

SVEU ILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATI KI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

FAUNA OTOKA I OTO NIH STANIŠTA

Fauna of Islands and Island Habitats

SEMINARSKI RAD

Ivona Buri

Preddiplomski studij biologije

(Undergraduate Study of Biology)

Mentor: doc. dr. sc. Ivana Ternjević

Zagreb, 2009.

Sadržaj:

1. UVOD.....	2
2. TEORIJA BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI OTOKA.....	3
3. KOLONIZACIJA.....	5
4. IZOLACIJA I EVOLUCIJA.....	9
5. IZUMIRANJE.....	13
6. OTO NA STANIŠTA.....	16
7. LITERATURA.....	19
8. ZAKLJU AK.....	20
9. SUMMARY.....	21

1. UVOD

Otoci su jedinstveni ekosistemi koji se većinom sastoje od mnogih biljnih i životinjskih vrsta i dokaz su jedinstvene evolucijske povijesti. Sa biogeografskog stajališta, pojam "otok" uključuje tradicionalne otoke odnosno, dijelove zemlje koji su okruženi vodom. Dijelimo ih na: prave oceanske otoke ili kopnene otoke.

Pravi oceanski otoci su potpuno vulkanski otoci koji su se izdignuli sa oceanskog dna, relativno nedavno i nisu nikada bili povezani sa kopnom, odnosno niti jednim kontinentom. Ovi otoci mogu biti: otoci usred oceana (ili otočne skupine) nastali na mjestima intenzivne vulkanske aktivnosti ili na mjestima rasjeda unutar tektonskih ploča, otoci formirani u oceanskim brazdama ili otoci formirani na rubovima tektonskih ploča uslijed stvaranja novog dna.

Kopneni otoci su formirani kao dio kontinenta i kasnije odvojeni od istog kopna, a dijelimo ih na: otoke trajno odvojene od kopna, odnosno nakon odvajanja nisu više nikad bili povezani s njim; otoke koji su preko drugih otoka povezani sa kopnom; otoke koji su u bliskoj prošlosti bili povezani sa kopnom, kopnenim spojem ili ledom (Pleistocen).

Također u otoke ubrajamo i otočna staništa odnosno područja koja su okružena drugom vrstom staništem. Dijelimo ih na ona koja su nastala prirodnim putem kao npr. vrhovi planina, izolirani izvori u pustinjama i ona koja su nastala ljudskom djelatnošću u primjerice dio šume okružen poljoprivrednim zemljištem, livade okružene cestom itd. Što je otok jednoj vrsti ne mora biti i za drugu, npr. neke životinje koje naseljavaju planinske vrhove nalazimo i u dolinama, dok su druge ograničene samo na vrhove planina.

Otoci su stvarno jedinstveni. Vrste postaju otočni stanovnici disperzijom putem zraka ili vode, kada se oni odvoje od većeg kopna. Tijekom vremena izolacija utječe na jedinstvenu evoluciju što rezultira razvojem različitih gena i stvaranjem visoko specijaliziranih vrsta sa potpuno novim svojstvima i pojavom jedinstvenih i neobičnih prilagodbi kao gigantizma, patuljastog rasta, gubitka sposobnosti leta ili obrambenih mehanizama.

Kao ostavština jedinstvene evolucijske povijesti, mnoge otočne vrste su endemske za razliku od kontinentalnih npr. preko 90% vrsta na Havajskom otoku je endemično, na Mauriciusu oko 50% od svih biljaka, sisavaca, ptica, gmazova i vodozemaca su endemi. Sejšeli imaju najveći broj endemskih vodozemaca u svijetu; Kuba ima 18 endemskih sisavaca dok obližnje države srednjemeričkog kopna, Gvatemala i Honduras, imaju samo 3 vrste.

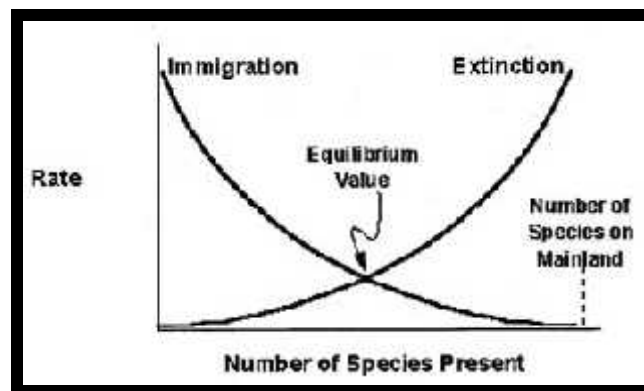
2. TEORIJA BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI OTOKA

1967 god. objavljena je teorija bioraznolikosti otoka (MacArthur i Willson, 1967) Osnovni cilj teorije bio je objasniti bogatstvo vrsta na otocima. Od tada se po elu upotrebljavati i za oto na staništa, prirodna ili ona nastala ljudskom djelatnoš u, a pri tom mislimo na fragmentirana staništa, kao i prilikom kreiranja zaštite njih podru ja.

MacArthur i Wilson su otoke promatrali kao dinami ne zajednice, gdje su prisutne vrste bile posljedica konstantne imigracije (kolonizacije) i lokalnog izumiranja. Ovaj dinami an proces izumiranja i kolonizacije dovodi do promjena u sastavu i broju vrsta, gdje je teško predvidjeti koje e vrste opstati a koje e izumijeti.

