

Island biogeography

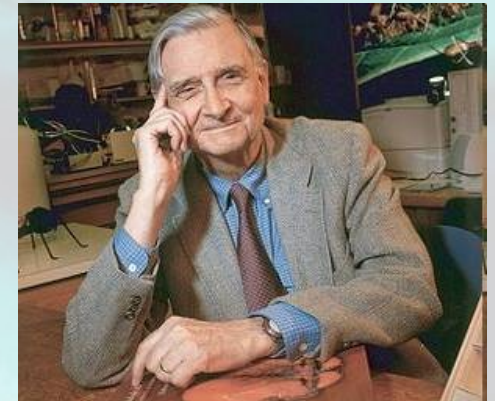
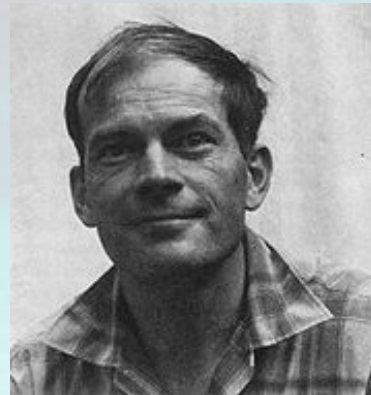


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování patří doc. RNDr. Martinu Reichardovi, Ph.D. za využití jeho učebních materiálů

Úvod

- zvláštní fauna ostrovů zaujala už Forstera, Darwina
- MacArthur & Wilson (1967) **The Theory of Island Biogeography**



- Ostrovy se liší v mnoha faktorech
- „*experiment proběhl v (evoluční historii) nyní sbíráme data*“

Ostrovny

- Typy ostrovů:
 - Kontinentální – osídleny od počátku
 - Sopečné - kolonizovány

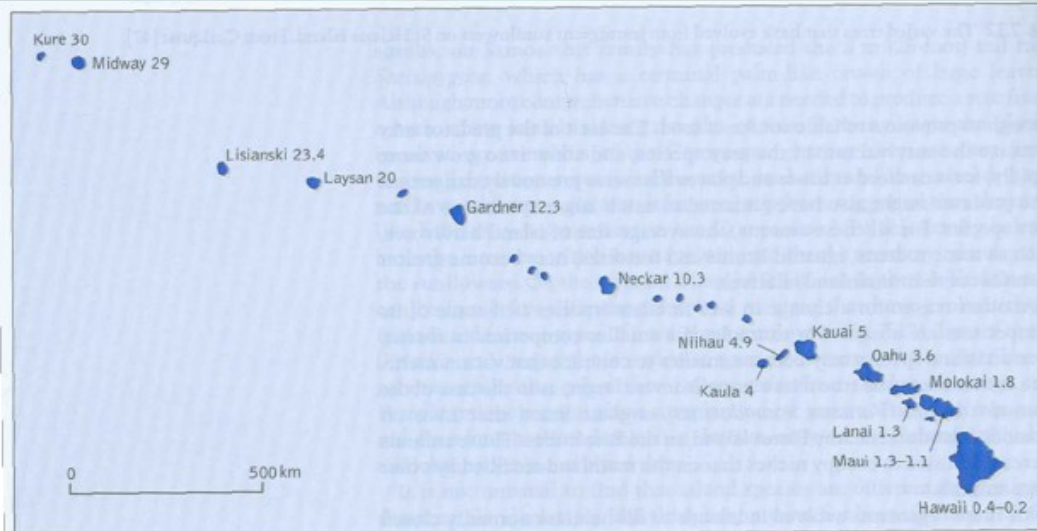
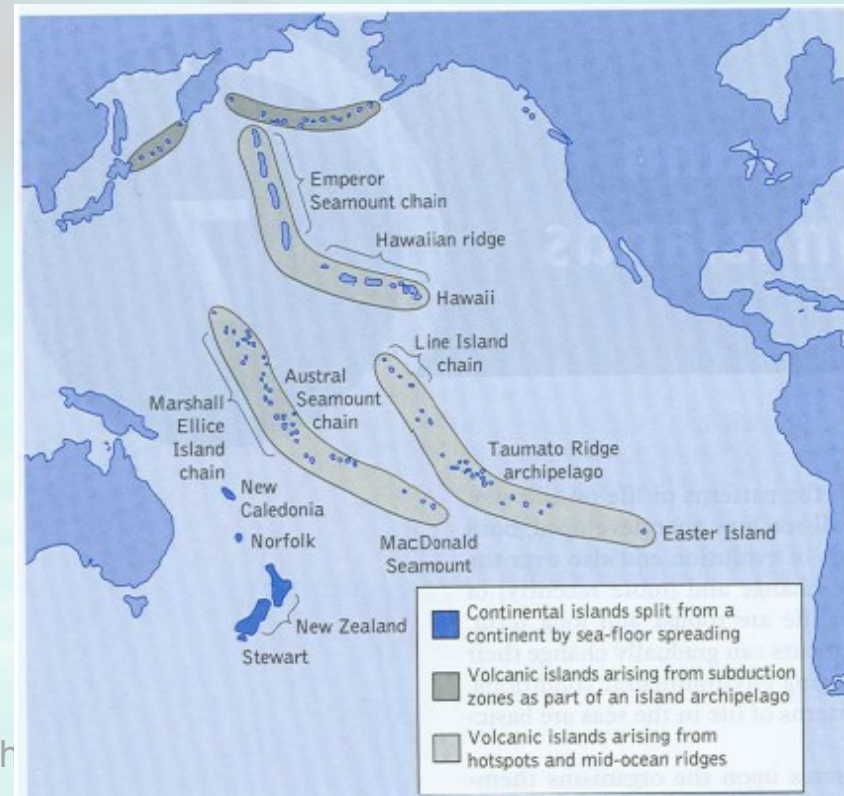


Fig. 7.13 The Hawaiian Island chain. The figures indicate the age of each island, in millions of years.



Ostrovní biotopy



- Vrcholové partie hor
- Jezera
- Jeskyně
- Prameniště
- Rašeliniště...

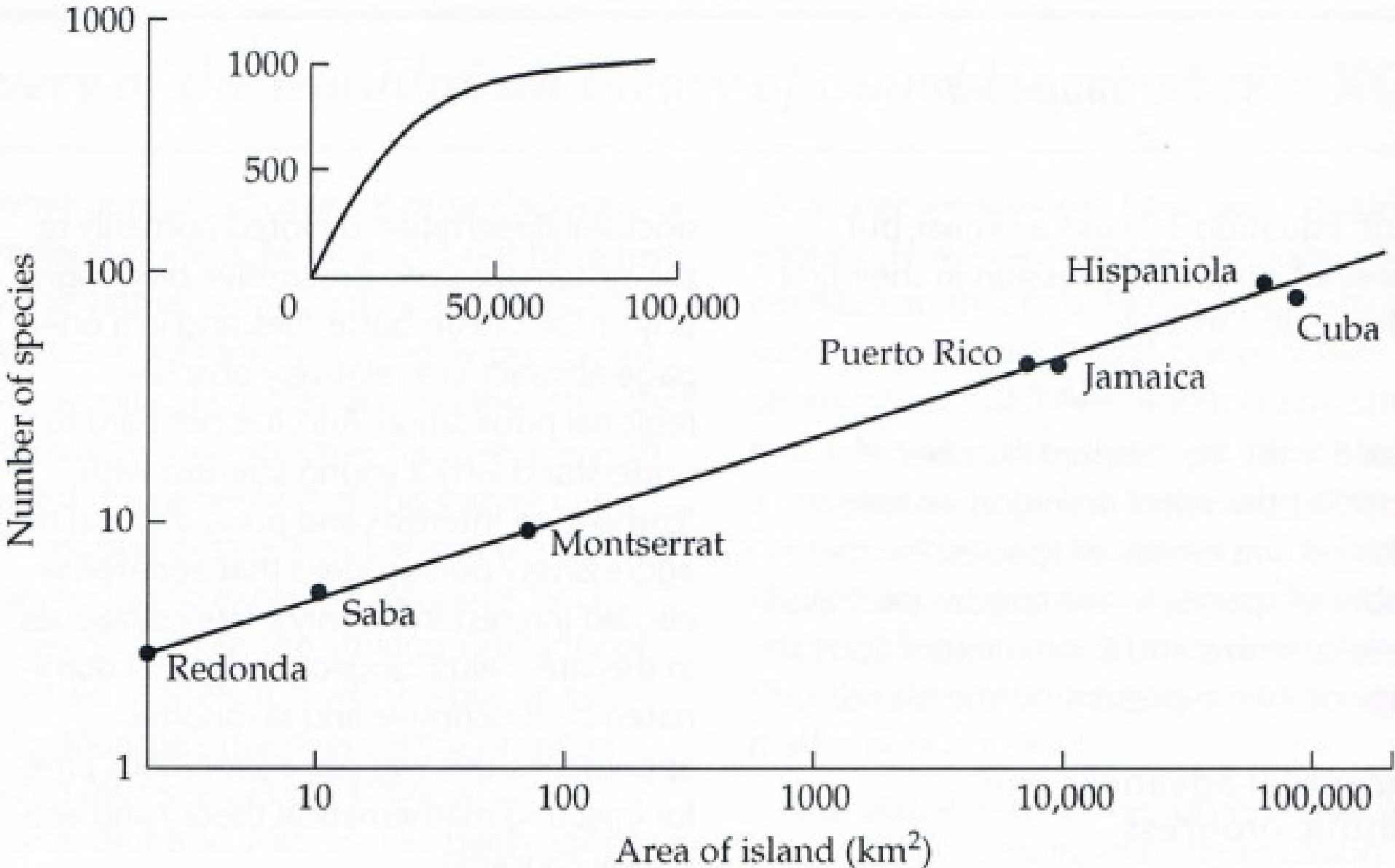
- Princip ÚSES – ostrovy ekologické stability v kulturní krajině

- Společný rys – izolovanost, přesto možnost disperze organismů

Klasický pohled

- **větší ostrovy**, více nik, více druhů
- **ostrovy blíž pevniny**, snazší kolonizace, více druhů
- společenstva ostrovů se mění jen evolučními událostmi, počet druhů determinován omezeným počtem nik

Druhová bohatost závisí na velikosti plochy



Empirický vztah mezi počtem druhů obojživelníků a plazů (S) a plochou ostrova (A) podle originálních dat Darlingtona (1957) z Antil

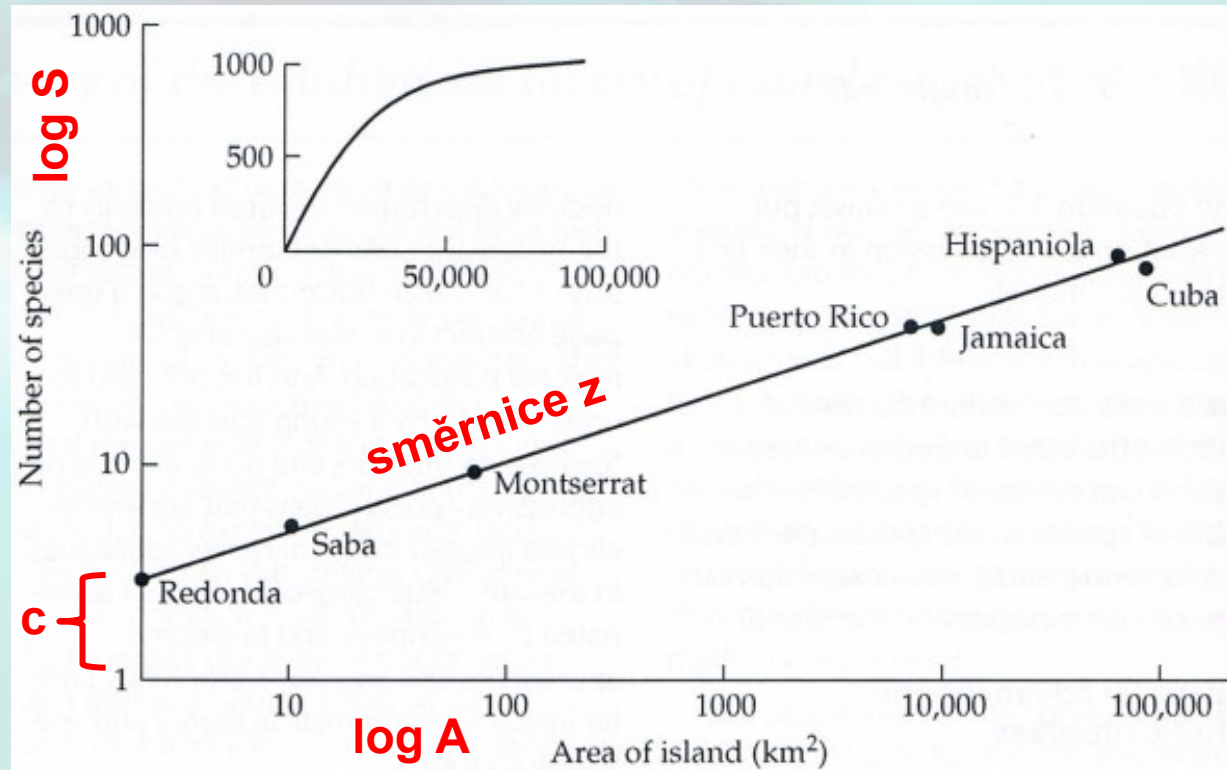
Species-area relationship

- Jeden z nejobecněji platících zákonů ekologie společenstev
- Větší plocha = více druhů (pro všechny taxony i ekosystémy); nelineární

