terestričkom načinu života. Ovakve ptice su primjerice nojevke (red *Struthioniformes*) – moa (Sl. 11.), kivi i emu, nelete a papiga kakapo (*Strigops habroptilus*; Sl. 12.) i mnoge druge (McDowall, 2008).



**Slika 11.** Jedna od 7 vrsta izumrlih moavki, (red *Dinornithiformes*).



**Slika 12.** Kakapo (*Strigops habroptilus*), jedina noćna i neleteća papiga na svijetu.

Pronalazak recentne južne bukve (*Nothofagus*; Sl. 13.) na području Novog Zelanda svjedoči o još jednom primjeru rasprostranjenja disperzijom što implicira na zaključak da bi cjelokupna recentna flora također mogla biti disperzijskog podrijetla. Disperzija na velike udaljenosti nije rijetki slučaj čak ni posljednjih godina, posebice u biljnom svijetu. Paprati se i dalje bilježe kao novi naseljenici sjevernog dijela Novog Zelanda. Postoji i visoki endemizam drveća, prvenstveno četinjača. Vjeruje se da su osim disperzija prema Novom Zelandu postojale i disperzije natrag u Australiju, u Južnu Ameriku, a neke čak i na Havaje. Biljni rodovi kao što su *Ranunculus*, *Hebe* (Sl. 14.), *Epilobium*, *Aciphylla* i *Carmichaelia* su Novi Zeland naselile u kasnom Kenozoiku. Zahvaljujući i bogatstvu informacija dobivenih iz stratigrafskih odnosa biljnih mikrofosila mnogo se zna o vegetaciji koja je prevladavala na Novom Zelandu tijekom geoloških razdoblja. Danas je poznato je gotovo 85% fosila od 108 rodova kritosjemenjača koje i dalje postoje na Novom Zelandu (McDowall, 2008).



**Slika 13.** Južna bukva (rod *Nothofagus*), biljka iz porodice *Nothofagaceae*.



**Slika 14.** *Hebe elliptica*, grm prisutan na Novom Zelandu i Falklandskom otoku kao reliktna.

## ZAKLJUČAK

Odvajanje skupina srodnih organizama geografskom barijerom, primjerice planinom ili vodenim tijelom, kao što je to bilo u slučaju Novog Zelanda, rezultira diferencijacijom ishodišnih skupina u nove varijetete vrsta. Promatranje Novog Zelanda kao područja hibridnog postanka ključno je za razumijevanje visokog stupnja endemizma koji na Novom Zelandu iznosi gotovo 80%. Živi svijet Novog Zelanda gondvanskog podrijetla oduvijek je odvajanjem Zealandije od matičnog kontinenta. Iako su mnogi smatrali da je upravo zahvaljujući dugom razdoblju izolacije endemizam otoka visok, većina recentne flore i faune Novi Zeland naselila je znatno kasnije nego što se isprva mislilo. Izdizanje današnjeg Novog Zelanda tektonskim procesima nakon razdoblja transgresije stvorilo je mogućnost ponovnog naseljavanja otoka putem disperzije. Disperzija je nasumičan širenje organizama bilo pasivno – putem vjetra, morskih struja ili, primjerice, aktivno skokovitim širenjem kao što je to slučaj kod ptica. Oceanski otoci su staništa koja je općenito vrlo teško kolonizirati, a vrste koje ipak uspiju nastaniti ovakva područja su slučajni došljaci. Izolirane cjeline kao što su Novi Zeland ili primjerice otočje Galapagos idealna su područja za nastanak novih vrsta uslijed evolucijskih prilagodbi koje nastaju kao odgovor na uvjete novog staništa, stoga je visoki stupanj endemizma ovakvih prostora već pravilo nego tek jedna od mogućnosti.

## LITERATURA

Steven A. Trewick, Adrian M. Paterson and Hamish J. Campbell, 2007. Hello New Zealand.

*Journal of biogeography* **34**, 1-6.

R. M. McDowall, 2008. Process and pattern in the biogeography of New Zealand – a global microcosm? *Journal of biogeography* **35**, 197-212

<http://www.teara.govt.nz/>



## SAŽETAK

Područje Novog Zelanda iznimno je zanimljivo područje za biogeografska istraživanja jer nam daje uvid u procese širenja biljnih i životinjskih vrsta koji bi, osim lokalnog, mogli biti primjer globalnog naseljavanja tijekom geološke povijesti Zemlje, odvajanja, izolacije i daljnje specijacije organizama. Zbog specifičnih geoloških procesa Novi Zeland ima karakteristike kopnenog, ali i morskog otoka što je biljnim i životinjskim organizmima dalo mogućnost dvostrukog načina nastanjivanja. Dio arhaičnih rodova otoke je naselio prije odvajanja dijelova Gondvane, dok su recentne vrste otoke nastanile putem disperzije. Drevna izolacija i ponovno izdizanje dijelova kontinentalnog fragmenta nakon razdoblja transgresije su glavni uzroci visokog stupnja endemizma otoka.

## SUMMARY

New Zealand is an extremely interesting area for biogeographical studies because it gives us an insight into the processes of the spread of plant and animal species which, except for local, could be an example of global settlement of species during the geological history of Earth, separation, isolation and further speciation of organisms. Due to the specific geological processes New Zealand has the characteristics of both land and marine islands and these characteristics have given plant and animal organisms the possibility of dual modes of settlement. Part of the archaic genera on the islands was settled before the separation of Gondwana, while the recent species islands inhabited by dispersion. Ancient isolation and heaving of the continental fragments after a period of transgression are the main causes of the high degree of endemism that exists on the islands.