

Robinsoni na ostrovech

Téma Robinsoni na ostrovech je koncipováno jako několik dílčích aktivit, které na sebe navazují. Díky nim studenti samostatně odhalí principy ostrovní teorie a její důsledky. Učitel v první části hraje spíše pasivní úlohu. Ačkoli je tento princip učení časově náročnější než klasická frontální výuka, vede k dlouhodobějšímu zapamatování informací a zároveň studenti získávají a cvičí další potřebné dovednosti – schopnost logicky přemýšlet a odvozovat obecně platné zákonitosti, spolupracovat a efektivně diskutovat o problému.

V druhé části zaujímá učitel své klasické postavení a doplňuje vědomosti studentů o podstatné informace a ukazuje další možnosti aplikace ostrovní teorie.

Součástí materiálu je také soubor otázek a cvičení umožňující ověření znalostí/dovedností a kompetencí studentů.

Cílová skupina/náročnost:

Aktivity jsou určeny studentům čtyřletých gymnázií nebo vyššího stupně víceletých gymnázií, kteří již mají jisté zkušenosti se skupinovou prací a diskusí ve skupině.

Autor:

Mgr. Alena Dostálová, Ph.D.

Všechny uvedené texty, obrázky a videa jsou vlastní, není-li uvedeno jinak. Autory Youtube embed videí lze nalézt při kliknutí na znak Youtube ve videu během přehrávání.

K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

1 Robinsoni na ostrovech

Název tématu:

Robinsoni na ostrovech

Autor:

Alena Dostálová

Anotace

Téma Robinsoni na ostrovech je koncipováno jako několik dílčích aktivit, které na sebe navazují. Díky nim studenti samostatně odhalí principy ostrovní teorie a její důsledky. Učitel v první části hraje spíše pasivní úlohu. Ačkoli je tento princip učení časově náročnější než klasická frontální výuka, vede k dlouhodobějšímu zapamatování informací a zároveň studenti získávají a cvičí další potřebné dovednosti – schopnost logicky přemýšlet a odvozovat obecně platné zákonitosti, spolupracovat a efektivně diskutovat o problému.

V druhé části zaujímá učitel své klasické postavení a doplňuje vědomosti studentů o podstatné informace a ukazuje další možnosti aplikace ostrovní teorie. Součástí materiálu je také soubor otázek a cvičení umožňující ověření znalostí/dovedností a kompetencí studentů.

Jednotlivé aktivity:

1. blok:

- hra Ostrovy, která byla vymyšlena speciálně pro toto téma;
- vyvození principů ostrovní teorie z hry Ostrovy ve dvojici-čtveřici studentů;
- syntéza závěrů jednotlivých hráčských skupin formou bzučících skupin nabalujících se do sněhové koule až po diskusi v rámci celé třídy;
- zhodnocení a doplnění výsledků učitelem.

2. blok

- ostrovní teorie v teoretické rovině;
- vnitrozemské ostrovy.

Ověření znalostí studentů

Cíle a cílové výstupy

Cíle:

1. Seznámit studenty s ostrovní teorií a jejími důsledky.
2. Seznámit studenty s aplikací ostrovní teorie na vnitrozemské ostrovy a v ochraně přírody. Cílové výstupy:

ad 1.

- Studenti rozumí ostrovní teorii a dokáží odvodit základní principy ostrovní teorie.

- ad 2.

- Studenti s využitím znalosti ostrovní teorie dokáží přemýšlet o různých suchozemských ekosystémech (např. horách, rašeliništích) jako o vnitrozemských ostrovech a odvozovat praktické dopady z hlediska druhového složení a biodiverzity.

- Studenti s využitím znalostí ostrovní teorie a dalších ekologických zákonitostí dokáží přemýšlet o praktických dopadech fragmentace na druhové složení daného biotopu a jsou schopni vyvozovat závěry týkající se efektivity ochrany přírody in-situ vzácných nebo ohrožených druhů nebo biotopů.

Cílová skupina

Aktivity jsou určeny studentům čtyřletých gymnázií nebo vyššího stupně víceletých gymnázií, kteří již mají jisté zkušenosti se skupinovou prací a diskusí ve skupině.

Časová náročnost

1. **blok:** 4-5 vyučovacíh hodin. Optimální je tento blok situovat do neformální části vyučování – např. na hory, školu v přírodě, podvečer v rámci školního výletu případně na konec školního roku. Jednak v takovémto časovém období se snáze sežene delší blok k dispozici pro výuku jediného tématu, jednak jsou studenti více ochotni aktivně pracovat neformálním způsobem.
2. **blok:** následuje 1-7 dní po 1. bloku. Rozsah: 3-4 vyučovací hodiny. Možno vyučovat v kuse nebo rozdělit do dvou částí (2 hod. plus 1 – 2 hod.)

Ověření znalostí studentů: dle výběru otázek a formy (několik minut až 1 hod.).

Pomůcky, přístroje a materiál

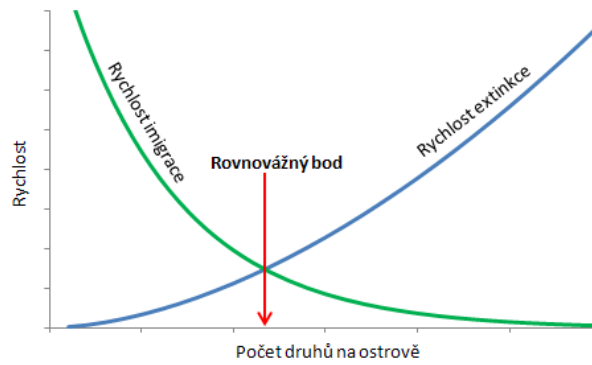
- příslušná sada her Ostrovy;
- vytištěné kartičky z dokumentu Hra Ostrovy – podklady;
- sada 8 figurek pro každého hráče (lze použít figurky z Člověče, nezlob se nebo jiné deskové hry, kameny na dámu, šachové figurky, kostičky z Lega 4 x 4 puntíky nebo jakékoli jiné vhodné předměty);
- dostatečný počet hráčských stolů (stačí školní lavice) a židlí;
- papír a tužka – každý účastník (minimálně do dvojice);
- velké archy papíru (např. na Flipchart nebo balicí papíry) pro jednotlivé skupiny a fixy na psaní;
- tabule/flipchart nebo notebook s textovým editorem/PowerPointem a promítací technika pro finální shrnutí;
- počítač/laptopy s tabulkovým procesorem (např. Microsoft Excel) – není nebytně nutné, alternativně: kalkulačka, milimetrový papír;
- čtverečkový papír formátu A4 nebo lépe A3 - cca 1 ks na každého žáka;
- vytištěný Obr. 12 (str. 17).

Úvod do tématu

Ostrovní teorie rozpracovaná v knize Ostrovní biogeografie (MacArthur a Wilson 1967) je jedním z pilířů ekologie 20. stol. a začátku 21. stol., která inspirovala ohromné množství vědeckých prací a která se dočkala aplikací, o nichž se jejím autorům Robertu MacArthurovi a Edwardu Wilsonovi ani nesnilo. Ačkoli její principy jsou velmi jednoduché, snadno pochopitelné, názorné a navíc aplikovaně využívané v ochraně přírody, do českého středoškolského vzdělání prakticky nepronikla.

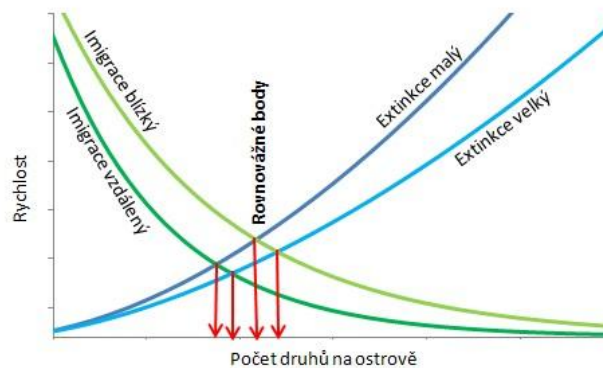
MacArthur a Wilson si při studiu tichomořských ostrovů všimli několika závislostí mezi počtem druhů na ostrově a vzdáleností ostrova od pevniny. Na základě svých pozorování formulovali několik hypotéz týkajících se rychlosti kolonizace (imigrace) a extinkce (vymírání) na ostrovech, které pozorované jevy vysvětlovaly. Vznikla tak slavná **rovnovážná teorie ostrovní biogeografie** (The Equilibrium Theory of Island Biogeography) publikovaná v roce 1963 v článku An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography [rovnovážná teorie ostrovní zoogeografie] (MacArthur a Wilson 1963). Později autoři svou teorii rozpracovali v již zmiňované knize Ostrovní biogeografie.

Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie vychází z toho, že **rychlost imigrace** nových druhů na ostrov s časem klesá (studie potvrdily, že křivka má exponenciální charakter), naopak s časem roste **rychlost extinkce** (závislost je opět exponenciální). Existuje tedy rovnovážný bod - od toho „rovnovážná teorie“ v názvu – na němž se počet druhů na ostrově po určité době ustálí. Rovnovážný bod je na průsečíku křivek rychlosti imigrace a rychlosti vymírání druhů na ostrově – viz Obr. 1.



Obr. 1. Klasický model rovnovážné teorie ostrovní biogeografie. Počet druhů na ostrově se po čase ustálí na počtu druhů rovnovážného bodu.

Rychlosti imigrace a extinkce (resp. koeficienty exponenciálních křivek) jsou různé pro **ostrovy blízké/vzdálené** od pevniny a pro **malé/velké ostrovy**. Imigrace je pochopitelně rychlejší na blízké než vzdálené ostrovy, extinkce je pochopitelně rychlejší na malých než velkých ostrovech (malé populace – viz dále, málo vhodných biotopů a velká konkurence dalších druhů). Různé ostrovy tedy mají různé rovnovážné body - a tedy rovnovážné počty druhů, které mohou dlouhodobě hostit – v závislosti na tom, jestli jsou blízké nebo vzdálené pevnině a jestli jsou malé nebo velké (viz. Obr. 2).



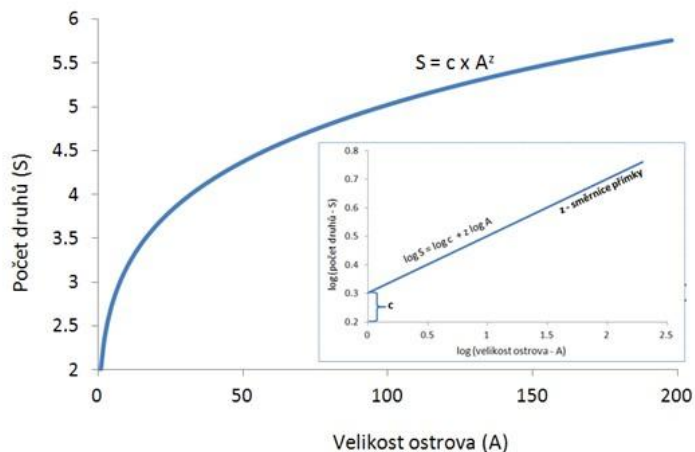
Obr. 2. Klasický model rovnovážné teorie ostrovní biogeografie rozšířený o informace týkající se velikosti ostrova a vzdálenosti ostrova od pevniny. Počet druhů na ostrově se po čase ustálí na počtu druhů rovnovážného bodu. Nejvíce druhů bude hostit velký ostrov blízko pevniny (rovnovážný bod je na ose x nejvíce vpravo), naopak nejméně druhů bude hostit malý vzdálený ostrov (rovnovážný bod je na ose x nejvíce vlevo).

Z ostrovní teorie tedy vyplývá, že větší ostrovy jsou schopny hostit více druhů. **Vztah mezi velikostí ostrova** (resp. velikostí plochy obecně) **a počtem druhů** byl opakovaně v různých studiích popsateLNý jednoduchým logaritmickým vztahem (viz také Obr. 3):

$$S = c * A^z, \text{ kde}$$

S – počet druhů na ostrově ("S" z Aj. species = druh), A – plocha ostrova ("A" z Aj. Area = plocha), c – druhově specifická konstanta, z – konstanta (pro ostrovy typicky mezi 0,20-0,35¹)

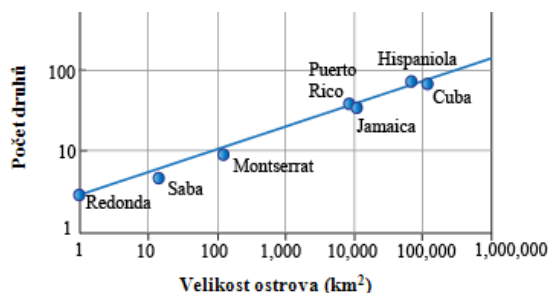
¹ http://www.enviwiki.cz/wiki/Teorie_ostrovn%C3%AD_biogeografie



Obr. 3. Závislost velikosti ostrova na počtu druhů. Konkrétní hodnoty na osách x a y jsou zcela imaginární. V modrém výřezu je vyjádřena lineární závislost proměnných po jejich logaritmické transformaci.

Vysvětlením pro pozorovaný vztah je skutečnost, že ostrov (nebo jakákoli zkoumaná plocha) je schopný hostit jen omezené množství organismů, které si vzájemně konkurují, navíc malé ostrovní populace jsou k extinkci náchylnější (viz dále). Rychlost kolonizace ostrova navíc klesá se stářím ostrova – všechny druhy, které se byly schopny na ostrov dostat, tam po určité době již jsou – logaritmická funkce dobře modeluje tuto skutečnost svým plochým tvarem u velkých hodnot.

Při logaritmické transformaci proměnných (počtu druhů, velikosti ostrova) získáme lineární závislost těchto proměnných, v níž z je směrnici přímky a c je průsečíkem přímky s osou y (viz Obr. 3 – graf v modrém výřezu). Z tohoto důvodu se často výsledky různých ekologických studií publikují v grafech s logaritmickým měřítkem – klasickým příkladem je studie počtu obojživelníků a plazů na karibských ostrovech (Brown a Lomolino 1998) – viz Obr. 4.



Obr. 4. Závislost počtu druhů na velikosti ostrova v Karibiku. Originální studie Brown a Lomolino 1998, graf byl převzat z webu Shmoop: Current Patterns of Diversity on Earth² a byl opatřen českými popisky.

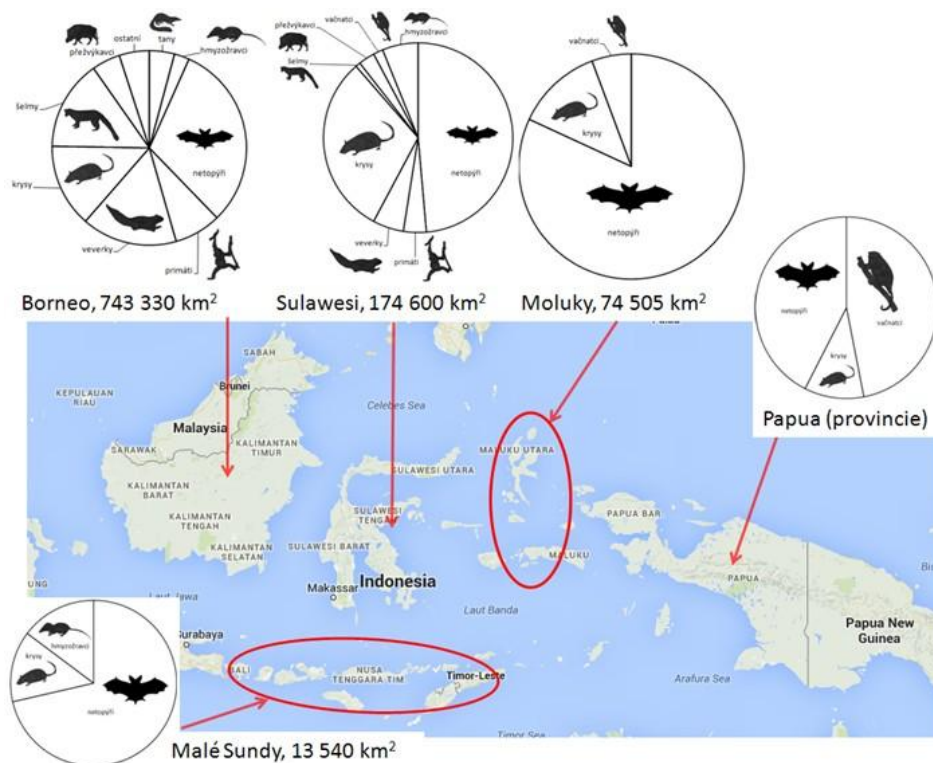
Kromě velikosti ostrova a jeho vzdálenosti od pevniny počet druhů na ostrově také ovlivňuje **geologické stáří ostrova**. Je zřejmé, že u geologicky mladých ostrovů dosud nebyl dostatečný čas pro to, aby se všichni potenciální kolonizátoři na ostrov dostali, a proto jsou druhově chudší než geologicky staré ostrovy.