MacArthur & Wilsonova pravila:

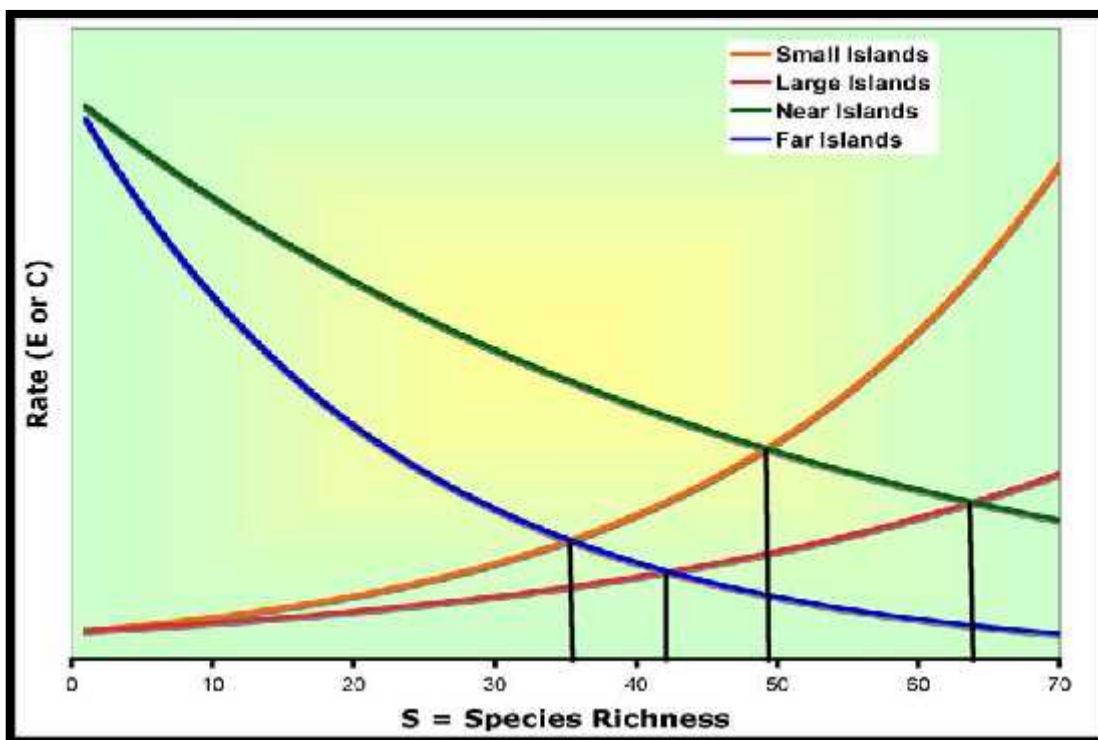
- Broj vrsta koje naseljavaju otok pove a se tijekom vremena: s vremenom stopa naseljavanja po inje opadati; kad stopa pove anja poprimi vrijednost „0“, zna i da su se sve vrste koju su mogle imigrirati s kopna došle
- Ekvilibrijum ili ravnoteža je odnos između kolonizacije i izumiranja. Kada broj vrsta koje naseljavaju otok postane jednak broju vrsta koje izumiru na otoku, onda kažemo da smo dosegli ekvilibrijum ili ravnotežu. Specijacija (proces nastajanja novih vrsta) nije uzet u obzir, zbog toga što je vrijeme koje smo uzeli prekratko da bi specijacija imala zna ajniji utjecaj (slika 1).



Slika 1. Ekvilibrijum

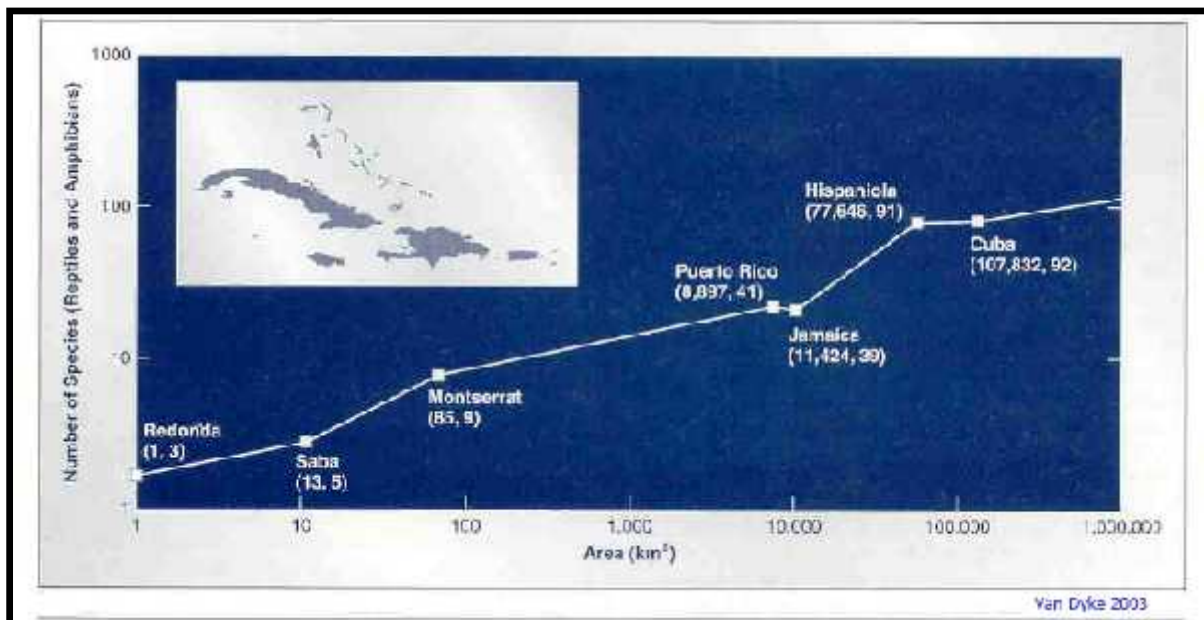
- Stopa izumiranja ovisi o veli ini otoka: manji otoci imaju manje populacije, manje refugija i zbog toga imaju i ve e stopu izumiranja.
- Stopa kolonizacije ovisi o udaljenosti otoka od kopna, odnosno izvora kolonizatora: do udaljenijih otoka sti i e manje kolonizatora.

- Kada postoje otoci između izvora (kopno) i otoka oni također mogu povećati stopu kolonizacije jer djeluju kao most („stepping stones“)
- Dodana pravila
 - Kada dva otoka su podjednako udaljena od izvora (kopno), veći otok će imati veću stopu kolonizacije. Ovaj proces naziva se „**Target Effect**“ (veće mete je lakše pogoditi).
 - Kada je otok blizu izvora novih vrsta, stopa izumiranja je manja zbog toga što vrste mogu ponovo naseliti taj otok. Taj proces nazivamo „**Rescue effect**“.