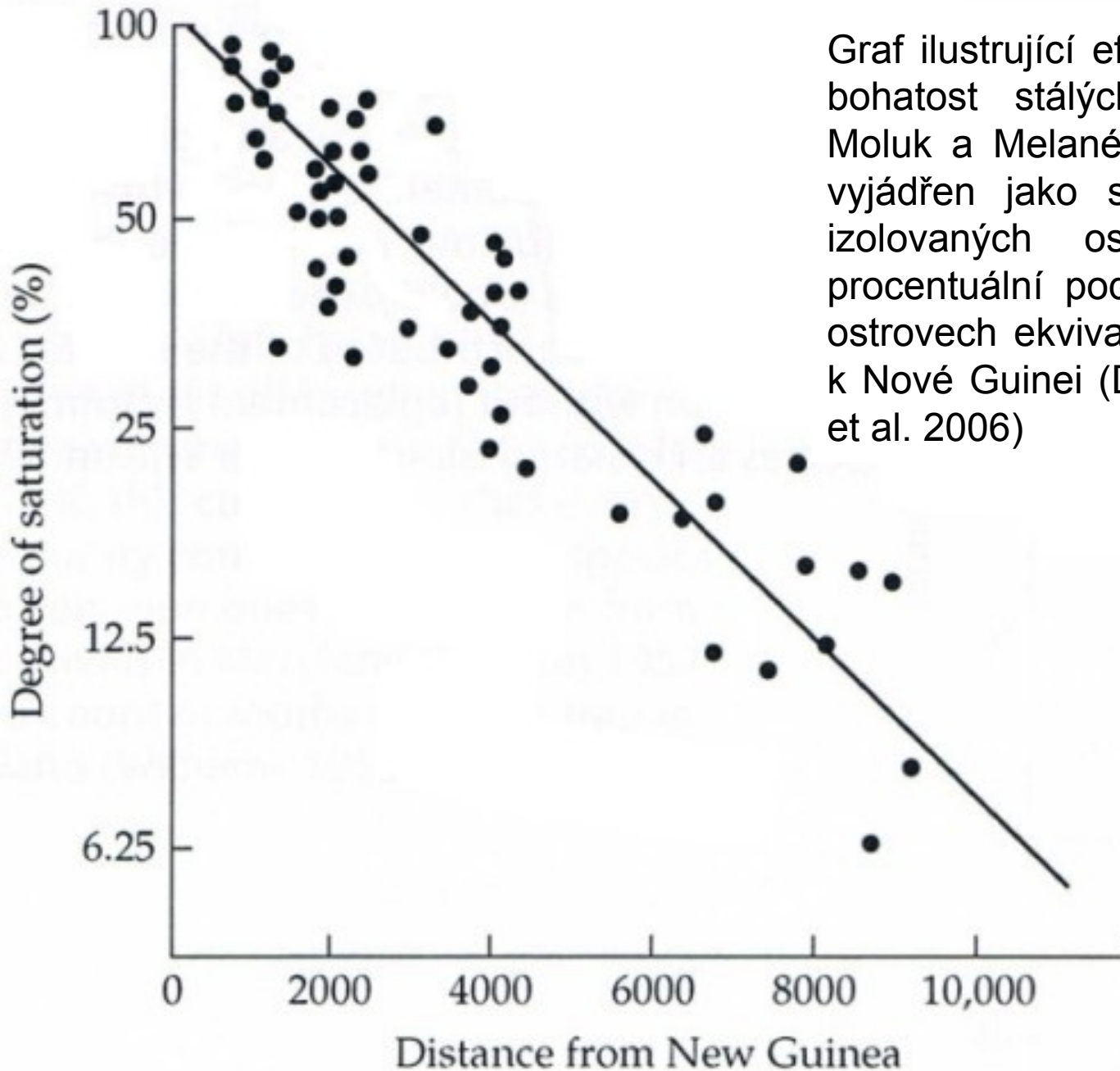
$$S = cA^z$$

$$\log(S) = \log(c) + z \log(A)$$

$$S = d + k \log(A)$$



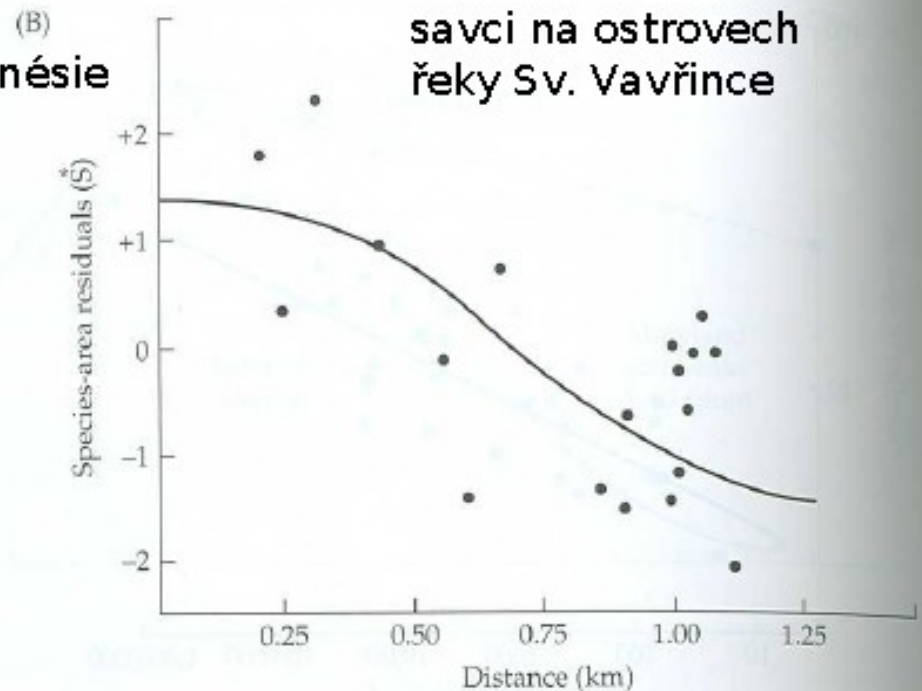
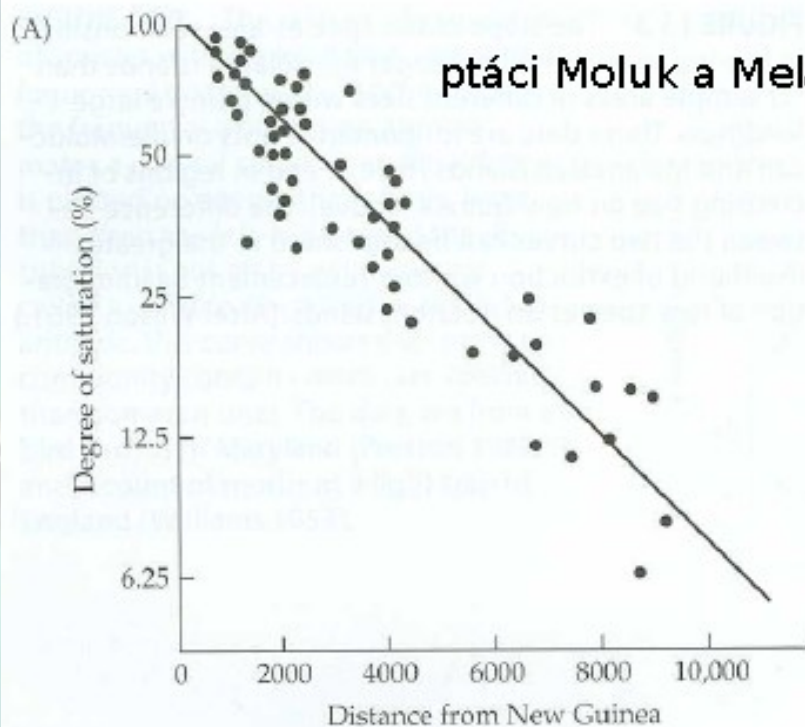
Druhová bohatost závisí na izolovanosti



Graf ilustrující efekt izolace na druhovou bohatost stálých ptáků na ostrovech Moluk a Melanésie. Počet druhů je zde vyjádřen jako saturace - počet druhů izolovaných ostrovů vyjádřený jako procentuální podíl druhů nalezených na ostrovech ekvivalentní velikosti, ale blíže k Nové Guinei (Diamond 1972; Lomolino et al. 2006)

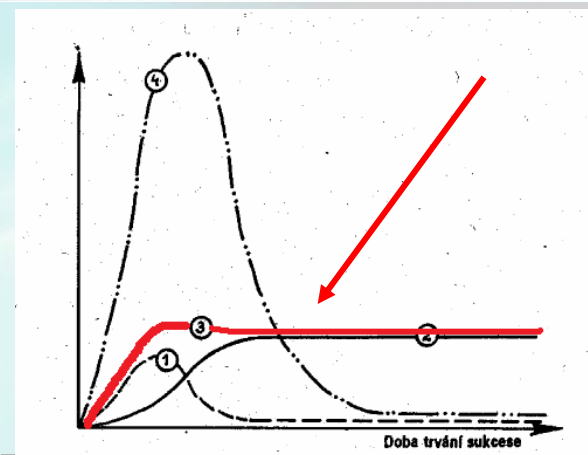
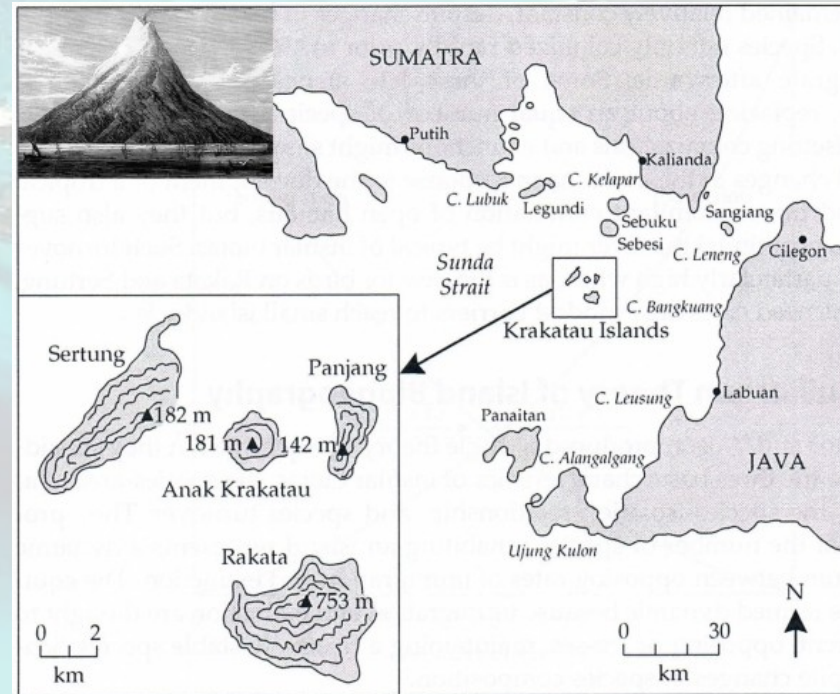
Species-isolation relationship

- Počet druhů závisí na schopnosti disperze
= vzdálené ostrovy – málo kolonistů



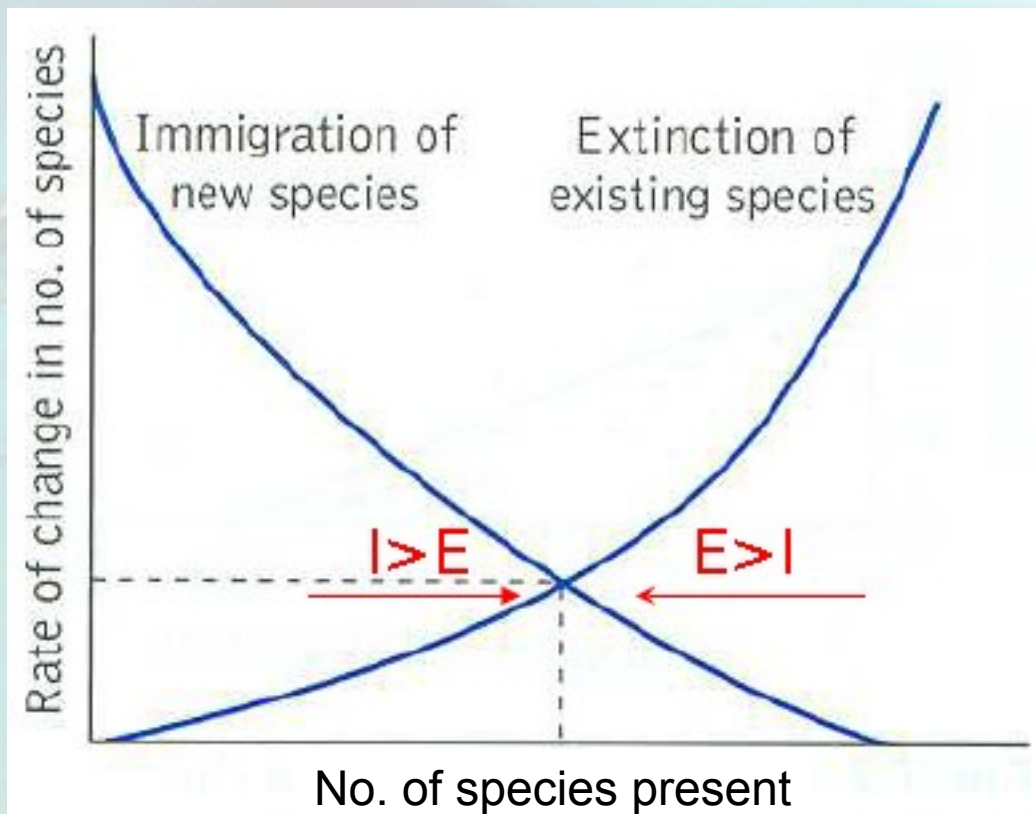
Species turnover

- Dynamika (obměna) druhů
- Primární sukcese na Rakata a Sertung
- **Stabilizace N druhů**
- Jejich složení se však v průběhu času mění
 - Imigrace
 - Extinkce
- Nejen vlivem primární sukcese
- Silnější u málo izolovaných ostrovů