Z dalších faktorů, které ovlivňují osídlování ostrovů, je významná **schopnost migrace**, která je pro různé druhy různá. Je pochopitelné, že na ostrovech nalezneme častěji druhy, které snadno migrují na velké vzdálenosti – ze zvířat typicky ptáky nebo letouny; z rostlin anemochorní nebo hydrochorní druhy. Naopak taxony, které nejsou dobře adaptované na migraci na velké vzdálenosti, nalezneme na ostrovech jen velmi vzácně. Pěkný příklad pro živočichy je zastoupení savců na indonéských ostrovech publikované v MacKinnon a kol. (1996) – viz Obr. 5.

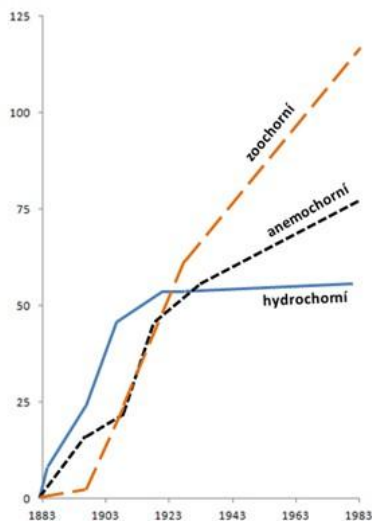
Vynikající ukázkou schopnosti různých skupin kolonizovat ostrov jsou různé studie prováděné na ostrově Krakatau. Krakatau je ostrůvek mezi Sumatrou a Jávou, jehož veškerá vegetace i fauna byly totálně zničeny v roce 1883 výbuchem stejnojmenné sopky. Od té doby je tento ostrov nejpodrobněji studovanou lokalitou primární sukcese³ na světě. Během 25 let bylo schopno ostrov kolonizovat 13 druhů ptáků. Po padesáti letech (v r. 1934) bylo na ostrově zaznamenáno 34 druhů, ale 5 z nich vymřelo. Během dalších padesáti let (1934-1985) se uchýtilo dalších 14 druhů, ale 8 druhů vymřelo (Ehrlich a kol. 1988). Z rostlin se na Krakatau jako první dostaly anemochorní a hydrochorní druhy, časem ale převážily druhy zoochorní (Bush a Whittaker 1991) – viz Obr. 6.

² Shmoop, website, 12.2. 2012: <http://www.shmoop.com/biogeography/earth-diversity.html>

³ nesezónní, směrovaný a kontinuální proces kolonizace a zániku populací jednotlivých druhů na určitém místě. Primární sukcese: společenstva se formují de novo na matečné hornině, např. po výbuchu sopky, výsypky. Sekundární sukcese: společenstva se formují na pozůstatcích předchozích společenstev (např. sukcese dřevin na opuštěné louce).



Obr. 5. Zastoupení různých druhů savců v Indonésii. Koláčové grafy dle MacKinnon et al. (1996) s laskavým svolením nakladatele – upraveno. Mapa Indonésie z Google Maps (únor 2015), silueta netopýra – wiki.rvp.cz.



Obr. 6. Počet druhů různých skupin na Krakatau v období 1883 – 1983. Podle Bush a Whittaker (1991).

Z dalších typických vlastností ostrovů je vysoká míra **endemismu** – čili vysoké zastoupení endemitů. Endemit je označení pro taxon, který je vázán jen na omezený areál a jinde se nevyskytuje. Vysoká míra endemismu na ostrovech je dána:

- radiční speciací druhů=adaptivní radiace (viz dále), které kdysi na ostrov domigrovaly – vznikly tak nové druhy, vázané jen na tento ostrov nebo blízké ostrovy (kam se časem rozšířily);
- tím, že zde byly schopny přežít druhy, které v jiných částech (např. z důvodu kompetice s jiným druhem) vymřely.

Druhy, které se jednou na ostrov dostaly, mívají na začátku unikátní výhodu ve spoustě volných nik⁴, které mohou osídlit. Navíc na ostrov se dostávají jen **malé populace**, a tudíž rychlost speciace (čili vznik nových druhů) je mnohem vyšší než u populací velkých⁵. Původní jeden druh se často mění v celou řadu dalších druhů tak, jak se přizpůsobuje využívání zdrojů na ostrově – mluvíme o **adaptivní radiaci**. Klasickým příkladem adaptivní radiace jsou Darwinovy pěnkavy z Galapág⁶ nebo šatovníci z Hawajského souostroví⁷.

⁴ souhrn životních podmínek, které umožňují životaschopnou existenci populace určitého druhu; jedná se o n-naddimenzionální prostor všech relevantních faktorů (každý faktor 1 dimenze)

⁵ více viz mechanismy mikroevoluce (např. Flegr J. (2009): Evoluční biologie. 2. vydání. Academia, Praha)

⁶ viz např. <http://soulz-ro.euweb.cz/texty.22.jpg>. Či na mnohých jiných webech po vyhledání hesla Darwinovy pěnkavy.

⁷ viz např. http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps10/biogeogr/web/index_book_2-7-2.html. Či na mnohých jiných webech po

Pro ostrovy je typická vysoká zranitelnost a náchylnost populací na vymření. Důvodem je již jen to, že ostrovní populace jsou typicky malé – úmrtí každého jedince tak často představuje velkou relativní ztrátu vzhledem k velikosti celé populace. Navíc zde přetrvává tzv. **efekt zakladatele**, kdy celá populace pochází z velmi malé původní populace, která ostrov kolonizovala (často jen jeden pár nebo několik málo jedinců). Genetická variabilita je tedy u ostrovních populací velmi nízká a populace jsou náchylné na jakékoli vlivy – především různé nemoci. Na odloučené ostrovy se také málokdy dostanou predátoři či jiní konzumenti nebo konkurenti. Ostrovní druhy tedy nejsou zvyklé se potýkat s nástrahami běžnými pro jejich pevninské příbuzné. Setkají-li se s nimi, často v soutěži prohrají a vymřou.

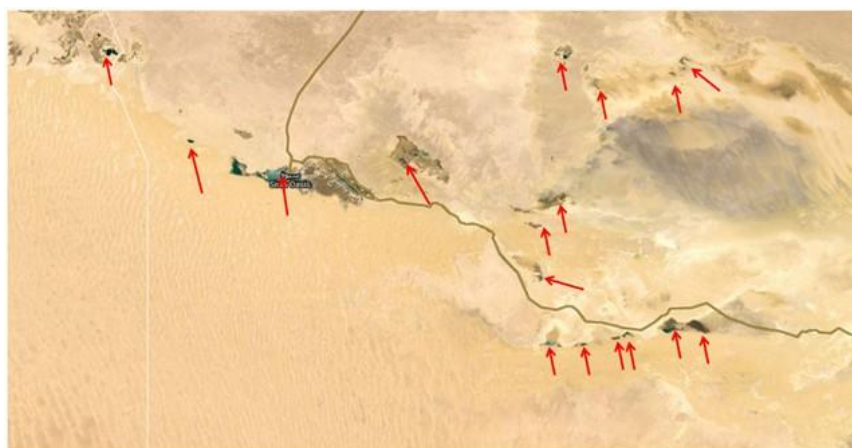
Výše popsané zákonitosti neplatí jen pro ostrovy uprostřed moře, ale jsou obecně platné, jak opakovaně bylo potvrzeno v celé řadě dílčích studií. Jako ostrovy se mohou chovat jakékoli raritní a/nebo extrazonální⁸ biotopy v rámci převládajícího biotopu, např. vrcholky hor, oázy uprostřed pouště, rašeliniště v mírném pásu (jedná se vlastně o ostrovy boreální krajiny v biomu temperátního opadavého lesa), sutě, jeskyně, jezera ... viz Obr. 7.

Díváme-li se na tyto biotopy jako na ostrovy, umožňuje nám to pochopit celou řadu pozorovaných skutečností, především obecně nízký počet druhů, specifické druhové složení, vysokou míru endemismu a velkou zranitelnost těchto biotopů.