Slika 2. Odnos bogatstva vrsta, veličine/udaljenosti otoka i stope kolonizacije/izumiranja.

Kada su jednake stope kolonizacije i izumiranja onda imamo konstantan broj vrsta. Stopa izumiranja povećava kako se broj vrsta povećava: ako imamo više vrsta veće su i šanse da dođe do izumiranja. Stopa kolonizacije se smanjuje kako se broj vrsta povećava, a smanjuje se i broj novih vrsta koje mogu imigrirati. Kako se povećava udaljenost između otoka, stopa kolonizacije se smanjuje. Također, smanjivanjem površine otoka povećava se stopa izumiranja. S promjenama stopa kolonizacije i izumiranja mijenjaju se i bioraznolikost/bogatstvo vrsta otoka (slika 2).



Slika 3. Odnos površine otoka i broja vrsta na Karibima.

Darlington (1957) je na nekim karipskim otocima utvrdio da broj vrsta gmazova i vodozemaca u odnosu na površinu otoka pokazuje određenu pravilnost. Otoci koje je istraživao bili su površine od 1 km² do 40000 km². Broj prisutnih vrsta varirao je od 3 na najmanjem otoku Redonda, do 84 na jednom od većih - Hispanjoli. Darlington je primijetio da povećanje površine otoka od 10x, uzrokuje udvostručavanje broja vrsta. Iako se broj vrsta povećava povećanjem površine otoka to ne mora biti opći trend (slika 3).

3. KOLONIZACIJA

Kolonizacija je proces u biologiji koji označava širenje vrsta u nova područja.

Sve životinje nemaju jednaku mogućnost rasprostranjivanja. Faune otoka imaju veliku zastupljenost leteljivih životinja, budući da se one mogu lako rasprostraniti na velike udaljenosti. Ako vrsta nema sposobnost leta, onda je važan ograničavajući faktor u naseljavanju otoka njena tolerancija na slanu morsku vodu. Životinje koje u životnom ciklusu imaju međustadije vezane za slatkovodne biotope, uglavnom se ne pojavljuju na otocima: od njih su uspješnije vrste sa trajnim stadijima. Većina pravih oceanskih otoka nema autohtonih slatkovodnih riba, a rijetki su i vodozemci. Izuzetak su primjerice morska krastača - *Bufo marinus* (Linnaeus, 1758), velika žaba srednje i južne Amerike. Mekušci se također teško rasprostranjuju a iznimka su mali kopneni puževi.

Kopneni otoci zbog toga što su bili povezani s kopnom mogu imati vrste ptica, sisavaca, gmazova koje nalazimo i na kopnu. Većinom su ti otoci i bliže kopnu. Životinje su ih naselile aktivno i pasivno i zbog toga možemo reći i da su oni primjer ujednačene faune otoka. Međutim, na kopnenim otocima koji su odvojili u dalekoj prošlosti nalazimo vrste koje se u potpunosti razlikuju od svojih srodnika na kopnu.

3.1. Novi Zeland

Novi Zeland (slika 4) se odvojio od Australije prije 80-90 milijuna godina i udaljen je od nje 1600-1800 km. Nalazi se u umjerenom pojasu, a južni vrh je prijelaz prema Južnom polu. Ptice iz reda Struthioniformes – nojevke, koje ne lete kao što su sme i kivi *Apteryx mantelli* (Bartlett, 1851) (slika 5) i velika moa †*Dinornis giganteus* (Owen, 1844) spadaju u endeme Novog Zelanda. Također, za Novi Zeland je endemična jedna porodica puževa (Athoracophoridae); sisavci netopiri porodice Mystacinidae; ptice cari i porodice Xenicidae; porodica žaba Leiopelmatidae i pilasti prenosnik – tuatara *Sphenodon guntheri* (Buller, 1877) iz porodice Sphenodontidae (slika 6).

Endemi:

- 70% svih ptica
- svi šišmiši
- svi nativni vodozemci
- svi gmazovi
- 90% slatkovodne ribe



Slika 4. Novi Zeland



Slika 5. Sme i kivi



Slika 6. Pilasti prenosnik – tuatara

Oceanski otoci nikada nisu bili povezani sa kopnom i zbog toga je njihova fauna disharmonična, odnosno neujednačena. Njih su životinje naseljavale aktivno i pasivno, ali oni sadrže taksoni koji se mogu rasprostrirati na velike udaljenosti npr. ptice. Njihova fauna se značajno razlikuje od faune najbližeg kopna.



Slika 7. Havajsko otočje

3.2. Havajsko otočje

To je skupina od 19 otoka i atola koji se protežu na 2 400 km, nastalih vulkanskom aktivnošću (slika 7). Udaljeni su od najbližeg kopna 3000 km i zbog toga su najizoliranija skupina otoka na svijetu. Imaju 57 autohtonih vrsta ptica (77% endemi) (slika 8), 2 sisavca (slika 9), 6 vrsta slatkovodnih riba (100% endemi), lankonožaca oko 6000-10 000 (~100% endemi), mekušaca oko 1000 (~100% endemi). Svi gmazovi, vodozemci i veina sisavaca su uneseni.