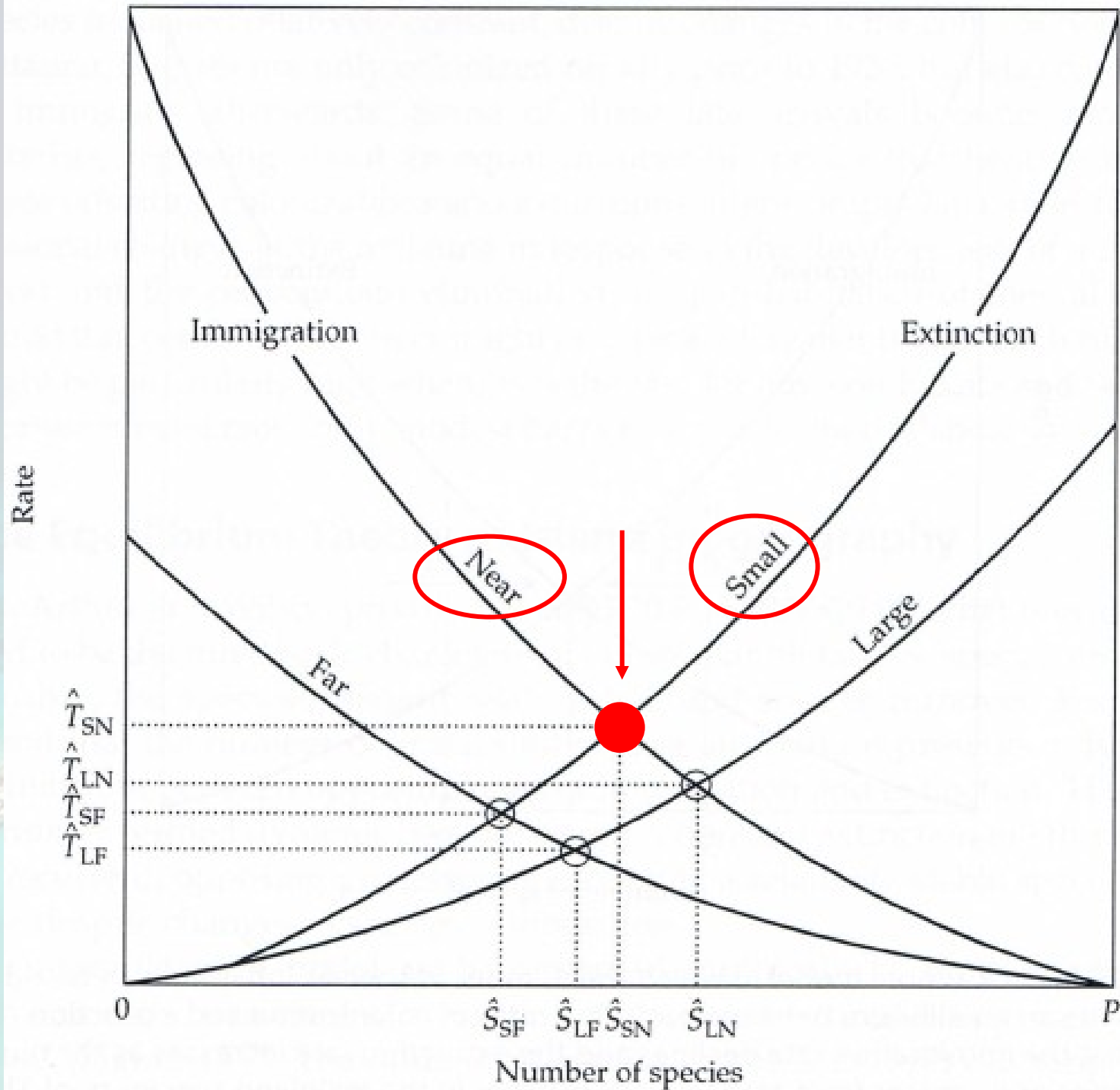
Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie

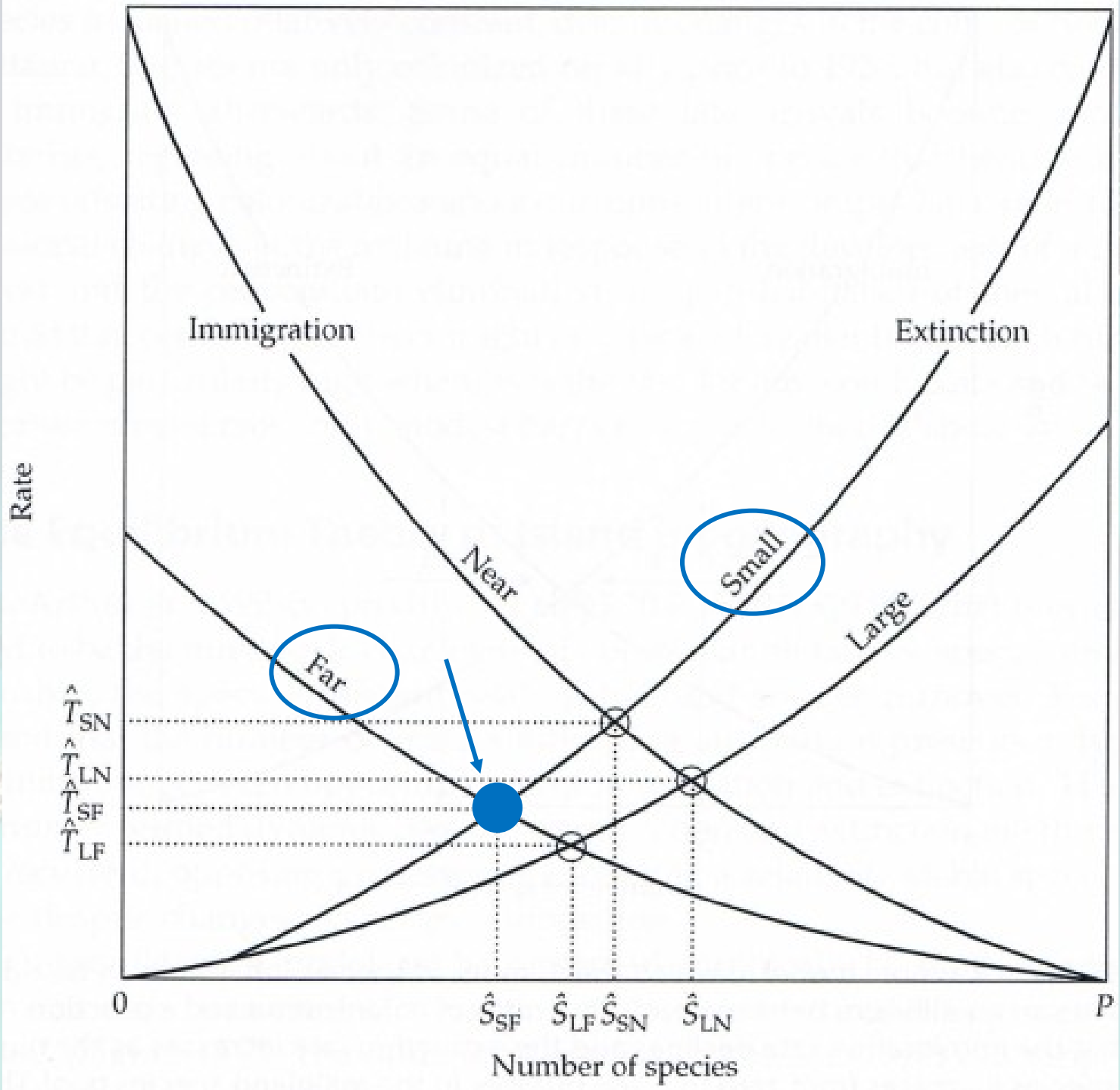
- **Imigrace vs. Extinkce**
=> počet druhů