Navíc aplikací ostrovní teorie můžeme vysvětlit i další jevy pozorované v souvislosti se změnou využívání krajiny, především **fragmentací**. Zejména v průběhu 20. stol. došlo k významné změně ve využívání krajiny v Evropě a celá řada biotopů (např. meze, remízky, květnaté louky aj.) byla z větší části zničena – ze zbylých se staly izolované malé ostrovy uprostřed mozaiky převládajícího krajinného pokryvu. I další biotopy byly výrazně fragmentovány – především lesní porosty (viz Obr. 7a) a opět se z nich staly ostrovy uprostřed převládajícího krajinného pokryvu.



a)



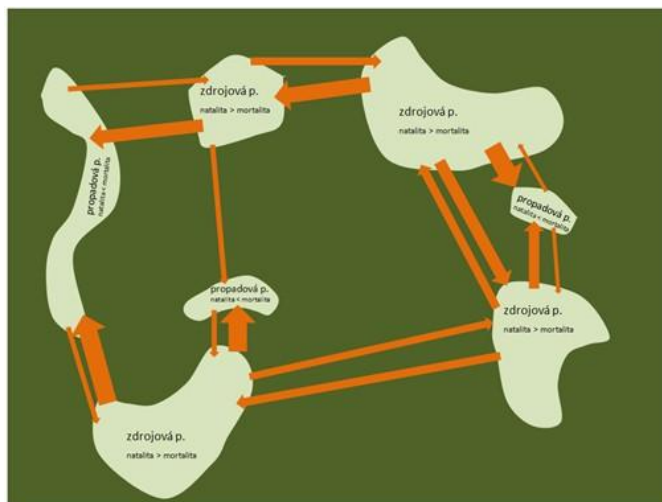
b)

Obr. 7. a) Lesy (tmavě zeleně) jako ostrovy v zemědělské krajině (okolí Pardubic). Zdroj ortofoto ČÚZK publikované na Geoportálu Genie (<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>) ze dne 7.2. 2015.
b) Oázy jako ostrovy v poušti na Sahaře. Zdroj Mapy Google (ze dne 7.2. 2015).

vyhledání hesla šatovníci Hawai.

⁸ termín extrazonální výskyt se používá pro výskyt biotopu jiného biomu v příznivém mikroklimatu sousední zóny

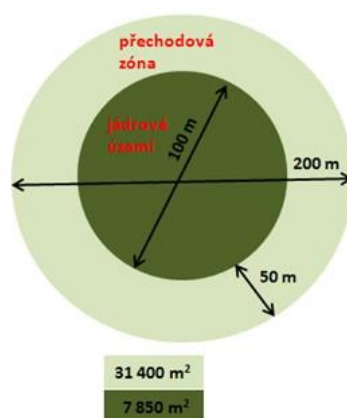
U **vnitrozemských ostrovů** z hlediska ochrany přírody se navíc uplatňují i další ekologické jevy, které mají významný vliv na druhové složení fragmentovaných stanovišť/populací. Jedná se především o metapopulační dynamiku a vliv okraje (edge-effect).



Obr. 8. Metapopulační dynamika. Tmavě zeleně biotopy nevhodné pro daný druh, ale nebránící migraci; světle zelené biotopy vhodné pro daný druh. Šířka šípky naznačuje intenzitu migrace mezi jednotlivými dílčími populacemi (subpopulacemi). Došlo-li by např. k zániku zdrojové populace v levé dolní části obrázku, zanikla by také propadová populace uprostřed, protože je závislá na imigraci z této zdrojové populace.

Metapopulací označujeme soubor několika dílčích populací – subpopulací, které navzájem spolu komunikují skrze pravidelnou migraci. Rozlišujeme **zdrojové (source⁹) populace**, kde natalita převládá nad mortalitou, a z níž tedy pravidelně jedinci migrují pryč a doplňují tzv. **propadové (sink) populace**, kde natalita je nižší než mortalita a které by tedy bez pravidelné „dotace“ ze zdrojových populací postupně zanikly (viz Obr. 8). Z ostrovní teorie plyne, že tento model může fungovat, jen pokud jsou jednotlivé dílčí populace vzdálené v dosahu migrace jednotlivých jedinců. Dojde-li k prodloužení vzdálenosti anebo se objeví migrační překážka, dojde k zániku dílčí populace. Zanikne-li populace zdrojová pro propadovou populaci, tato propadová populace časem také nutně zanikne, protože nadále nebude doplňována migrací ze zdrojové populace.

Vnitrozemské ostrovy jsou navíc často menší o tzv. **přechodovou zónu (buffer zone)**, protože na pevnině v sebe zpravidla biotopy plynule přecházejí – mluvíme o **ekotonu** (na rozdíl od mořských ostrovů, kde je hranice mezi ostrovem a mořem zpravidla mnohem ostřejší). Pro celou řadu druhů (např. typicky lesní byliny) jsou ekotony nevhodným stanovištěm a mohou žít jen v **jádrové oblasti (core area)** - velikost jejich „ostrova“ je tedy o tuto přechodovou zónu menší a je nutné s tím takto počítat (viz Obr. 9).



Obr. 9. Schematické znázornění jádrového území a přechodové zóny o šířce 50 m u kruhovitěho tvaru území. Celé území i s přechodovou zónou má průměru 200 m plochu 31 400 m², při šířce přechodové zóny 50 m (běžná např. u lesů) je velikost jádrového území 7 850 m², čili jen ¼ rozlohy celého území. Pokud by byl tvar protáhlý a nebo členitý, podíl jádrového území na celkové ploše by byl ještě menší (viz Obr. 11).

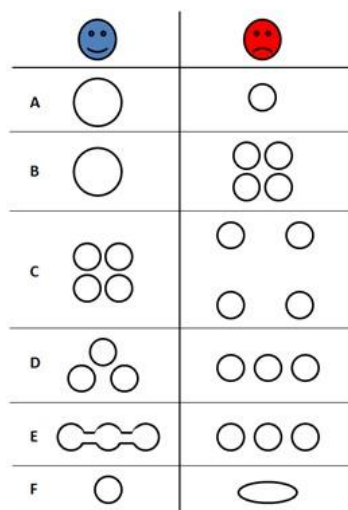
Praktickým důsledkem výše popsaných zákonitostí je několik zásad, které by měly platit při vymezování zvláště chráněných území anebo ekologických sítí¹⁰ (ecological network) – ty v zásadě fungují jako ostrovy, které chrání vybrané

⁹ anglické odborné termíny uvádím tam, kde není český překlad ustálen a nebo se běžně i v českých textech setkáte s anglickým termínem.

¹⁰ ze zákona č. 114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny se v ČR vymezuje taková síť pod názvem Územní systém ekologické

druhy nebo biotopy (viz také Obr. 10):

- lepší je velké chráněné území než malé;
- lepší je jedno velké chráněné území než více malých o stejné ploše;
- lepší jsou chráněná území blízko sebe než daleko od sebe;
- lepší je uspořádání takové, aby co nejvíce chráněných území bylo v migrační vzdálenosti než aby v ní bylo omezené množství chráněných území;
- lepší jsou chráněná území propojená biokoridory;
- lepší je chráněné území, jehož tvar se co nejvíce blíží kruhu než území členité nebo podlouhlé (malé jádrové území).



Obr. 10. Zjednodušená pravidla pro vymezení chráněných území: A – raději velké než malé; B – raději jedno velké než několik malých o stejné ploše; C – raději blízko sebe než daleko; D – lépe tak, aby mohly druhy co nejvíce komunikovat; E – raději propojené biokoridory než izolované, F – lepší je kulovitý tvar než protáhlý nebo členěný (menší podíl jádrového území).
Dle Yu a Lei (2001).

Podrobný popis aktivit

1. blok

Před tímto blokem je potřeba připravit příslušný počet sad hry Ostrovy (viz – Pomůcky, přístroje a materiál, kartičky jsou k vytištění v souboru Hra Ostrovy - podklady), hru budou hrát dvojice (lepší varianta) až čtveřice studentů (případně je možné, aby na každé straně hrála dvojice studentů, např. z důvodu velkého počtu studentů a nedostatku sad her).

Vhodné je hrát hru ve velké místnosti s dostatkem místa a dostatečným počtem hráčských stolů (hru je ale možné hrát i na zemi).

1) Úvod do hry:

Studenti se rozdělí do hráčských dvojic až čtveřic. Učitel uvede studenty do hry příběhem z dokumentu Robinsoni na ostrovech: Pravidla hry ostrovy nebo např. slovy:

„Na pobřeží se přemnožily populace některých zvířat: ptáků, netopýřů, krokodýlů, krys, motýlů a opic. Nově narození jedinci nemají život jednoduchý. Sotva trochu odrostou, jejich rodiče je bez milosti vypakují z hnízd a teritorií a musí si jít hledat obživu jinač. My se podíváme, jaký je jejich osud.“

Učitel seznámí studenty s pravidly hry (ca 0,5 hodiny) – viz samostatný dokument Pravidla hry Ostrovy.