Slika 8. Havajska guska – nene

Branta sandvicensis (Vigors, 1833)

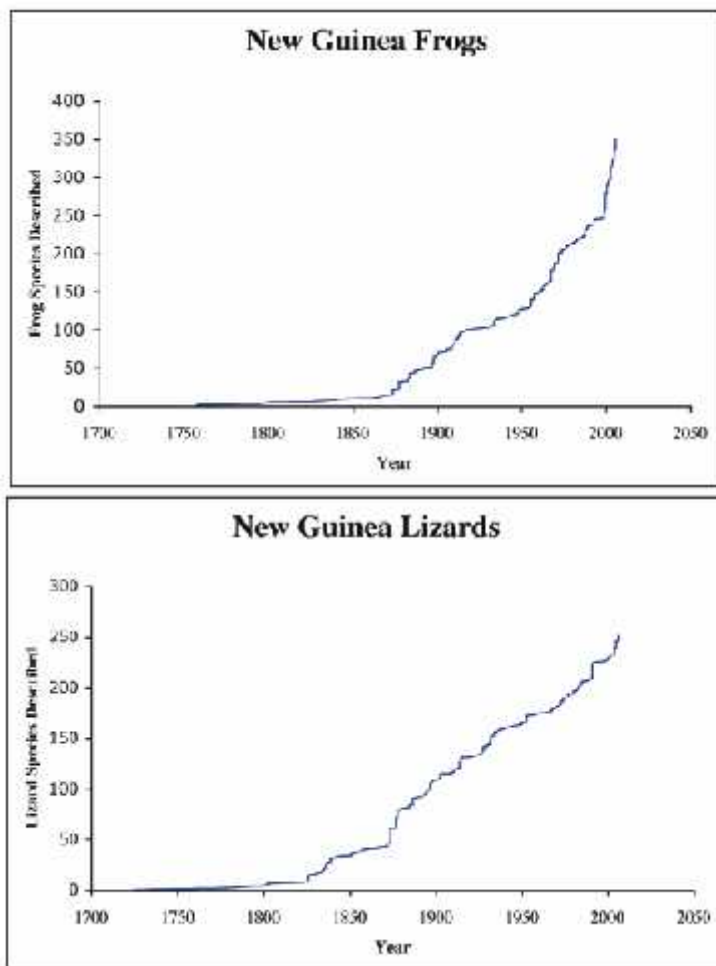


Slika 9. *Lasiurus cinereus* (Beauvois, 1796)



Slika 10. Papua Nova Gvineja (isto ni dio otoka Nova Gvineja)

3.3. Herpetofauna na Novoj Gvineji



Nova Gvineja (slika 10) je najveći i najviši tropski otok i pripada u pet visoko bioraznolikih područja. Zauzima 0.6% svjetskog kopna, ali zato ima 5-7% svjetske bioraznolikosti. Herpetofauna sačinjava 5% svjetske bioraznolikosti vodozemaca i gmazova. Dosadašnji i novi podaci koje su sakupili na području Papue Nove Gvineje ukazuju da je bogatstvo vrsta veće nego što je do sada zabilježeno jer na neke vrste još nisu ni opisane. Osim krokodila i kornjaka ovdje obitava 16 vrsta zmija, 30 vrsta guštera i 33 vrste žaba; ukupno 40 rodova i 11 porodica raznih vodozemaca i gmazova (slika 11).

Slika 11. Trend rasta/pronalaska novih vrsta herpetofaune na Novoj Gvineji (Austin i sur. (2008))

4. IZOLACIJA I EVOLUCIJA

Na otocima uvijek postoji slobodna ekološka niša. Ekološka niša označava fizički prostor u kojem živi neka jedinka, ali i njenu funkcionalnu ulogu u životnoj zajednici, kao i položaj koji zauzima u odnosu na ekološke čimbenike. Kada kažemo da neka vrsta zauzima određenu ekološku nišu, to znači i da se ona razlikuje od druge vrste u pogledu: načina ishrane, razdoblja aktivnosti, korištenja različitih skloništa i dr. Dakle, „slobodnog“ mjesta na otocima ima i to pruža evolucijske prilike za jedinke koje će tek stići i do otoka, a nalaze se na obližnjem kopnu.

Za udaljenije, oceanske otoke veće u ulogu će imati vrste koje se mogu rasprostranjivati na veće udaljenosti. One će imati veću vjerojatnost kolonizacije. Kad se jednom nađu na izoliranom otoku većina ih gubi mogućnost rasprostranjivanja. To je vrlo česta pojava, u kukaca i ptica. Williamson (1981) je proučavao 20 endemskih vrsta kukaca na otoku Tristan de Cunha, koje nisu letjele: 2 vrste su imale reducirana krila.

Takvi primjeri su se pokušali objasniti na više načina. Prvo, vrste koje se mogu rasprostranjivati na velike udaljenosti su podložnije gubitku gena iz genske zalihe („gene pool-a“), odnosno ukupnog broja gena unutar određene populacije na otoku. Kukci mogu biti otpuhani na more i zbog toga ostaju manje disperzivne forme unutar otokovih populacija. Drugo objašnjenje možemo primijeniti na ptice (kao npr. izumrla ptica veliki dodo) koje su izgubile sposobnost leta. Ako na otoku nema predatora onda let nije prednost već nedostak: održavanje krila i letnih mišića energetski je skupo.

Znanstvenici su pokušali dokazati da vjerojatnost gubitka sposobnosti letenja na otocima nije slučajna. Roff (1994) je analizirao ovu tvrdnju na populacijama ptica i kukaca. Došao je do zaključka da nije moguće statistički povezati nemogućnost leta kukaca sa oceanskim otocima. Utvrdio je međutim da većina površina otoka ima blagotvornu selektivnost prema gubitku leta. On je prilikom tih zaključaka uzeo u obzir samo dihotomiju između vrsti koje su mogle letjeti i onih koje ne lete (nije uzeo u obzir one forme koje su evoluirale i imaju smanjenu sposobnost letenja, a nisu u potpunosti izgubile mogućnost leta). Također spominje dva važna čimbenika koji otežavaju razumijevanje: mali uzorak, koji onemogućuje odgovaranje u statističku analizu i filogenetska ograničenja. Do gubitka leta je moglo doći i tijekom specijacije unutar jedne linije ptica, ili posebno za svaku vrstu ptica koje ne lete. Primjerice: za 18 vrsta pingvina iz reda Sphenisciformes drži se da imaju jednog zajedničkog pretka koji je izgubio sposobnost letenja.

Nasuprot tome, kod 41 vrste ptica (npr. kod nojeva, porodica Struthionidae i dr.) imamo od jedan do pet evolucijskih prijelaza do gubitka sposobnosti leta. Osim navedenih primjera, ima i drugih vrsta ptica koje pojavljuju na otocima, a izgubile su sposobnost leta: kagu *Rhynchoceros jubatus* (Verreaux & DesMurs, 1860), veliki dodo *Raphus cucullatus* (Linnaeus, 1758) (slika 11), kakapo *Strigops habroptilus* (Gray, 1845), galapagoski vranac *Phalacrocorax harrisi* (Rothschild, 1898), havajska guska *Branta sandvicensis* (Vigors, 1833). Zaključak je da je vjerojatnost pojave gubitka leta na otocima nego na kopnu (Whittaker, 2007).