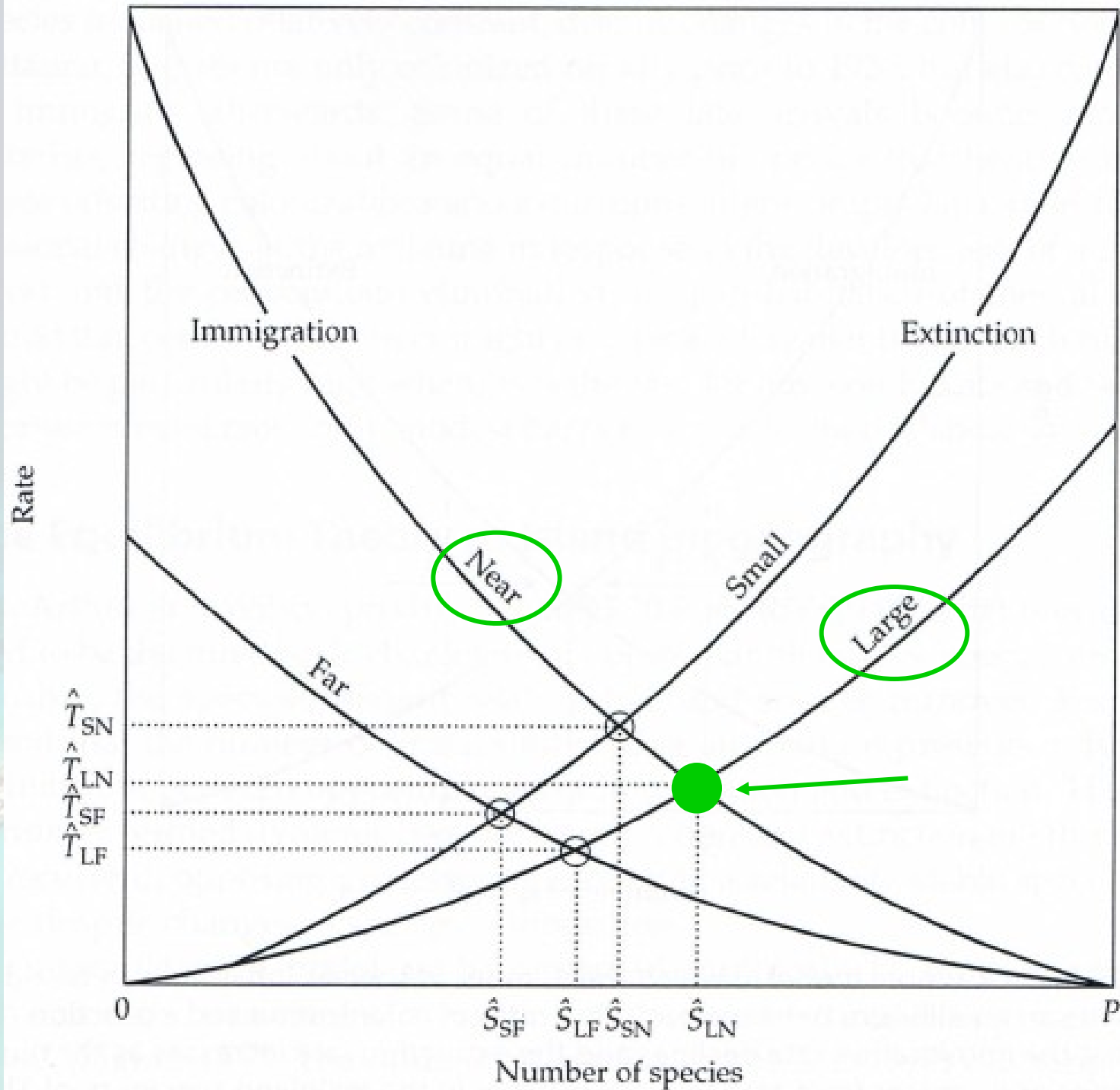


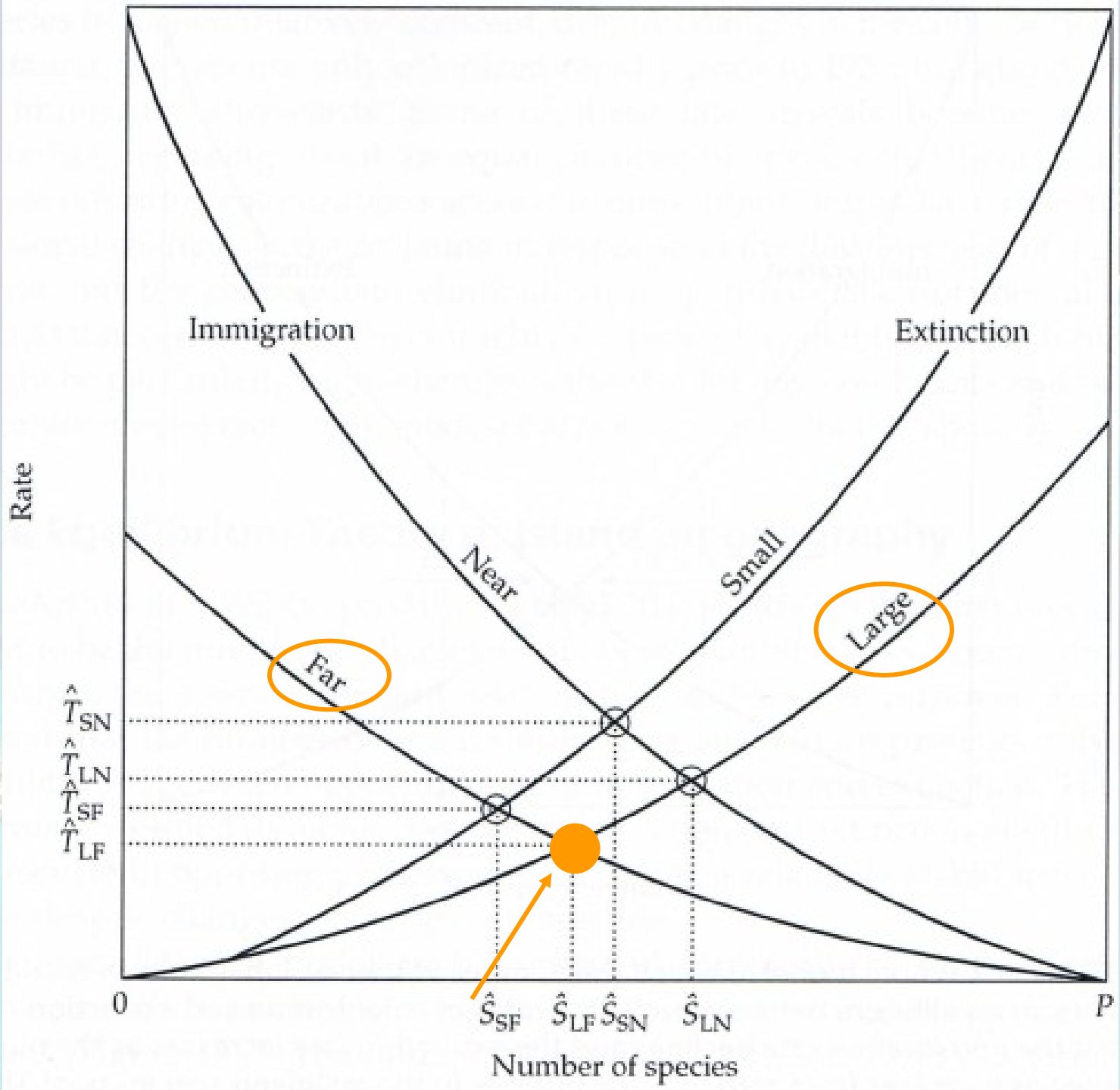
Vliv velikosti a izolace ostrova

- Malá plocha = větší riziko extinkce (vliv na imigraci zanedbatelný)
 - => malé ostrovy – méně druhů a rychlejší obměna
- Menší izolace = větší možnost kolonizace
 - => méně izolované ostrovy – více druhů a rychlejší obměna









Využití

- Predikce:
 - Druhové bohatosti
 - Obměny druhů
 - Návratu do původního stavu po disturbanci

An aerial photograph of a tropical atoll, showing a ring of white sand beaches and lush green vegetation surrounding a shallow turquoise lagoon. The water transitions from light blue near the shore to a deeper blue further out. The overall scene is bright and clear, suggesting a sunny day.

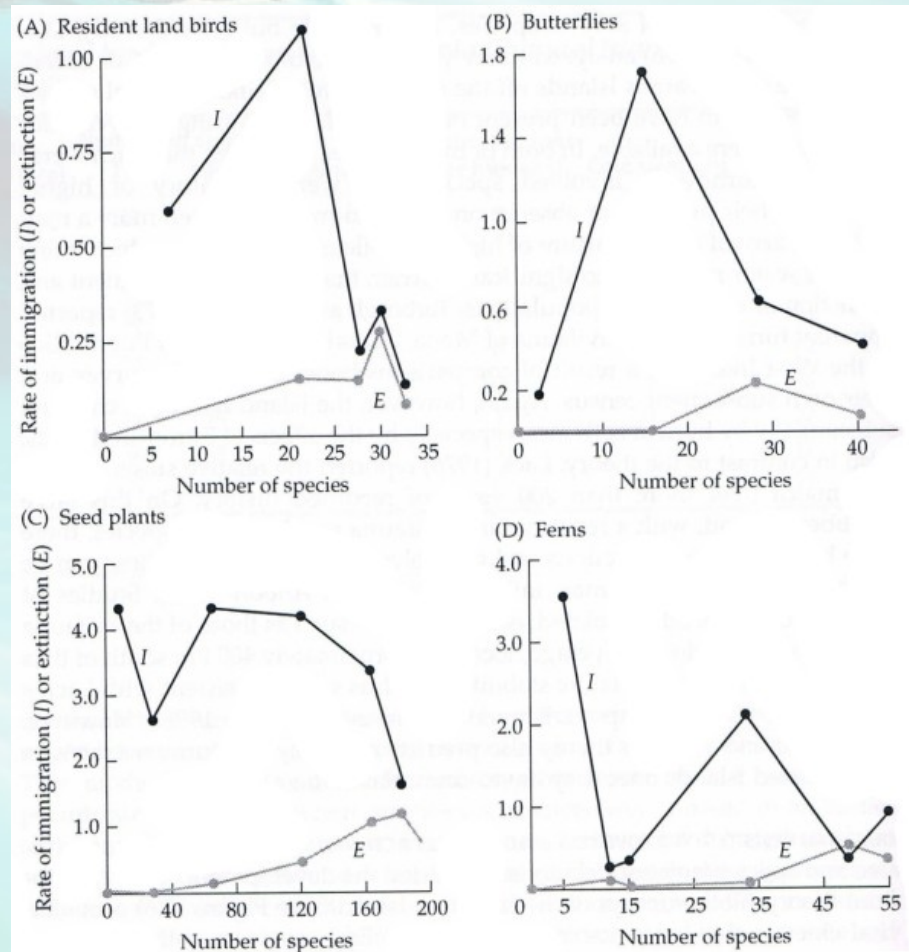
Zatím to bylo jednoduché... 😊

...ale

- **Imigrace a extinkce nejsou nezávislé**
 - Imigrace snižuje možnost extinkce
 - Imigrace je ovlivněna velikostí ostrova
- Specifikum **kontinentálních ostrovů**
- Problematika definice
 - Velikost ostrova (větší plocha = více habitatů)
 - **Target area effect**
 - **Small island effect**
 - Izolovanost ostrova
 - **Rescue effect**
- Vliv **disturbance**
- Vliv **speciace**
- Vliv **schopnosti disperze** jednotlivých druhů
- **Mezidruhové vztahy**
 - Teorii jde o počet druhů, ne jejich složení

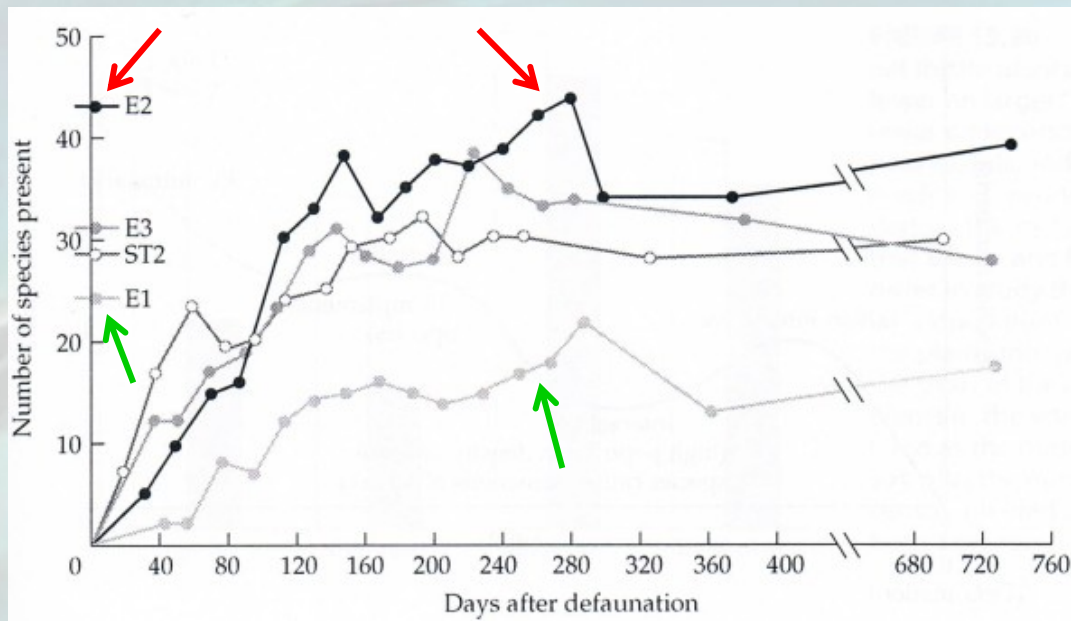
Závislost imigrace a extinkce

- S druhovou bohatostí klesá míra imigrace (naplněné niky)
- S klesající imigrací roste míra extinkce
- Ale – vliv velikosti ostrova
- Sledováno na Krakatau
 - Od r. 1883



Testování teorie

- **Kontrolované experimenty**
 - odstranění členovců z ostrůvků mangrovníků pomocí metylbromidu a záznam rekolonizace
 - rychlá kolonizace, zhruba za rok ustanovena rovnováha
 - nejvzdálenější ostrov nejméně druhů
- **Ojedinelé disturbance = rychlý návrat do rovnováž. stavu**



Specifikum kontinentálních ostrovů

- N druhů ovlivněn také pozůstatkem původní fauny kontinentů
- Mají více druhů než oceánské ostrovy