2) Vlastní hra

Následuje vlastní hra, která trvá cca 20-30 min. Doporučuji sehrát hru alespoň 2x, aby se studenti během další hry více soustředili na průběh hry než pravidla. Učitel v této části hraje roli supervizora, aby se hráči skutečně soustředili na hru, řeší sporné momenty (např. pokud si hráči nepamatují pravidla), případně může upozornit na některé zajímavé momenty hry (např. „Všimněte si, co se teď s tím ptákem stalo.“).

3) Vlastní činnost studentů, kteří se snaží objevit principy ostrovní teorie

Po dohrání učitel vyzve studenty k tomu, aby se pokusili na základě průběhu své hry vyvodit obecné zákonitosti, které se při migraci nadpočetných jedinců a osidlování ostrovů dějí a které měli možnost pozorovat v průběhu vlastní hry. Dá jim časový limit 15 min. Studenti formou bzučících skupin rekapituluji, vymýšlejí a zapisují své postřehy na své papíry v hráčských dvojicích až čtveřicích. Učitel v tuto chvíli jen facilituje a dohlíží na průběh, aby studenti pracovali na zadaném úkolu a neodbíhali od tématu. Sám žádné závěry nečiní.

Po čtvrt hodině se vždy dva hráčské týmy spojí do větší skupinky – sněhová koule - a během 10 min. si sdělí oba týmy své závěry a vytvoří společný seznam obecných zákonitostí, na které přišly - pro formulaci výstupů mohou použít flipchart nebo balící papír. Učitel, stejně jako v předchozí části, jen facilituje a dohlíží na bezproblémový postup. Metodou sněhové koule se po 10 min. opět spojí další skupiny (vždy dvě do jediné) a postupují jako v předchozím kroku se stejným časovým limitem. Úloha učitele je též stejná. Koule se nabaluje, až v závěru se všichni studenti spojí a po společné diskusi vyberou svého mluvčího, který všem prezentuje společné výstupy – např. na flipchartu.

V tuto chvíli vstupuje aktivně do procesu učitel v roli ďáblova advokáta a snaží se najít mezery v závěrech studentů a zároveň studenty navést na pravidla a principy, na které studenti sami nepřišli. Je vhodné, aby učitel přímo nesdělával hotové poznatky, ale snažil se studenty navést tak, aby ke správnému závěru dospěli sami. Další rolí učitele je doplňování zjištěných principů tím, že ilustruje principy formulované studenty různými příklady (viz kap. Úvod do tématu).

Důležité je na konci nezapomenout na syntézu všech principů a zákonitostí, rozhodně by mezi nimi nemělo chybět:

- většina migrujících zvířat při hledání vhodného ostrova zahyne;
- druhy, které migrují na delší vzdálenosti, mají větší šanci najít ostrov;
- nejvíce ostrovů kolonizují druhy s nejlepší schopností kolonizace;
- blízké ostrovy jsou kolonizovány více druhy a mohou je kolonizovat i druhy s horší migrační schopností, naopak vzdálené druhy jsou kolonizovány jen dobře migrujícími druhy;
- geologicky staré ostrovy (ve hře se objeví dříve) mají větší šanci být plně kolonizovány než geologicky mladé;
- druhy na ostrovech také vymírají (rychlost extinkce roste s časem – ve hře je větší pravděpodobnost objevení se kartičky události extinkce daného druhu).

Při diskusi se mohou objevit i další závěry, které bezprostředně nevyplývají ze hry, ale dobře celou problematiku doplňují:

- druhy mohou „přeskakovat“ z ostrova na ostrov a využít tedy ostrov mezi pevninou a vzdáleným ostrovem jako **nášlapný kámen (stepping stone)**;
- jen druhy, kde ostrov obsadí alespoň jeden pár (případně oplodněná samička nebo partenogeneticky se množící druh), se na ostrově uchytlí;
- druhy mohou využít volného prostoru a adaptivní radiací obsadit volné niky;

- rychlost imigrace s časem klesá (ostrovy jsou již obsazeny);
- ostrov může hostit jen omezené množství jedinců/druhů;
- aj.

Metodické poznámky:

- dobře si prostudujte pravidla hry před jejím uvedením do vyučování. Doporučuji zahrát si hru se známými nebo v rodině nebo jen sám se sebou před vyučováním, abyste chápali(a) veškerá pravidla a ve škole reagoval(a) bezprostředně na otázky studentů týkajících se pravidel;
- učitel by před touto aktivitou měl být dobře seznámen s ostrovní teorií a měl by jí dobře rozumět, bez toho není schopen hrát svou facilitující a supervizní roli během hry ani roli ďáblava advokáta v závěru aktivity – zvládnutí této části je klíčové pro úspěch celé aktivity;
- zapojte všechny studenty, dbejte, aby každý něčím přispěl;
- dbejte, aby po celou dobu se diskuse studentů týkala tématu, aby je práce bavila, motivujte je vhodnými pobídkami a poznámkami k aktivitě. Pozor na negativní a odsuzující komentáře (typu: „to je blbost“, „to snad ne“, „to nemyslíš vážně“) – velmi demotivují aktivitu studentů. Snažte se komentáře formulovat pozitivně (např. „kdyby to bylo, jak říkáš, tak by ... Jak to tedy může fungovat jinak?“);
- chtějte po studentech při vyslovování závěrů co nejpřesnější formulace se správně použitými odbornými termíny;
- nebojte se propojovat téma s jinými a ukazovat přesahy (např. do zeměpisu - biogeografie, matematiky – modely principů, ochrany přírody...);
- neseznamujte studenty dopředu s principy a ostrovní teorií jako takovou – nechte je si ji znovuobjevit samostatně, budou mít radost z poznávání a budou si tyto principy lépe pamatovat do budoucna;
- finální závěry zaznamenejte trvale – např. na balicí papír, do souboru PowerPoint, abyste se k nim mohli ve 2. bloku vrátit;
- neočekávejte, že s každou skupinou bude hra hladká a že vše pěkně půjde; velmi záleží na složení studentů ve skupině, na náladě v daný den, na Vašem naladění atd. Vždy se ale snažte co nejvíce „mazat kolečka“, aby diskuse probíhala plynule a přirozeně.

2. blok

Tento blok by neměl bezprostředně navazovat na první (min. odstup: následující den), ale neměl by být ani časově příliš vzdálen – nejdéle cca 1 týden, aby studenti měli ještě v paměti závěry 1. bloku.

V úvodu hodiny zopakujte výstupy diskuse 1. bloku – nejlépe nechte studenty samotné výstupy prezentovat.

V další části hodiny seznámte studenty se všemi základními principy klasické ostrovní teorie. Důležité je v této části neopomenout zopakovat se studenty rovnici exponenciální funkce¹¹ a upozornit je, při jakých koeficientech bude křivka modelovat rychlost imigrace (exponent menší než 1) a při jakých rychlost extinkce (exponent větší než 1). Podobně s nimi projděte logaritmickou funkci¹² včetně toho, co s křivkou udělá logaritmická transformace dat, aby chápali, jak se dají pozorované jevy popsat matematicky. Pokud máte k dispozici počítač(e) s tabulkovým procesorem (např. Microsoft Excel), můžete rovnou předvést jednotlivé funkce a jejich chování a vytvořit si přímo patřičné grafy při vyučování (optimálně nechte toto namodelovat samotné studenty).

Exponenciálu (příp. logaritmickou funkci) a křivku závislosti počtu druhů na velikosti plochy po logaritmické transformaci dat můžete vynést do grafu i na milimetrový papír, nemáte-li počítač(e) k dispozici.

Následně studentům sdělte možnost aplikace ostrovní teorie na vnitrozemské ostrovy – uveďte jen několik málo příkladů. Další nechte studenty vymyslet samostatně – můžete je nechávat jmenovat jednoho za druhým (kdo vymyslí, dostane např. bod/malou jedničku, může si sednout...) nebo je můžete nechat pracovat ve dvojici/čtveřici (a soutěžit, kdo vymyslí nejvíce příkladů).