Još je nekoliko evolucijskih trendova na otocima vrlo često. Posebno su zanimljiva dva suprotna procesa: divovski rast (gigantizam) i patuljasti rast.

Divovski rast se javlja kao posljedica nedostatka predatorstva ili interspecijske kompeticije, kod kojeg se veličina životinja izoliranih na nekom otoku povećava kroz nekoliko generacija. To je oblik prirodne selekcije kod koje velične dimenzije osiguravaju prednosti u preživljavanju. Velike dimenzije biljojedima često onemogućavaju bježanje ili sakrivanje od napadača, ali na otocima obično nema napadača. Stoga, često ni gigantizam nije evolucijski proces određen potpuno novim okolnostima u životu vrste koji bi određivali njezinu mobilnost (fizički oblik) kao kod ostalog patuljastog rasta, već nedostatak otuđnih grabežljivaca koji bi ih ograničavali u nesmetanom razvoju. Osim grabežljivaca pojava nedostatka interspecijske kompeticije omogućava da velike jedinke uzimaju i velike i male komade hrane za sebe, a i veliki rast osigurava bolju energetske učinkovitost, dulje i lakše preživljavanje u ekstremnim uvjetima. Često ni gigantizam možemo pronaći i kod većine velikih grupa beskralješnjaka (slika 12) i kralješnjaka (slika 13).



Slika 11. *Raphus cucullatus* (Linnaeus, 1758) - veliki dodo, izumrla vrsta koja je živjela na Mauricijusu a izgubila je sposobnost leta



Slika 12. *Gromphadorhina portentosa* (Schaum 1853) - divovski žohar sa Madagaskara, u odraslom stadiju veličine 5-8 cm



Slika 13. *Dipsochelys hololissa* (Günther, 1877) - divovska kornjača sa Sejšela, izumrla u divljini

Patuljasti rast se pojavljuje zbog smanjene potrebe za određenim resursima što je pogotovo bitno na malim otocima gdje su mogući ograničeni. Vrste na takvim otocima su visoko specijalizirane u iskorištavanju prirodnih resursa i uštedavanju energije, te bolje prilagođene na stresne uvjete u okolišu, odnosno imaju bolju mogućnost preživljavanja.

4.1. Životinje patuljastog rasta

Lynx lynx sardiniae (Mola, 1908) - podvrsta risa koji je živio na otoku Sardiniji. Visina mu je bila 35 cm, duljina 1 m, a duljina repa je iznosila 33 cm. Izumrla vrsta.

Urocyon littoralis (Baird, 1857) – vrsta lisice koja živi na otocima u Kaliforniji, veličina varira ovisno o otoku, ali manja je od svojih srodnika (slika 14).



Slika 14. *Urocyon littoralis* (Baird, 1857)

Panthera tigris balica (Schwarz, 1912) – balijski tigar je bila najmanja od svih 8 podvrsta tigrova, koja je živjela na Baliu, duljina sa repom je iznosila od 200-220 cm. Izumrla vrsta također.

Foster (1964) je pokušao objasniti ovaj evolucijski „rulet“ tako što je u obzir uzeo 116 otočnih vrsta ili podvrsta koje su živjele uglavnom od obale Sjeverne Amerike i Europe. Njegovi rezultati prikazani su u tablici 1. Kao što je vidljivo glodavci uglavnom imaju trend gigantizma, dok kod zvijeri, dvojezupci i parnoprstaši u većini slučajeva pokazuju trend smanjivanja na otocima. Općenito, među sisavcima koji koloniziraju otoke veliki imaju tendenciju smanjivanja, dok mali imaju tendenciju povećanja tijela.

Tablica 1. Promjene veličine tijela pojedinih skupina sisavaca na otocima, u odnosu na njihove srodnike na kopnu.

BROJ PODVRSTA	MANJIH	ISTIH	VEĆIH
Marsupialia (Toboljari)	0	1	3
Insectivora (Kukcojedi)	4	4	1
Lagomorpha (Dvojezupci)	6	1	1
Rodentia (Glodavci)	6	3	60
Carnivora (Zvijeri)	13	1	1
Artiodactyla (Parnoprstaši)	9	2	0

Foster je pokušao objasniti kako je do toga došlo. Zaključio je da otoci imaju manje vrsta i zbog toga ima manje predatora i konkurenata sa kojima bi se pridolice mogle suočiti. U takvim okolnostima čini se da glodavci imaju veću prednost, a što se tiče životinja koje se smanjuju ponudio je odgovor samo za parnoprstaše: pripadnici ove skupine vrlo su osjetljiviji na promjene u okolišu, posebno na nedostatak hrane, te su manje jedinice uspješnije i lakše opstaju na otocima.

Ted J. Case. (1978) je pokušao nadopuniti Fosterovo istraživanje. Predmet njegovog istraživanja bio je legvan *Sauromalus various* (Dickerson, 1919) (slika15). Ova je vrsta tri puta veća od svog najbližeg kopnenog srodnika. Case je međutim primijetio da iste vrste guštera ili glodavaca mogu biti relativno velike na nekim otocima, a na drugima ne. Kao primjer je dao služaj dviju vrsta egртуša koje žive na pustinjском otoku Angel de la Guarda u Kalifornijskom zaljevu i na Meksikom kopnu. Vrsta *Croatalus atrox* (Cope, 1861) dijamantna egртуša veća je od vrste *Crotalus mitchellii* (Cope, 1861) pjegave egртуše na meksikom kopnu. Međutim na otoku Angel de la Guarda, situacija je obrnuta, *C. mitchellii* veća je od *C. atrox*. Cope je ovaj služaj objasnio redosljedom kolonizacije: vrsta *C. mitchellii* vjerojatno je prva naselila otok te u nedostatku kompetitora i predatora povećala veličinu tijela. Kada je vrsta *C. atrox* stigla na otok niša za veliku egртуšu je već bila zauzeta i zbog toga se prilagodila i razvila u manju formu.