Victoria Boura

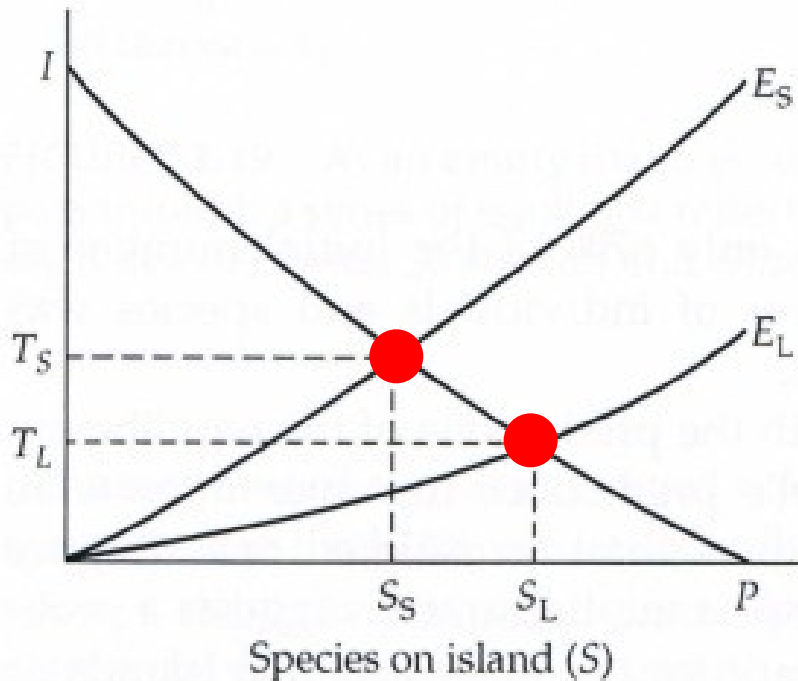


Problém velikosti ostrova

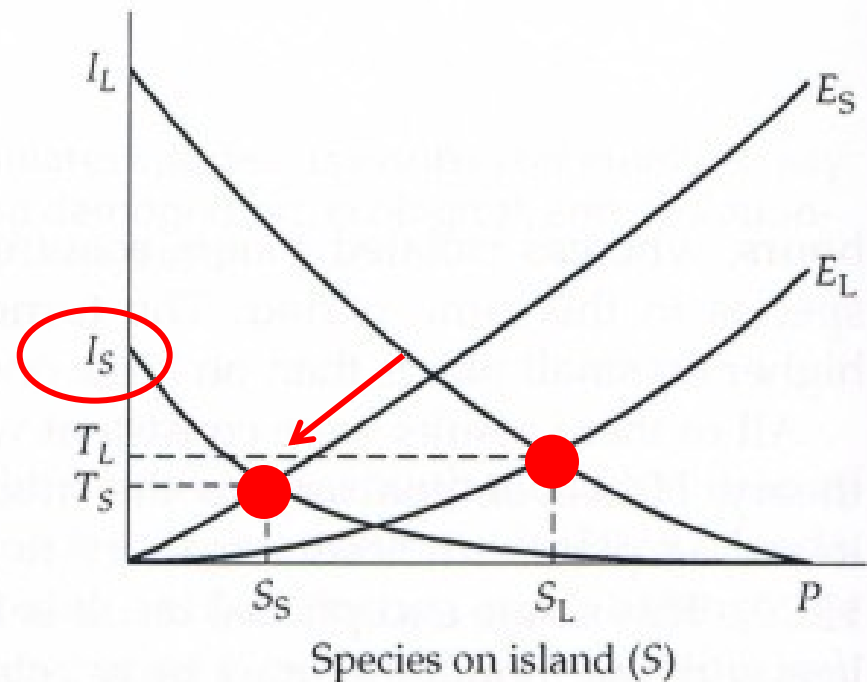
Target area effect

- vliv velikosti ostrova
- větších ostrovů je snáze dosaženo než menších

(A) MacArthur and Wilson's model



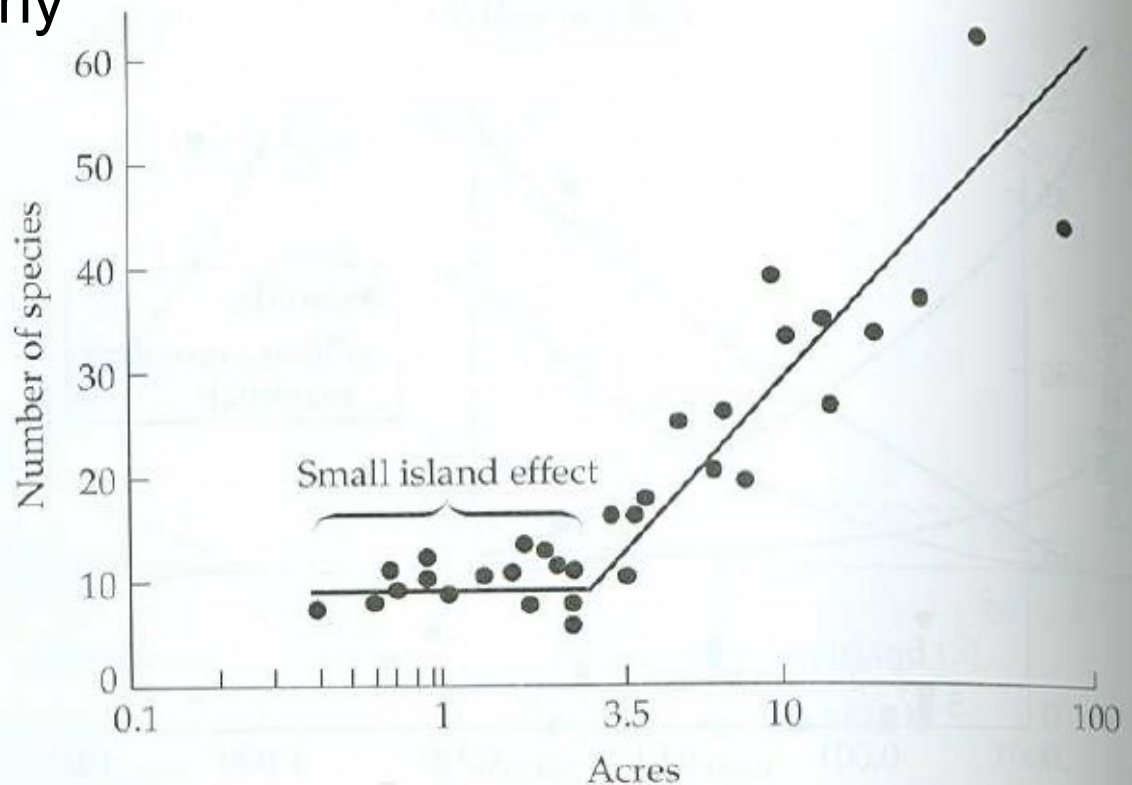
(B) Target area effect



Problém velikosti ostrova

Small area effect

- Specifika malých ostrovů
- Závislost N druhů na velikosti ostrova je zřejmý až od jisté minimální plochy



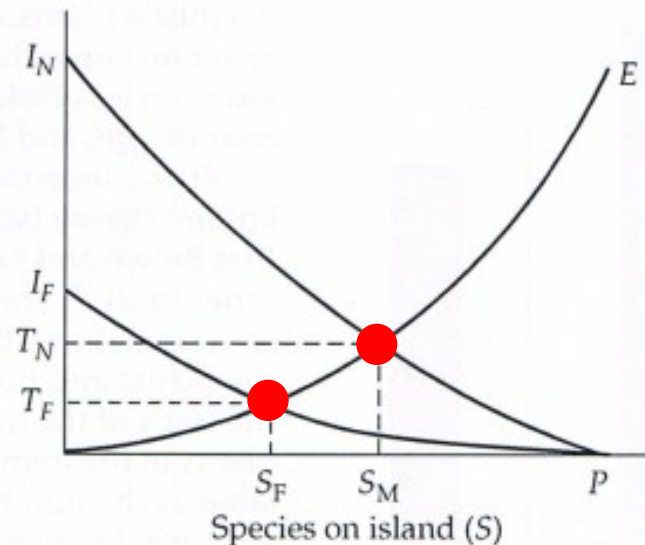
Počty druhů vyšších rostlin na mikronéských atolech

Problém izolovanosti ostrova

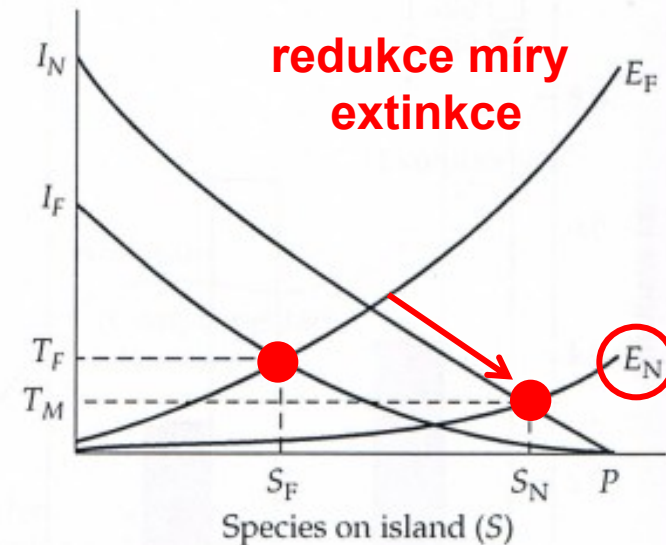
Rescue effect

- vliv blízkosti jiných populací téhož druhu
- zdroj imigrantů **snižuje riziko extinkce** přílivem nových imigrantů, ale také zvyšováním genetické variability ostrovní populace

(A) MacArthur and Wilson's model

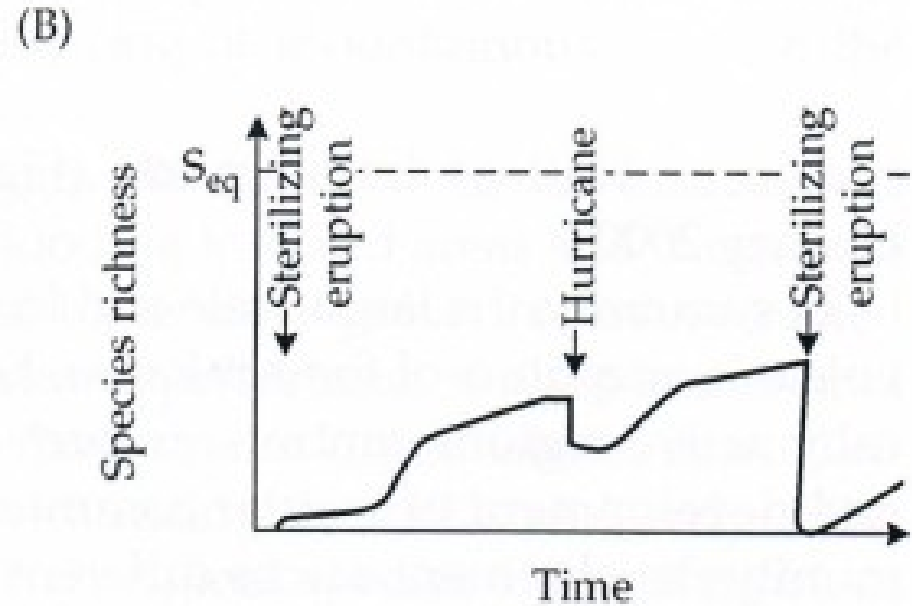
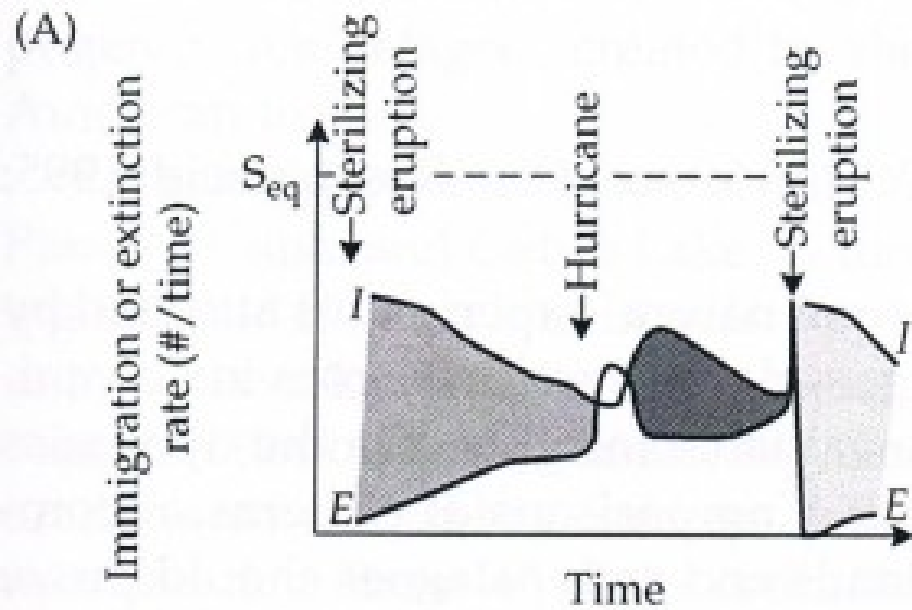