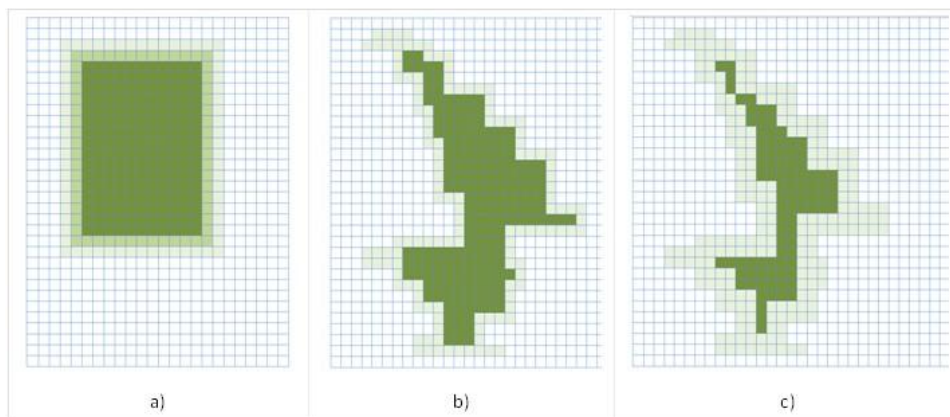
Zde můžete tento blok rozdělit a pokračovat dalšími aktivitami v následující hodině.

V dalším kroku studenty seznámte s metapopulační dynamikou a vlivem okrajového efektu. Při okrajovém efektu spočítejte se studenty pro různé velké kruhové plochy (případně plochy jiného tvaru) velikost jejich jádrového území při různých velikých okrajích (doporučuji 1 m – typická např. pro jezera, 20 m – typická např. pro rašeliniště, a 50 m – typická např. pro les) a určete jejich relativní podíl na celkové velikosti plochy. Poté zkuste na čtverečkováný papír nakreslit různé složité členěné plochy (např. o ploše 300 čtverečků) – nejlépe každá dvojice vlastní případ. U těchto ploch vymezte jádrové území 1 a 2 čtverečky od okraje území a spočítejte podíl jádrového území (viz Obr. 11). Po prezentaci výstupů by mělo být zřejmé:

¹¹ viz např. <http://www.matematika.cz/exponencialni-funkce>

¹² viz např. <http://www.matematika.cz/logaritmy>

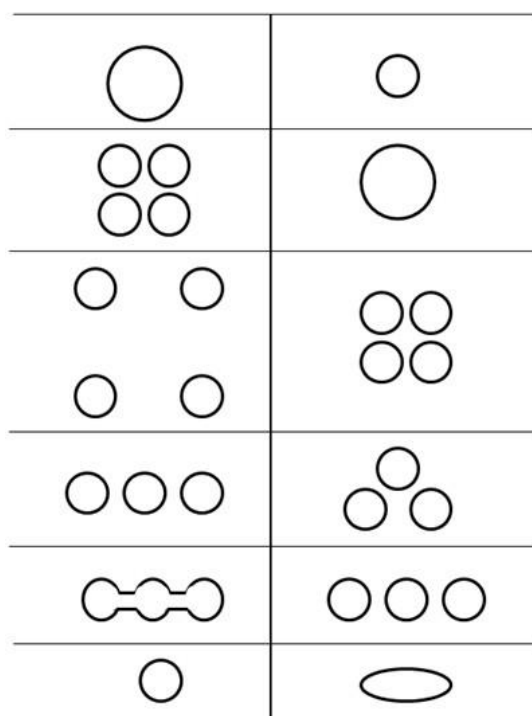
- čím širší přechodová zóna (ekoton), tím menší jádrové území;
- čím složitější tvar území, tím menší jádrové území.



Obr. 11. Velikost jádrového území při celkové velikosti plochy 300 čtverečků čtverečkovaného papíru – příklad; světle zeleně okrajová zóna.

- plocha 15×20 čtverečků: jádrová zóna při okraji 1 čtvereček (středně zeleně) je 234 čtverečků ~ 78 % celkové rozlohy; při okraji 2 čtverečky je 176 čtverečků ~ 59 % celkové rozlohy.
- nepravidelný tvar s okrajovou zónou 1 čtvereček: jádrová zóna je 175 čtverečků ~ 58 % celkové rozlohy.
- nepravidelný tvar s okrajovou zónou 2 čtverečky: jádrová zóna je 91 čtverečků ~ 30 % celkové rozlohy.

Nakonec studenty seznámte s praktickými radami pro vymezení chráněných území (viz Obr. 9). Doporučuji vždy prezentovat dvojici chráněných území – vytištěné z Obr. 12¹³ - a nechat třídu hlasovat o tom, která varianta bude lepší a nechat je vymyslet proč. Učitel prozradí správnou variantu a důvody pro ni až na závěr. Alternativně můžete tuto část pojmout jako soutěž – třídu rozdělíte na 3 družstva a každému družstvu dejte k posouzení dvě dvojice území. Které družstvo nejlépe posoudí vhodnost území, vyhrává (a např. dostává malou jedničku/bod...).



Obr. 12: Slepé kartičky dvojic chráněných území. Obr. 12 odpovídá Obr. 9, ale byla odstraněna hlavička a pořadí některých dvojic bylo zaměněno, aby řešení nebylo pro studenty jednoduché.

Ověření znalostí studentů

Klíčovou součástí vyučování je ověření znalostí, dovedností a kompetencí studentů. Z tohoto důvodu jsou součástí tohoto učebního cyklu testové otázky. Z praktických důvodů, aby učitelé mohli snadno kopírovat otázky do vlastních testů apod., jsou testovací otázky uvedeny v samostatném dokumentu Robinsoni na ostrovech – Testy ve formátu

¹³ ten je totožný s Obr. 10, ale některé položky byly přeházeny

.doc. Dokument obsahuje:

- sadu výběrových otázek;
- sadu otázek s obrázky – studenti mají za úkol popsat obrázek, vyznačit něco na obrázku nebo na základě obrázku odpovědět na položenou otázku;
- sadu úloh, které vyžadují po studentech doplnit vhodné výrazy do textu.

Dle Vaší předchozí výuky a potřeb si můžete různě otázky namixovat a použít do různých testů nebo jiných forem zkoušení. Na závěr každé sady otázek je autorské řešení.

Literatura

Brown J. H., Lomolino M. V. (1998). *Biogeography*. Sunderland, Mass.: Sinauer.

Bush M.B., Whittaker R.J. (1991): Krakatau: colonization patterns and hierarchies. *Journal of Biogeography* 18: 341-356.

Ehrlich P.R., Dobkin D.S., Whey D. (1988): *Island Biogeography*. Dostupné online:
https://web.stanford.edu/group/stanfordbirds/text/essays/Island_Biogeography.html (cit. ze dne 7.2.2015)

MacArthur R. H., Wilson E. O. (1963): An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography. *Evolution* 17: 373-387.¹⁴

MacArthur R. H., Wilson E. O. (1967). *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

MacKinnon K., Hatta G., Halim H., Mangalik A. (1996): *The Ecology of Kalimantan*. Periplus Editions.¹⁵

Yu A.D., Lei S.A. (2001): Equilibrium Theory of Island Biogeography: A Review. *USDA Forest Service Proceedings*: 163-171.¹⁶

Zdroj obrázků je vždy citován v záhlaví příslušného obrázku. Není-li citace uvedena, byl obrázek vytvořen autorkou speciálně pro tuto aktivitu.

silueta netopýra Obr. 5: staženo <http://wiki.rvp.cz/Kabinet%2F0.0.0.Kliparty%2FZ%2FLetouni>, kde jako zdroj uvedeno: „Tento obrázek pochází ze stránek Wikimedia Commons, kde je publikován pod licencí: Public domain (Volné dílo)“ (citace ze dne 5.2. 2015)

¹⁴ dostupná on-line: <http://www.uvm.edu/~pdodds/research/papers/others/1963/macarthur1963a.pdf> [15]

dostupná on-line: <https://books.google.cz/books?>

¹⁵ dostupná on-line:

https://books.google.cz/books?id=FFXRAGAAQBAJ&pg=PT65&lpg=PT65&dq=whitten+1987+mammal+fauna+indonesian+islands&source=bl&ots=smlu3YC7gv&sig=beNMZwPymgonVmHEwI8T_o873rQ&hl=cs&sa=X&ei=UE7WVN-VI8mj7AbMv4HgBg&ved=0CDIQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false

¹⁶ dostupné online: http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p021/rmrs_p021_163_171.pdf

Vazba na RVP

Cyklus se vztahuje k následujícím cílům RVP pro gymnázia:

1. Environmentální výchova (kap. 6.4): V oblasti postojů a hodnot:

uvědomovat si specifické postavení člověka v přírodním systému a jeho odpovědnost za další vývoj na planetě;

projevovat pokoru, úctu k hodnotám, které neumí vytvořit člověk, oceňovat hodnotu přírody, vnímat a být schopen hodnotit různé postoje k postavení člověka v přírodě a k chování člověka vůči přírodě; vnímat místo, ve kterém žije, a změny, které v něm probíhají, a cítit zodpovědnost za jeho další vývoj, a to nejen z hlediska životního prostředí.