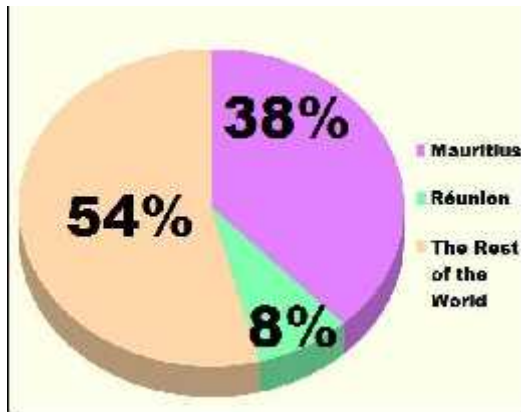
Slika 15. Legvan *Sauromalus various*

5. IZUMIRANJE

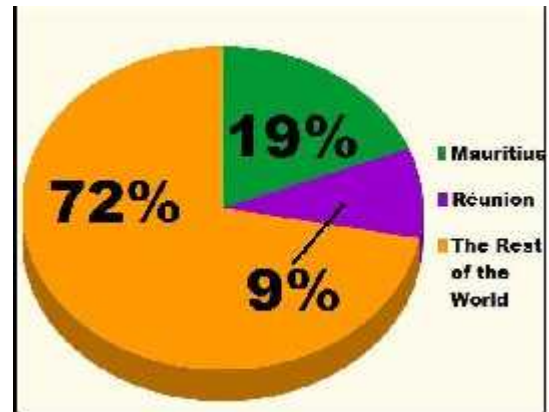
U biologiji i ekologiji izumiranje označava kraj jednog organizma ili grupe taksona. Trenutak izumiranja je vrijeme kada je nestala i posljednja jedinka određene vrste.

Evolucija traje tisućama godina. Znanstvenici pokušavaju shvatiti složenost dinamike između uodnosa distribucije vrsta i njihove adaptacije, ali nažalost za neke vrste je već kasno. Ljudi, domaće životinje, kućni ljubimci, nametnici i bolesti imaju jako veliki utjecaj na autohtone otočne vrste. One nisu u mogućnosti braniti se ili brzo prilagoditi ovim novonastalim uvjetima jer se nikada nisu sa njima srele.

Prema Konvenciji u biološkoj raznolikosti od 724 zabilježena izumiranja vrsta u posljednjih 400 godina oko 50% otpada na otočne vrste. Na primjeru otoka Mauricijus i Réunion vidimo razmjere izumiranja, koje se većinom odnose na ptice i gmazove. Veličina otoka Mauricijusa je 2040 km², dok je veličina Réuniona 2512 km². Između 1990. i 1999. godine ti otoci su imali 46% od svih zabilježenih izumrlih vrsta gmazova (slika 16). U isto vrijeme oba otoka su imala i 28% izumrlih vrsta ptica (slika 17).



Slika 16. Postotak izumrlih vrsta gmazova na otocima Mauricijus i Réunion u razdoblju 1990. -1999.



Slika 17. Postotak izumrlih vrsta ptica na Mauricijusu i Réunionu u razdoblju 1990. -1999.

WCMC and World Conservation Union (IUCN), 1996 IUCN Red List of Threatened Animals

5.1. Tigrovi u Indonezijskom otoku

Na Indonezijskom otoku Bali živjela je posljednja podvrsta tigra *Panthera tigris balica* (Schwarz, 1912) - balijski tigar; (slika 18).



Slika 18. Balijski tigar (*Panthera tigris balica*) danas postoji podvrsta tigra *Panthera tigris sumatrae* (Pocock 1929) - sumatranski tigar jest Sumatra.

Ova je podvrsta bila najmanja od svih 8 podvrsta tigrova: duljina sa repom je iznosila od 200-220 cm. Nestala je uslijed uništavanja staništa i povećanjem lova. Sličnu sudbinu je doživjela i podvrsta *Panthera tigris sondaica* (Temminck, 1844) koja je živjela na otoku Javi. Iako je proces trajao 50 godina dulje, potreba za kožom i sukobi sa stanovnicima je doveli su do masovnog izlovljavanja. Jedini otok u Indoneziji na kojem i

Od 1600 godine do danas izumrla je 171 vrsta i podvrsta ptica. Od ukupnog broja vrsta koje su izumrle 155 ili 90% ih je živjelo na otocima. Samo 20% ptica nalazimo na otocima koji su staništa sa ograničenim brojem vrsta. Ako uzmemo u obzir veličinu otoka, od ukupnog izumiranja ptica 75% se dogodio na malim, a ne na velikim otocima (Quammen, 1997).

5.2. Izumiranje ptica na Havajskom otoku: havajke - porodica Drepanididae

Zadnjih nekoliko stoljeća na otoku je izumrlo 6 vrsta i 4 podvrste ptica ove porodice.

Himatione sanguinea freethi (Rothschild, 1892), apapan je izumrla 1923, kada su zadnja 3 primjerka viđena na izložbi Američkog biološkog društva. Izumiranje ove vrste ptica koja je bila endem tog otoka (slika 19) je rezultat uništavanja staništa od invazivne vrste zeca koja je pak unesena na otok Laysan iz komercijalnih razloga.

Vrste **Rhodacanthis palmeri** (Rothschild, 1892) i **Rhodacanthis flaviceps** (Rothschild, 1892) zadnji podatci o ovim vrstama su iz 1896. i 1894. godine. **R. palmeri** živjela je u Koa šumi na Havajima na visini od 1219 m bila je najveća iz svoje skupine, dok je **R. flaviceps** već tada bila ograničena na područje od 10,4 km².

Drepanis pacifica (Gmelin, 1788) je izumrla 1898. god. Zadnji put je viđena iznad grada Hilo. Najvjerojatniji razlog izumiranja je vezan za uništavanje staništa, unesene predatore i bolesti (slika 20).