(B) Rescue effect



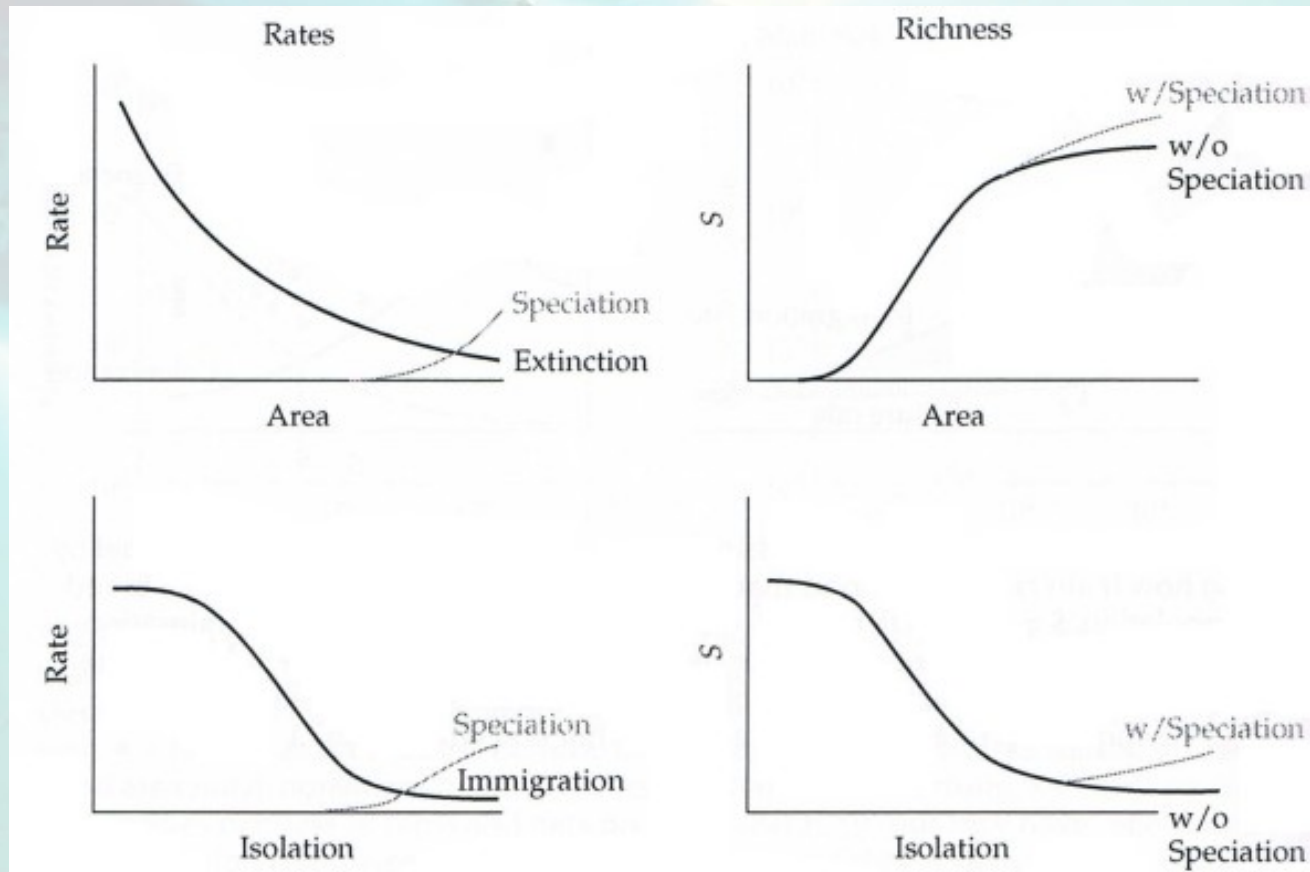
Vliv disturbancí

- Pokud často – prakticky nelze dosáhnout rovnováhy



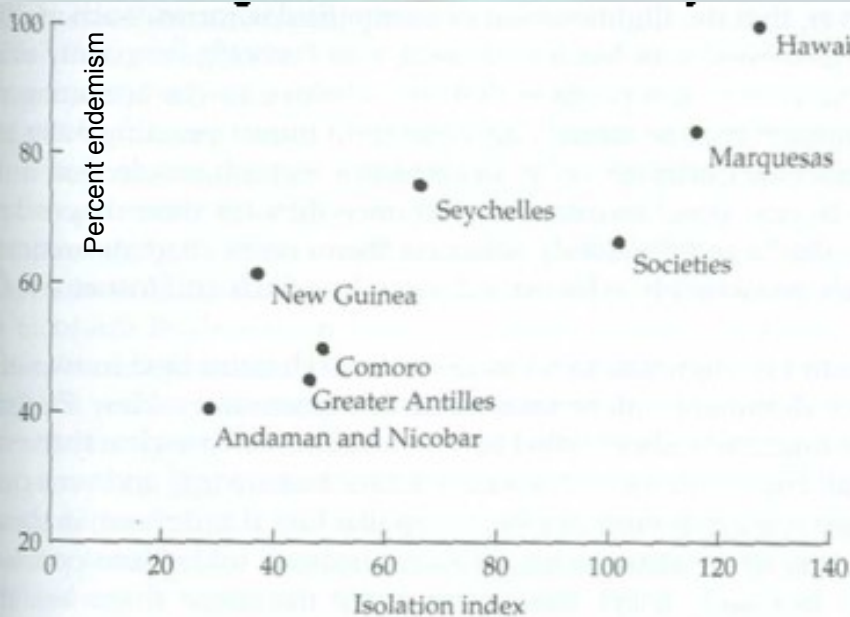
Vliv speciace

- Může „doplňovat“ imigraci
- Větší a hodně vzdálené ostrovy

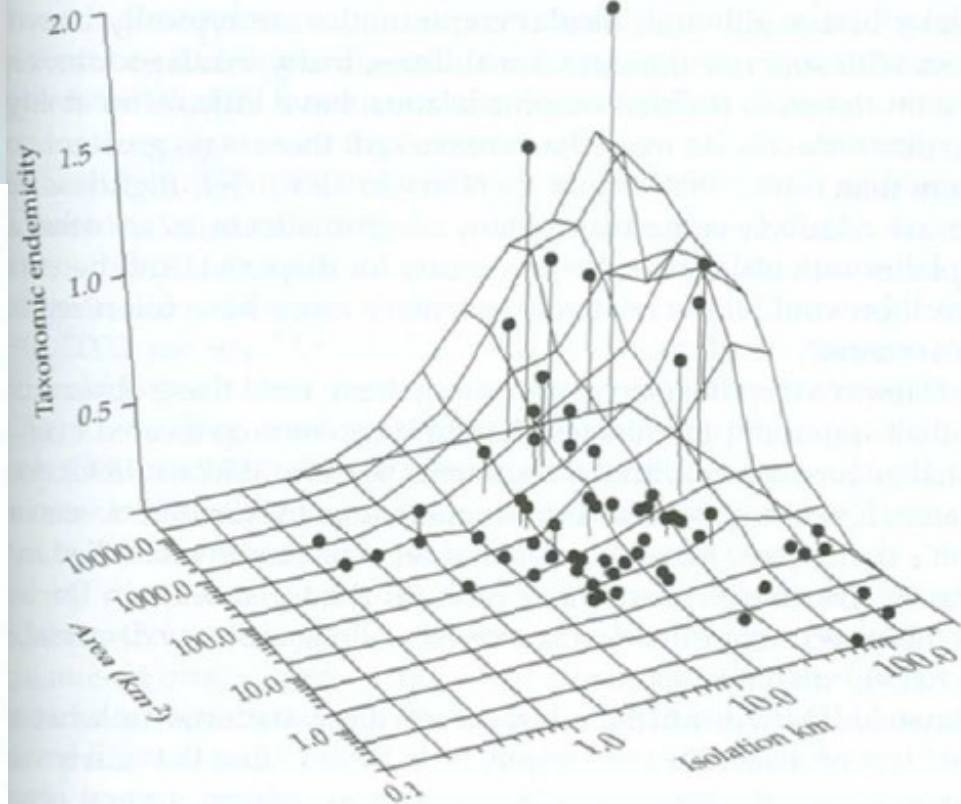


Vliv speciace

- Vyšší míra endemicity velkých a vzdálených ostrovů

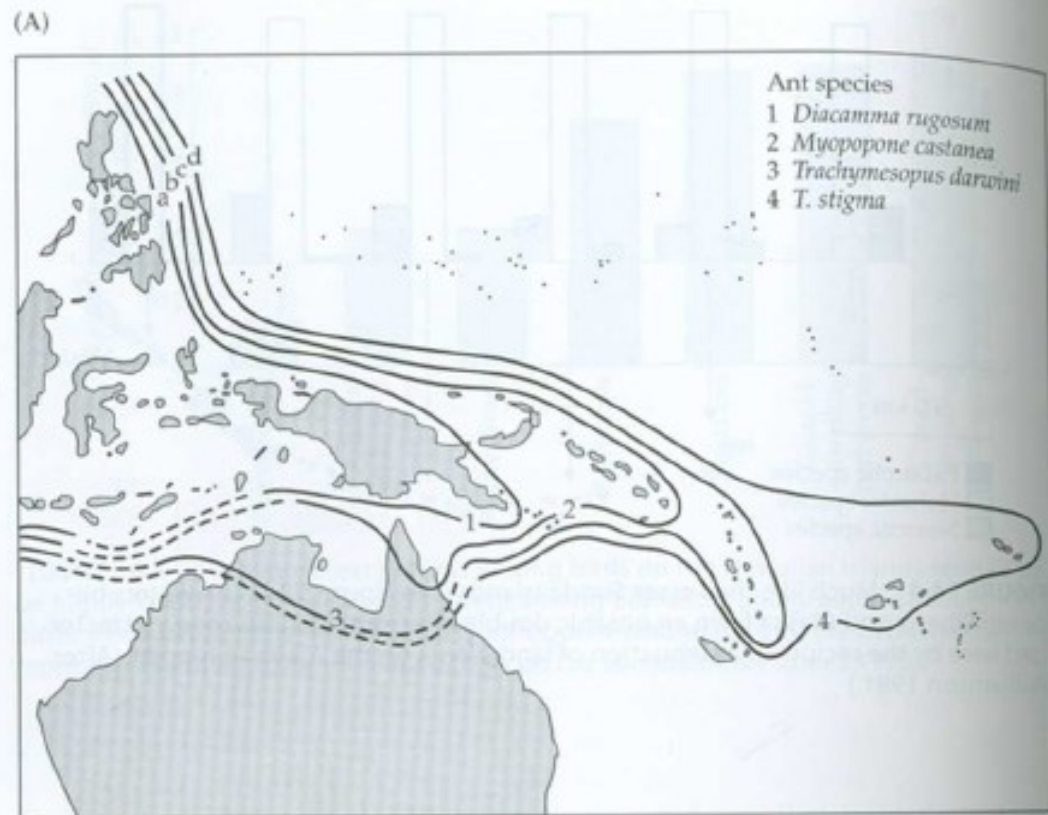
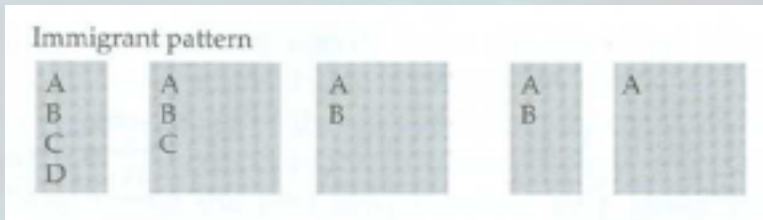


Avifauna severní Melanésie



Vliv schopnosti disperze jednotlivých druhů

- Některé druhy se šíří snázeji než jiné (např. hmyz s xylofágními larvami)



Vliv mezidruhových vztahů

- V rovnovážné teorii ostrovní biogeografie neuvažována kompetice, predace, parazitismus apod.
- Obtížné modelování ale důležité
- Druhy s podobnou nikou se na ostrovech nevyskytují společně
 - **Šachovnicový výskyt**
 - Princip kompetitivního vyloučení
 - Některé kombinace druhů jsou možné a jiné ne
 - **Difuzní (rozptýlená) kompetice** (mezi více než 2 druhy)
 - Supertrampové – vynikající v kolonizaci, špatní v kompetici
 - Široce rozšířené druhy
 - Druhy velkých ostrovů – potřeba specializovaných nik

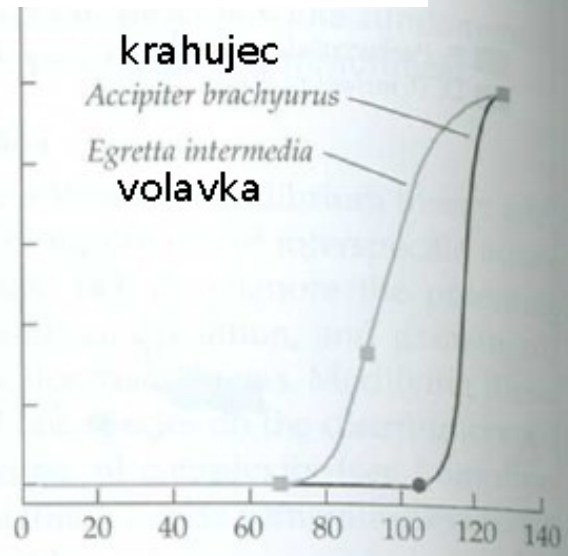
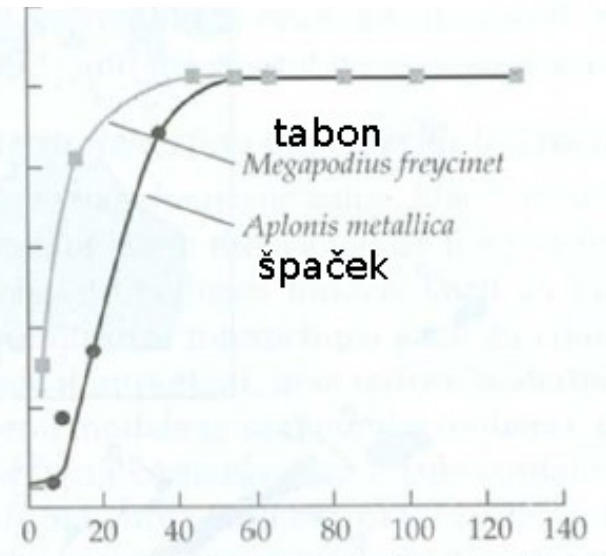
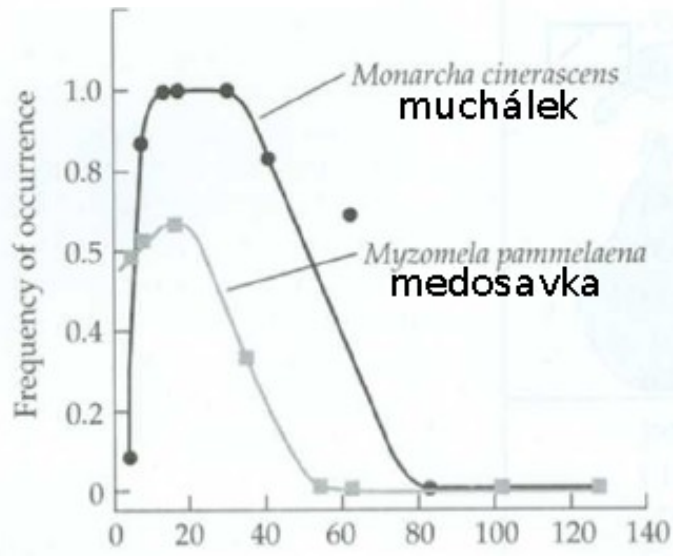
Vliv sukcese