V oblasti vědomostí, dovedností a schopností:

poznat složitou propojenost přírodních systémů a pochopit, že narušení jedné složky systému může vést ke zhroucení celého systému;

znát z vlastní zkušenosti přírodní a kulturní hodnoty ve svém okolí, uvažovat o nich v souvislostech a chápat příčiny a následky jejich poškození;

hledat příčiny neuspokojivého stavu životního prostředí v minulosti i současnosti a hledat možnosti dalšího vývoje;

pochopit velkou provázanost faktorů ekologických s faktory ekonomickými a sociálními a být schopen vybrat optimální řešení v reálných situacích;

nahlížet různé aspekty ekologických problémů, vytvářet si vlastní názor a postoj k nim;

propojit poznatky a dovednosti z jednotlivých vzdělávacích oblastí a využívat je při řešení environmentální problematiky.

PROBLEMATIKA VZTAHŮ ORGANISMŮ A PROSTŘEDÍ

- ▶ Jak ovlivňuje prostředí organismy, které v něm žijí, a které abiotické/biotické vlivy na organismus působí
- ▶ Jak lze charakterizovat populace, jejich vlastnosti a vzájemné vztahy

ČLOVĚK A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

- ▶ Jak ovlivňuje člověk životní prostředí od počátku své existence po současnost a jaké je srovnání těchto forem ovlivňování z hlediska udržitelnosti
- ▶ Čím jsou významné organismy pro člověka, jaké jsou příčiny vzniku a zániku některých rostlinných a živočišných druhů a jaké jsou formy jejich ochrany

2. Biologie (kap. 5.3.3)

Cyklus se dotýká především částí:

- Ekologie, všech jejích částí, čili:

používá správně základní ekologické pojmy
objasňuje základní ekologické vztahy

Biologie rostlin

- ▶ zhodnotí problematiku ohrožených rostlinných druhů a možnosti jejich ochrany

zhodnotí problematiku ohrožených živočišných druhů a možnosti jejich ochrany

3. Metamatika (kap. 5.2 a 5.2.1) Cyklus se dotýká cíle:

Vzdělávání v dané vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k:

- ▶ osvojování základních matematických pojmů a vztahů postupnou abstrakcí a zobecňováním na základě poznávání jejich charakteristických vlastností;
- ▶ určování, zařazování a využívání pojmů, k analýze a zobecňování jejich vlastností;
- ▶ vytváření zásoby matematických pojmů, vztahů, algoritmů a metod řešení úloh a k využívání osvojeného matematického aparátu;
- ▶ analýzu problému a vytváření plánu řešení, k volbě správného postupu při řešení úloh a problémů, k vyhodnocování správnosti výsledku vzhledem k zadaným podmínkám;
- ▶ práci s matematickými modely, k vědomí, že k výsledku lze dospět různými způsoby;
- ▶ rozvoji logického myšlení a úsudku, vytváření hypotéz na základě zkušenosti nebo pokusu, k jejich ověřování nebo vyvracení pomocí protipříkladů;
- ▶ pochopení vzájemných vztahů a vazeb mezi okruhy učiva a k aplikaci matematických poznatků v dalších vzdělávacích oblastech;
- ▶ přesnému vyjadřování a zdokonalování grafického projevu, k porozumění matematickým termínům, symbolice a matematickému textu;
- ▶ zdůvodňování matematických postupů, k obhajobě vlastního postupu;
- ▶ rozvíjení dovednosti pracovat s různými reprezentacemi;
- ▶ užívání kalkulátoru a moderních technologií k efektivnímu řešení úloh a k prezentaci výsledků;
- ▶ rozvíjení zkušenosti s matematickým modelováním (k činnostem, kterými se učí poznávat a nalézat situace, v nichž se může orientovat prostřednictvím matematického popisu), k vyhodnocování matematických modelů, k poznávání mezi jejich použitím, k vědomí, že realita je složitější než její matematický model, že daný model může být vhodný pro více situací a jedna situace může být vyjádřena různými modely);
- ▶ rozvíjení geometrického vidění a prostorové představivosti;
- ▶ pochopení matematiky jako součásti kulturního dědictví a nezaměnitelného způsobu uchopování světa.

Z hlediska matematiky a její aplikace:

ZÁVISLOSTI A FUNKČNÍ VZTAHY

Očekávané výstupy

žák

- ▶ načrtne grafy požadovaných funkcí (zadaných jednoduchým funkčním předpisem) a určí jejich vlastnosti
- ▶ formuluje a zdůvodňuje vlastnosti studovaných funkcí a posloupností
- ▶ aplikuje vztahy mezi hodnotami exponenciálních, logaritmických a goniometrických funkcí a vztahy mezi těmito funkcemi
- ▶ modeluje závislosti reálných dějů pomocí známých funkcí
- ▶ řeší aplikační úlohy s využitím poznatků o funkcích a posloupnostech

2 Pravidla hry Ostrovy

Ostrovy

Ostrovy je didaktická hra pro 2-4 hráče demonstrující základní principy ostrovní biogeografie, která inspirovala nespočet ekologických vědeckých výzkumů. Pro hru je potřeba (šedivým polem označené položky je možné vytisknout z dokumentu Hra Ostrovy - podklady):

64 kartiček hracího plánu představujících moře (54 ks) a ostrovy (10 ks);

2-4 (dle počtu hráčů) × 8 figurek, které budou představovat zvířata (lze použít figurky z Člověče nezlob se nebo jiné deskové hry, kameny na dámu, šachové figurky, kostičky z Lega 4 x 4 puntíky nebo jakékoli jiné vhodné předměty);

36 kartiček zvířat: á 6 kartiček pro zvířata opice (dosah 1, nelétá), motýl (dosah 2, létá), krysa (dosah 3, nelétá), krokodýl (dosah 3, nelétá), netopýr (dosah 4, létá s pamětí), pták (dosah 5, létá s pamětí);

36 kartiček událostí:

- a) narození jednoho zvířete (6 ks);
- b) vysoká natalita (2 ks): narození všech chybějících zvířat;
- c) extinkce (6 ks): zvíře daného druhu na ostrově umře;
- d) nepříznivý vítr (5 ks): snižující dosah migrace o 1 pro létající zvířata;
- e) příznivý vítr (5 ks): zvyšující dosah migrace o 1 pro létající zvířata;
- f) potrava na cestě (6 ks): zvyšující dosah o 1 všem zvířatům;
- g) zima (5 ks): snižující dosah o 1 všem zvířatům;
- h) orkán (1 ks): snižující dosah o 2 všem kromě krokodýla;

Drobné kartičky s piktogramy zvířat (á 32 ks od každého zvířete). Případně můžete použít jiný označovač (např. jednokostičku Lega různé barvy, kterou postavíte na kostičku Lega, která představuje zvíře).

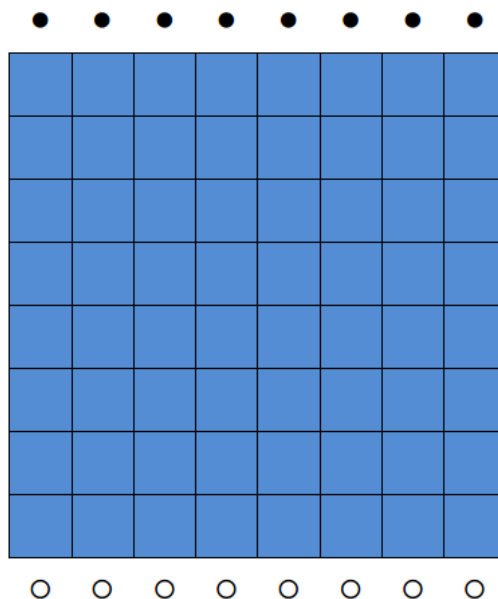
Úvodní příběh:

Na pevnině se přemnožily populace opic, motýlů, krys, krokodýlů, netopýrů a ptáků, které vytlačují nadbytečné jedince ven z původních teritorií. Těm nezbývá nic jiného než migrací se pokusit objevit nové teritorium, kde by mohli v klidu žít a množit se. Cesta však je nejistá a jen někteří z nich přežijí.

Jak hrát:

Namíchané kartičky představující moře a ostrovy rozložte do pravidelné sítě 8 × 8 kartiček prázdnou stranou nahoru tak, aby nebylo zřejmé, kde leží moře (vlna) a kde ostrov (šedivé pole). Pro usnadnění můžete jako podložku použít šachovnici.