Drepanis funerea (Newton, 1894), zadnja jedinka iz 1907. izumrla je vjerojatno zbog unosa smeđeg štakora i mungosa (slika 21).



Slika 19. *Himatione sanguinea freethi*



Slika 20. *Drepanis pacifica*



Slika 21. *Drepanis funerea*

6. OTO NA STANIŠTA

Veliki problem današnjice je fragmentacija staništa kao rezultat ljudskih djelatnosti. Ovi mali dijelovi funkcioniraju sli no kao i izolirani otoci u pravom moru. Vrste koje se nalaze u ovim fragmentiranim dijelovima postaju osjetljivije na izumiranje.

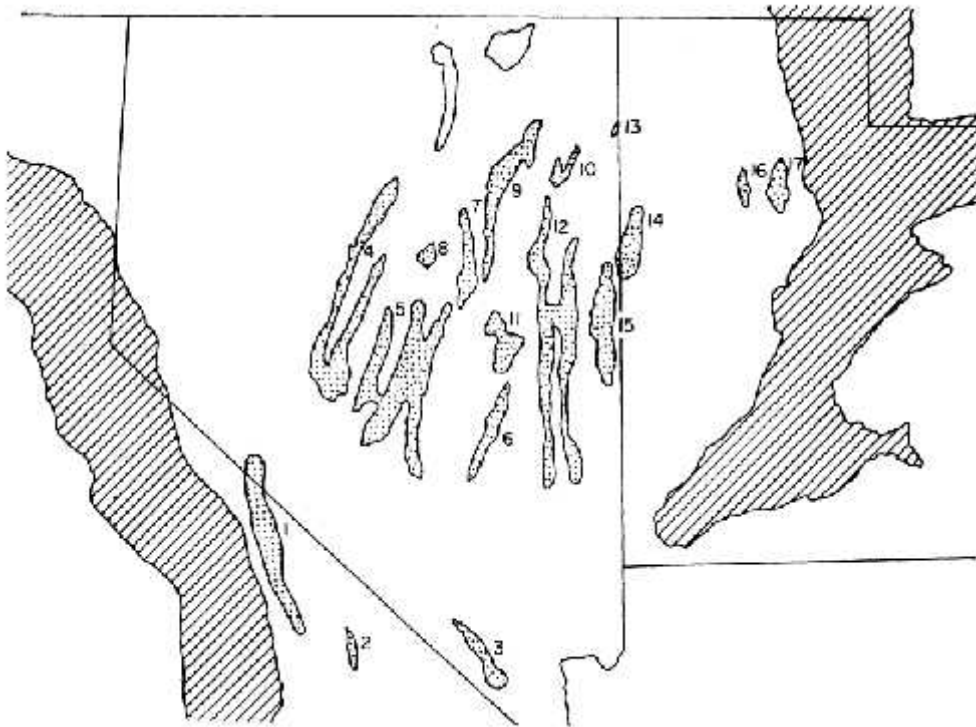
Nacionalni parkovi i zašti ena podru ja tako er formiraju otoke unutar ljudski izmijenjenih krajolika. Vrste koje ih nastanjuju podložne su izumiranju. To se posebno odnosi na vrste kojima je potreban ve i prostor za kretanje i preživljavanje. Istraživanje Newmarka (1995) pokazalo je snažnu korelaciju izme u veli ine 14 nacionalni parkova u zapadnom dijelu SAD-a i broja vrsta sisavaca koji u njima obitavaju.

Newmark je zabilježio nestanak 29 populacija sisavaca u nacionalnim parkovima SAD-a zbog „oto nog efekta“. Netale su primjerice vrste poput: lisice *Vulpes vulpes* (L., 1758) u NP Bryce Canyon, zerdava *Mustela erminea* (L., 1758) i pjegavog smrdljivaca *Spilogale putorius* (L., 1758) u NP Crater Lake. U svih 29 slu ajeva nestanak je povezan sa veli inom parka: manji parkovi su izgubili više vrsta sisavaca. Newmark je zaklju io da bi za reintrodukciju tih vrsta trebalo znatno pove ati veli inu nacionalnih parkova. Nacionalni park Yellowstone, najve i park u SAD-u, nije pretrpio niti jedan gubitak zbog „oto nog efekta“. Ipak, medvjed grizli *Ursus arctos horribilis* (Ord, 1815) u opasnosti je zbog male populacije i velikih teritorijalnih zahtjeva. Me utim i nacionalni park Yellowstone se tako er smanjuje zbog sije e šuma i naseljavanja ljudi na njegovim rubnim dijelovima.

Ova saznanja se mogu primjeniti u konzervacijskoj biologiji prilikom odre ivanja podru ja koje želimo zaštititi. Osim raznolikosti staništa trebamo pozornost obratiti i na veli inu tog podru ja. Jedno veliko stanište je uvijek bolje nego nekoliko malih. Osim toga koridorima možemo spojiti odvojene fragmente kako bi životinje dobile ve u površinu na kojoj se mogu kretati.

Brown (1971, 1978) je usporedio broj vrsta sisavaca koji se nalaze na planinskim vrhovima Velikog Bazena, Sierra Nevade ("sniježne planine") i Stjenjaka. Rasprostranjenost sisavaca je uspore ivao prema MacArthur & Wilson teoriji oto ne bioraznolikosti. Pod „kopnom“ je smatrao podru je Sierra Nevade i Stjenjaka, a dijelove Velikog Bazena je smatrao „planinskim otocima“. Te vrste sisavaca su porijeklom iz borealne faune sa istoka (Stjenjaka) i zapada (Sierra Nevade).

Pod planinskim otocima je smatrao planinske vrhove iznad 3050 metara koji su izolirani od ostalog područja dolinom koja se proteže od 2300-3050 metara. Ta visina odgovara donjoj granici šume hrasta i bora. Ukupno je bilo 17 otoka Velikog Bazena između u Sierra Nevade na zapadu i Stjenjaka na istoku (slika 22).