supertramps

widespread species

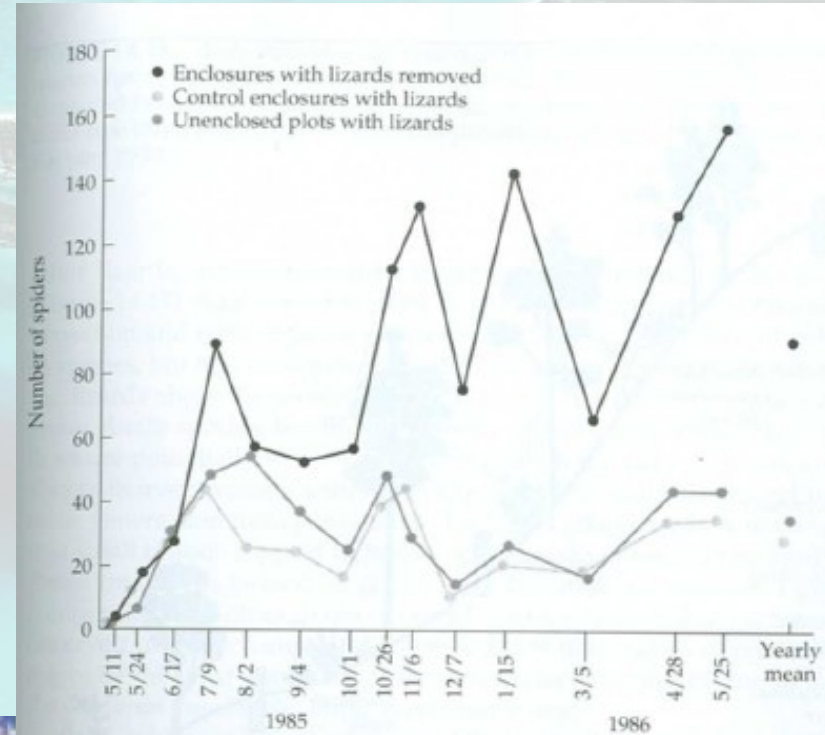
large islands only



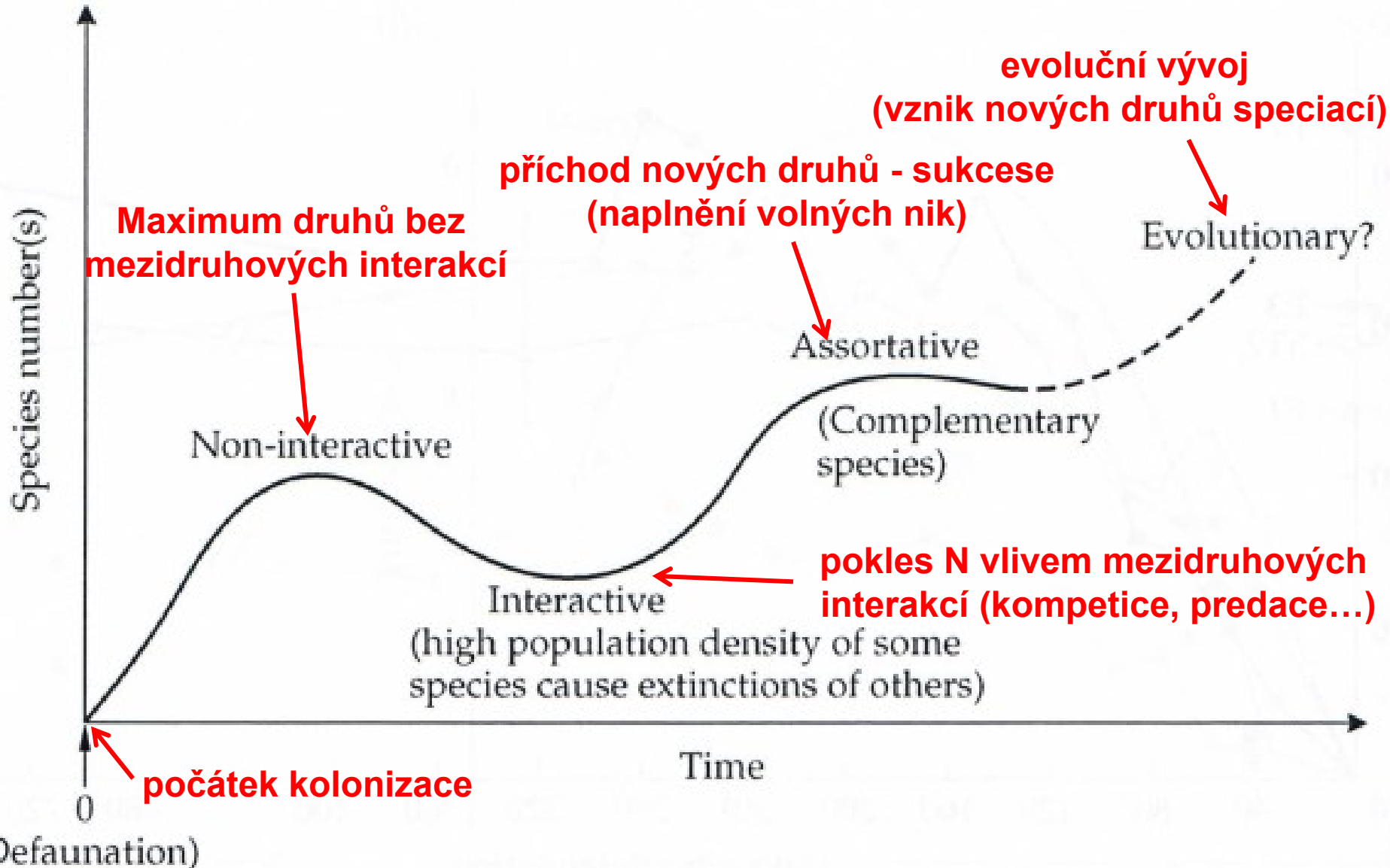
Number of bird species inhabiting the island

Experiment

- Nárůst populační hustoty při snížení kompetice nebo predace
- Na ostrovech bez anolisů a ameiv 10x více pavouků (Bermudy)
- Po experimentálním odstranění anolisů 2,5x zvýšení abundance pavouků za pouhý 1 rok



Postupné osídlování ostrova



Zvláštnosti ostrovní fauny

- nejen vysoká míra **endemicity**, ale také speciální **adaptace**
- ztráta morfologických, behaviorálních a fyziologických adaptací proti predátorům
- **snížené disperzní schopnosti**
- **bizarní morfologie**

Snížení disperzních schopností

- ostrovy typicky osídleny taxony s vynikajícími schopnosti disperze, ale mnoho ostrovních forem (druhů) má minimální schopnosti disperze
- adaptace na ostrovní podmínky

Nelétaví netopýři

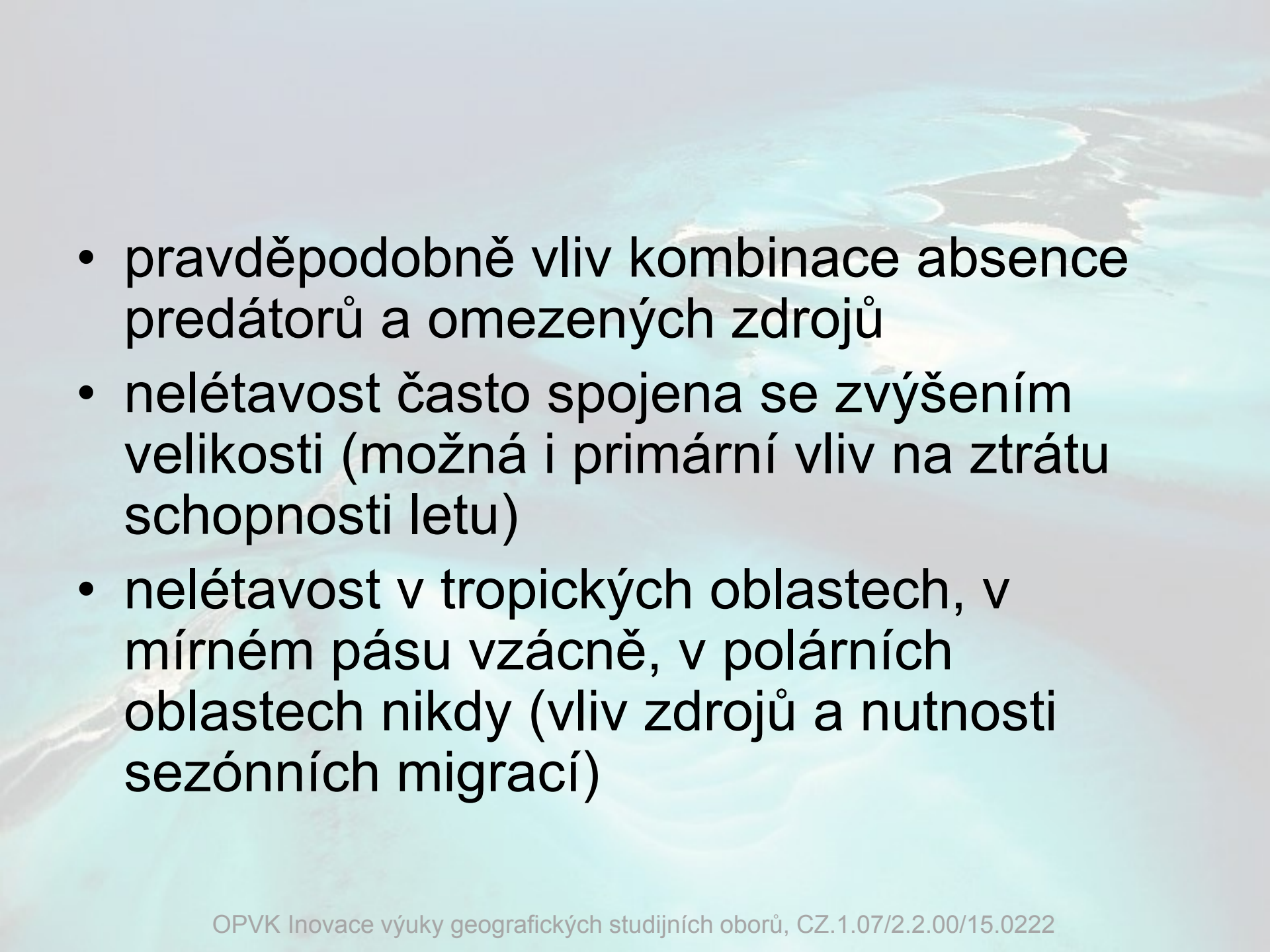
- novozélandské druhy *Mystacinidae*
- Plazí se po zemi a hrabou nory pomocí specializovaných špičáků (ale úplně neztratily schopnost letu)



Nelétaví ptáci

- vyvinuli se mnohokrát nezávisle na sobě
min. 10 řádů – kiwiové (*Apteriformes*), moa (*Dinornithiformes*), kormoráni (*Pelecaniformes*), ibisové (*Ciconiiformes*), vrubozobí (*Anseriformes*), chřástalové a slípky (*Gruiformes*), blbouni a jiní holubi (*Columbiformes*), papoušci (*Psittaciformes*), sovy (*Strigiformes*) a pěvci (*Passeriformes*)
- Na NZE 25-35% všech suchozemských a sladkovodních ptáků nelétavých
- 24% (=20 druhů) havajských druhů nelétavých
- u chřástalů nelétavost vznikla min. 11x
- nyní mnoho nelétavých druhů vyhubených (Polynésie, chřástali)



- 
- pravděpodobně vliv kombinace absence predátorů a omezených zdrojů
 - nelétavost často spojena se zvýšením velikosti (možná i primární vliv na ztrátu schopnosti letu)
 - nelétavost v tropických oblastech, v mírném pásu vzácně, v polárních oblastech nikdy (vliv zdrojů a nutnosti sezónních migrací)

Evolution velikosti těla ostrovních populací

1. Zvětšování tělesné velikosti

- větší jedinci mohou využívat širší zdroje (velký predátor uloví malou i velkou kořist, velcí granivoři se mohou živit i malými i velkými semeny)
- větší jedinci mohou více investovat do reprodukce (větší snůška a větší potomstvo)
- větší jedinci vyhrávají souboje o teritoria
- větší schopnost překonat krátkodobý nedostatek energie

Proč nejsou tedy všichni velcí?

Nevýhody:

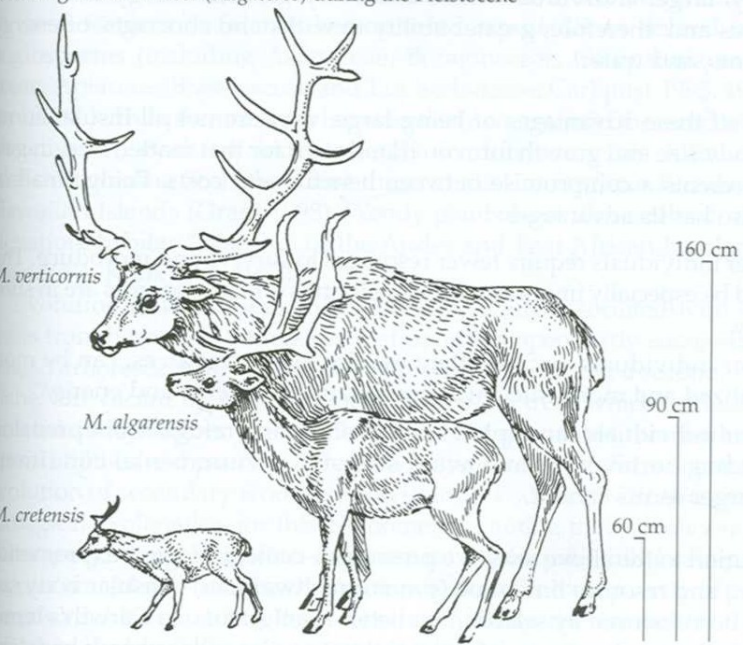
- menším jedincům stačí méně zdrojů k přežití a reprodukci
- menší jedinci se mohou snáze specializovat a lépe využívat dostupné zdroje
- menší jedinci mohou využít menších úkrytů a refugií před predátory a nepřízní klimatických podmínek
- Vliv velikosti na disperzi
 - Aktivní disperze zvýhodňuje větší jedince
 - Pasivní disperze zvýhodňuje menší jedince

Obři a trpaslíci mezi savci

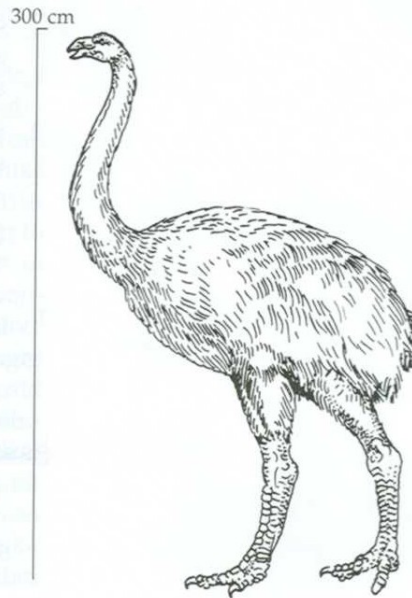
- trpasličí mamuti na Wrangelově ostrově
- trpasličí jeleni na Jersey
- trpasličí sloni na mediteránních ostrovech
- trpasličí hroši na Madagaskaru
- trpasličí lidé na ostrově Flores
- obří ptáci moa
- obří hmyzožravci štětinatci

- Obecné ostrovní pravidlo (pro savce):
 - Malé druhy se zvětšují, velké druhy se zmenšují
-> ideální velikost?
 - zpochybněno

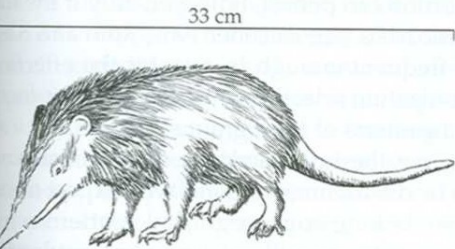
Dwarfing in Giant Deer (*Megaceros*) during the Pleistocene



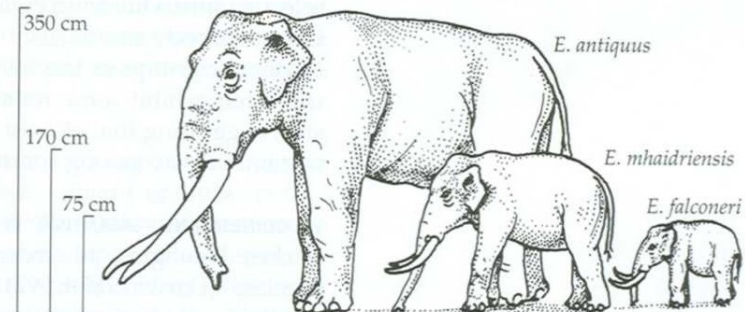
One of the now extinct Moas (*Diornis giganteus*) of New Zealand (1500 years B.P.)



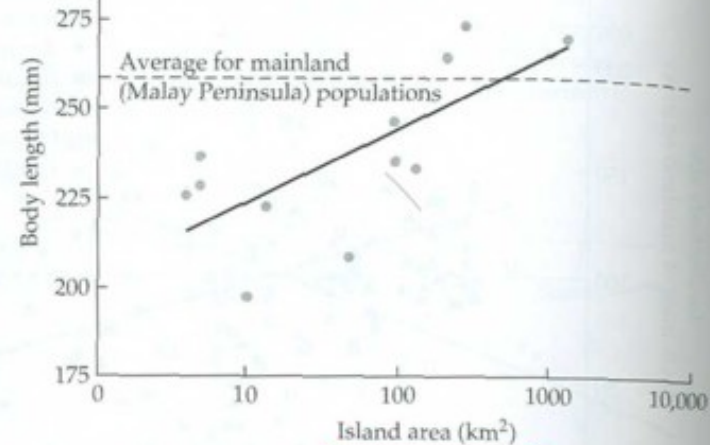
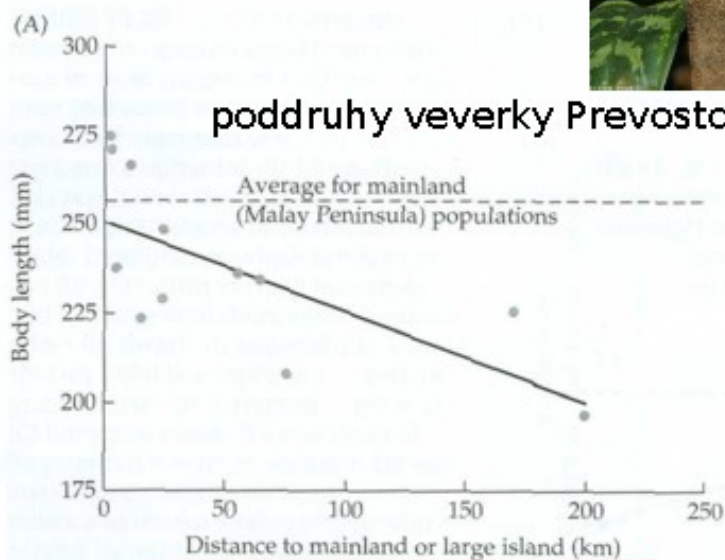
Dwarfing in molehounds (giant insular "shrews") and related insectivores of the Caribbean sometimes reach 1 kg in mass

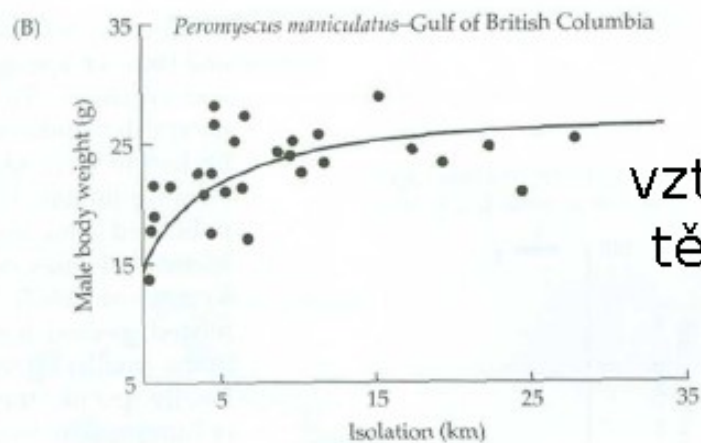
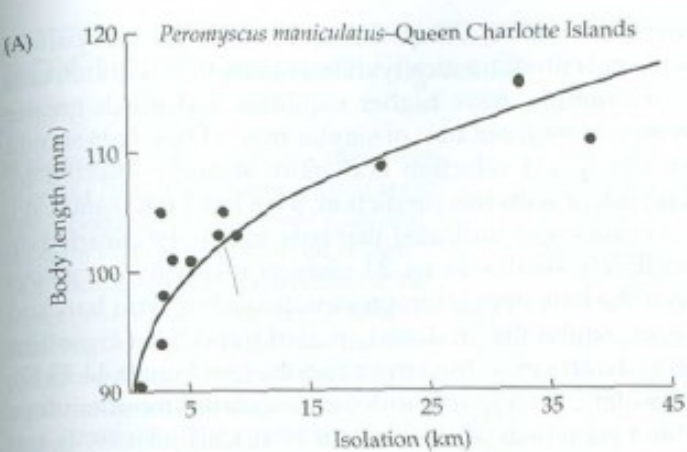


Dwarfing in Elephants (*Elaphus*) during the Pleistocene

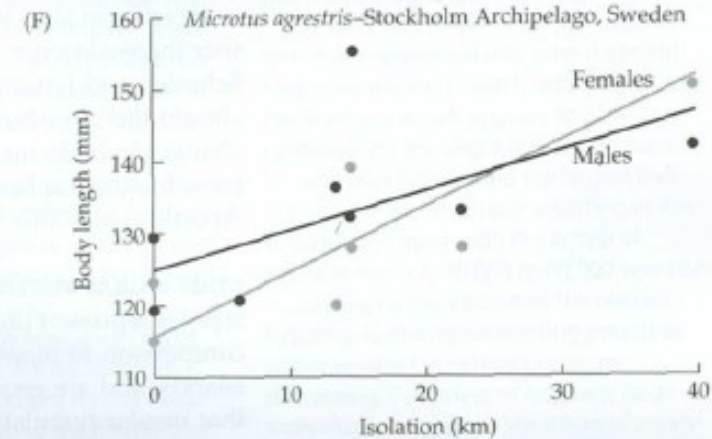
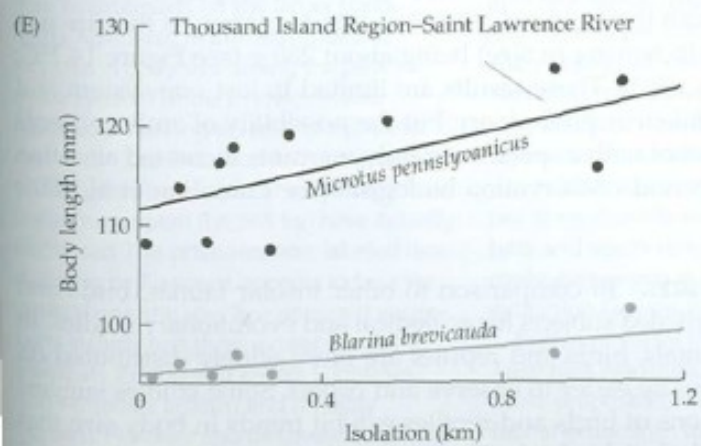
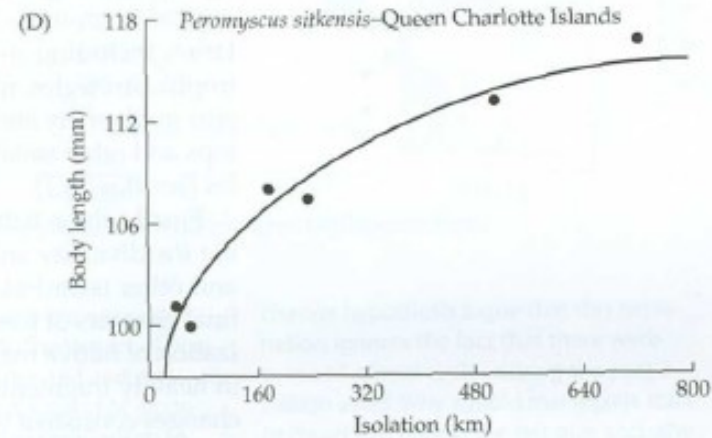
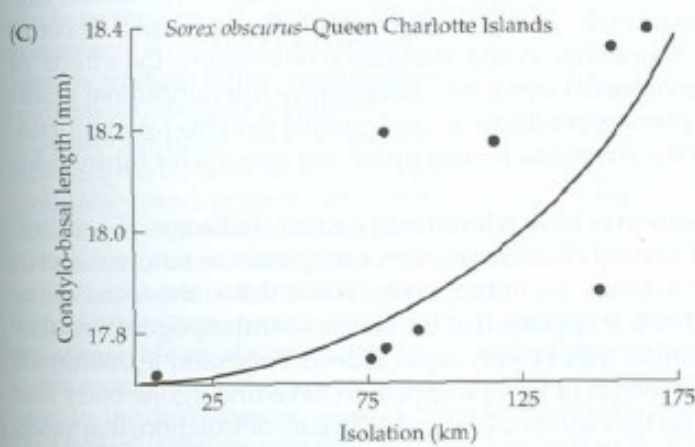


Vztah mezi velikostí těla a velikostí ostrova (a jeho izolovaností)





vztah mezi velikostí
těla a izolovaností
ostrova



Ptáci a plazi

- ostrovní pravidlo platí i pro **ptáky**, jak pro velikost těla, tak např. pro velikost zobáku (kasuáři, emuové, chřástali, střízlíci)
- **snad platí i pro plazy**
 - obří želvy?
 - varan komodský?
 - australský varan (7m)



Shrnutí

- Ostrovy a ostrovní biotopy
- Základní model ostrovní diverzity
 - Species-area relationship
 - Species-isolation relationship
- Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie
 - Vztah imigrace vs. extinkce
- Upřesnění modelu
 - Disturbance
 - Speciace
 - Mezidruhové vztahy
 - ...
- Zvláštnosti ostrovní fauny a flóry (endemismus, morfologie, adaptace...)