Slika 22. Kopno (velika iscrtkana područja na istoku i zapadu) i planinski otoci (1-17) koji su promatrani u Sjevernoj Americi

Primjetio je da stupanj kolonizacije i ekvilibrijum model odgovaraju, ali rasprostranjenost malih sisavaca se nije uklapala. Broj borealnih vrsta je u jakoj vezi sa veličinom otoka, na većim područjima nalazio je više i broj sisavaca. U šumama Velikog Bazena primjetio je nedostatak malih borealnih sisavaca iako odgovarajuće stanište postoji u odnosu na okolno kopno.

Zabilježio je 11 vrsta: bjelonogi zec *Lepus americanus* (Erxleben, 1777), planinski dabar *Aplodontia rufa* (Rafinesque, 1817), *Tamias alpinus* (Merriam, 1893), *Tamias townsendii* (Bachman, 1839), *Tamias speciosus* (Merriam, 1890), *Tamiasciurus hudsonicus* (Erxleben, 1777), *Tamiasciurus douglasii* (Bachman, 1839), *Glaucomys sabrinus* (Shaw, 1801) itd. kako niti jedna od tih vrsta nije pronađena na Velikom Bazenu on je zaključio da je to zbog toga što tamo nisu nikada imigrirale, a ne zbog imigriranja i zatim izumiranja. Iako su sisavci koji nastanjuju takve šume ovdje bili odsutni primjetio je da ima mnogo vrsta ptica koje su karakteristične za takvo stanište.

7. LITERATURA:

Austin, C.C., Hayden, C.J., Bigilale, I., Dahl, C. & Anamiato, J. (2008): Checklist and comments on the terrestrial amphibian and reptile fauna from Utai, Northwestern Papua New Guinea. *Herpetological review* 39 (1): 40-46

Brown, J. H. (1971): Mammals on mountaintops: non-equilibrium insular biogeography. *The American Naturalist* 105: 467–478

Brown, J. H. (1978): The theory of insular biogeography and the distribution of boreal birds and mammals. *Great Basin Naturalist Memoirs* 2: 209–227

Case, J.T.(1978): A general explanation for insular body size trends in terrestrial vertebrates. *Ecology*, 59 (1): 1-18

Darlington, P.J. (1957): *Zoogeography: The Geographical Distribution of Animals*. John Wiley and Sons, New York

Foster, J. R. (1964): The evolution of mammals on islands. *Nature* 202: 234 -235

McArthur i Willson (1967): *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, New Jersey

Newmark, W.D. (1995): Extinction of Mammal Populations in Western North American National Parks. *Conservation biology*, 9 (3): 512-526

Quammen, D. (1997): *The Song of the Dodo: Island Biogeography in an Age of Extinctions*. Simon & Schuster Adult Publishing Group, New York

Roff, D.A. (1994): The evolution of flightlessness: is history important? *Evolutionary ecology* 8: 639-657

Whittaker, R.J. & Fernandez-Palacois, J.M. (2007): *Island evolution. U: Island biogeography; ecology, evolution and conservation*. Oxford Biology, str. 181-184

Williamson, M. (1981): *Island population*. Oxford University Press, Oxford

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/59/Sauromalus_varius_\(4\).jpg/220px-Sauromalus_varius_\(4\).jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/59/Sauromalus_varius_(4).jpg/220px-Sauromalus_varius_(4).jpg)

http://www.sacbee.com/static/weblogs/the_state_worker/hawaii.jpg

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dodo_1.JPG

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Himatione_fraithii.jpg

http://species.wikimedia.org/wiki/File:Drepanis_pacifica-Keulemans.jpg

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drepanis_funerea-Keulemans.jpg

http://farm1.static.flickr.com/154/382549191_23a5b724d5_o.jpg

http://en.wikipedia.org/wiki/File:128763115_a1b78f9cde_o.jpg

8. ZAKLJUČAK:

Na otocima nalazimo mnogo različitih staništa i životinja, koje se u većini slučajeva razlikuju od njihovih srodnika na kopnu. Te razlike ovise o vrsti otoka (kojeg je postanka), površine i udaljenosti od najbližeg kopna. MacArthurova i Wilsonova „teorija ekvilibrija“ nam to objašnjava u obliku matematičkog modela. Broj vrsta koje nastanjuju otok u bilo kojem vremenu je ravnoteža između imigracije novih vrsta i izumiranja vrsta koje su već na njemu. Kao odgovor na posebne uvjete na otocima životinje se tijekom vremena polako mijenjaju, dolazi do evolucije i zbog toga na otocima možemo pronaći mnogo endema. To sve utječe da otoci postaju „hot spots“ bioraznolikosti. Otocna staništa su područja okružena područjem koje ne odgovaraju drugim staništima. Imaju ista obilježja kao i otoci, što je važno prilikom određivanja novih zaštićenih područja kako bi mogli povećati broj i uspješnost preživljavanja vrsta u njima. Otoci i otocna staništa su među najugroženijim staništima na planeti, zbog svoje veličine, izolacije i osjetljivosti. Utjecaji klimatskih promjena i zagađenja, zajedno sa uništavanjem biotopa, pretjeranim iskorištavanjem i invazivnim vrstama sve će biti veći, vidljiviji i pogubniji za faunu tih staništa.

9. SUMMARY:

Islands offer a wide range of habitats for wildlife. Most hold a different animals from mainland, but that depends of types, sizes and distances from nearest mainland. The „Equilibrium Theory“ proposed by MacArthur and Wilson attempts to explain this in the form of a mathematical model. The number of species living on an island at any given time is an equilibrium between immigration and extinction rate. In response of particular conditions on the islands animals slowly change over time, they evolve. We can find lot of endemic species on islands and because of that islands are biodiversity „hot spots“. Islands habitat are areas surrounded by an area of unsuitable habitat, they can be treated like real islands. That is important to know when we are trying to define the protected areas and maximize the carrying capacity of species in them. Biodiversity loss is a particular concern on islands and island habitats. There are “among the most threatened habitats in the world”, due to their small size, isolation and fragility. It is projected that the impacts of climate change and pollution will become increasingly severe and that the impacts associated with habitat change, over-exploitation and, particularly, invasive species will continue to be very high.