Rozmístěte figurky představující zvířata podél pobřeží tak, že 8 zvířat každého hráče stojí právě u jedné krajní kartičky podél jedné strany herního pole - pobřeží (viz Obr. 1). Hrají-li dva hráči, obsadí protilehlá pobřeží. Na začátku hry jsou zvířata anonymní a během hry se mohou stát jakýmkoli druhem, které jim hráč v dalších kolech na základě tahu karet přiřkne.



Obr. 1. Úvodní rozestavení herního pole, pokud hrají dva hráči (s černými a bílými figurami).

Hráči se pravidelně střídají, a to až do doby, kdy **jeden z hráčů nemůže táhnout – hra končí**. Hra končí také, když hráči **vyližou celé balíky zvířat a událostí**. **Vyhrává hráč, který měl více zvířat na ostrovech.**

V každém kole hráč sejme jednu kartičku z namíchaného balíku kartiček zvířat a jednu kartičku z namíchaného balíku událostí. Po aplikaci kartiček jsou využitá zvířata odložena stranou. Hráč se rozhodne, kterému dosud anonymnímu zvířeti¹⁷ přiřadí roli zvířete (označí zvíře daným druhem tím, že svou figurku postaví na piktogram druhu, které si vytáhl). Alternativou je táhnout již identifikovaným zvířetem daného druhu (na začátku hry žádná taková pochopitelně nejsou). Toto zvíře bude táhnout v daném kole. Hráč uplatní, je-li relevantní, kartičku událostí (viz dále) a táhne zvířetem. V každém kole musí hráč postoupit alespoň o jedno neobjevené (neotočené) políčko nebo postoupit dále do moře od své pevniny. Pokud by to znamenalo nevyhnutelnou smrt jedince (všchna pole směrem do moře jsou známá a zvíře nedoletí na volný ostrov), hráč táhnout nemůže. Pokud nemůže hráč táhnout, hra končí (viz výše).

Zvíře může (ale nemusí) postoupit právě o tolik polí, jaké má dosah (základní dosah může být upraven dle kartičky událostí tažené v daném kole – viz kartičky d až h). Zvířata postupují jen ve směru dopředu/dozadu, vlevo/vpravo (nikoli diagonálně). Postup podél pobřeží je možný jen tehdy, nepřekáží-li zvířeti v cestě jiné zvíře. Pokud zvíře postupuje do moře, odkrývá postupně kartičky pod sebou. Narazí-li na ostrov (šedivá kartička), může ostrov obsadit (nemusí pokračovat dál) – k obsazování ostrova viz dále. Zvířata se mohou při cestě nad mořem vrátit maximálně o 1 pole zpět s výjimkou ptáků a netopýrů, kteří se mohou vracet a měnit směr nad mořem, jak je libo. Zůstane-li zvíře při svém maximálním dosahu nad mořem, umírá a je odloženo stranou – nahřbitov.

Ostrov může být obsazen maximálně 2 zvířaty průměrně na plochu ostrova (tedy ostrov o velikosti 1 mohou obsadit max. 2 zvířata, ostrov o velikosti 2 mohou obsadit 4 zvířata – 3 mohou být na jedné kartičce a jedno na druhé, atd.). Jedinou výjimku představuje chvíle narození zvířete na ostrově (viz kartičky událostí), kdy ihned po narození potomka může být na ostrově zvýšený počet zvířat, v daném kole však musí toto zvíře emigrovat! Na ostrově přednostně zůstávají starousedlíci; nově příchozí nebo narozený jedinec má smůlu a musí si hledat jiný ostrov.

Pohyb a osud zvířat mohou upravovat kartičky událostí:

- a) **Narození zvířete** – pokud je na hřbitově k dispozici zvíře daného hráče, jedno zvíře ožije. Zvíře se narodí jako zvíře daného druhu (dáno tahem v kole) na pobřeží. Je-li k dispozici více volných míst, hráč si sám zvolí, kde se zvíře narodí. Má-li hráč k dispozici zvíře na ostrově, může se rozhodnout, že narozené zvíře se nenarodí na pevnině, ale je potomkem zvířete na ostrově. Zvíře se může narodit na ostrově, i pokud je ostrov plně obsazen, ale v takovém případě musí během tohoto kola z ostrova emigrovat. Hráč v daném kole může táhnout libovolným zvířetem, které odpovídá danému druhu dle tažené karty zvířete – nikoli nutně narozenou figurou.
- b) **Vysoká natalita** – doba kartičky narození, liší se tím, že v daném kole se narodí **všechny** figury daného hráče, které byly na hřbitově.
- c) **Extinkce** – pokud má hráč zvíře odpovídající taženému druhu na ostrově, toto zvíře umírá a putuje na hřbitov. Má-li jich více, může si vybrat, které z nich to bude.
- d) až h) Kartičky upravující dosah zvířete dle popisu na kartičce.

¹⁷ Zvíře je anonymní do svého prvního tahu. Jakmile se pohne (buď po pobřeží), je znám jeho druh.

3 Ověření znalostí studentů

Anotace

Dokument doplňuje text Robinsoni na ostrově několika sadami různých otázek a úkolů pro ověření znalostí a pochopení ostrovní teorie. Učitel může vybrané otázky nakopírovat do svých vlastních testů nebo je použít jiným způsobem. Součástí je také autorské řešení otázek. Materiál obsahuje:

- Výběrové otázky: sada 10 výběrových otázek ve variantě A a B lišících se pořadím otázek a odpovědí. Není-li řečeno jinak, je správně 1 odpověď.
- Otázky s obrázky – sada 12 otázek. Studenti mají za úkol popsat obrázek, vyznačit něco na obrázku nebo na základě obrázku odpovědět na položenou otázku.
- Osm úkolů, které vyžadují po studentech doplnit vhodné výrazy do textu.

1. Výběrové otázky:

var. A:

1. Ve kterém případě bude na ostrově nejvíce druhů?

- a) ostrov je 1 000 km od pevniny a má 2 ha
- b) ostrov je 500 km od pevniny a má 2 km²
- c) ostrov je 1 000 km od pevniny a má 2 km²
- d) ostrov je 500 km od pevniny a má 2 ha

2. Vyberte pravdivá tvrzení. (Více možností může být správně.)

- a) rychlost imigrace na ostrov s časem klesá
- b) rychlost imigrace s časem roste
- c) rychlost extinkce s časem klesá
- d) rychlost extinkce s časem roste

3. Kde najdete nejméně druhů?

- a) na ostrově, který vznikl v prvohorách a je 200 m od pevniny
- b) na ostrově, který vznikl v prvohorách a je 200 km od pevniny
- c) na ostrově, který vznikl ve čtvrtohorách a je 200 m od pevniny
- d) na ostrově, který vznikl ve čtvrtohorách a je 200 km od pevniny

4. Který z následujících druhů snáze kolonizuje ostrov 2 000 km od pevniny?

- a) pěnkava
- b) myš
- c) prase
- d) žába

5. Na kterém z následujících vnitrozemských ostrovů bude nejvíce druhů, jsou-li ostatní parametry ovlivňující počet druhů shodné?

- a) rašeliniště o ploše 200 m²
- b) slatiniště o ploše 2 ha
- c) rašelinná louka o ploše 2 ary
- d) zrašelinělé prameniště o ploše 10 m²

6. Které rostlinné uzpůsobení umožňuje rostlinám nejrychleji kolonizovat vzdálené ostrovy?

- a) epizoochorie
- b) barochorie
- c) anemochorie
- d) endozoochorie

7. Na ostrovech typicky naleznete více:

- a) karnivorů
- b) parazitů

- c) predátorů
- d) endemitů

8. Darwinovy pěnkavy nebo šatovníci z Havajských ostrovů jsou typickým příkladem:

- a) extinkce
- b) adaptivní radiace
- c) fragmentace
- d) predace

9. Který biotop se v naší krajině typicky chová jako vnitrozemský ostrov? (Více možností může být správně.)

- a) smrková monokultura
- b) řepkové pole
- c) prameniště
- d) skalní výchoz

10. Co je to zdrojová populace v metapopulační teorii? (Více možností může být správně.)

- a) Populace, u níž je natalita vyšší než mortalita.
- b) Populace, u níž je natalita menší než mortalita.
- c) Populace, která svými emigranty přispívá k udržení propadové populace.
- d) Populace, která díky emigrantům z propadových populací přežívá

Řešení:

- 1. (b)
- 2. (a) (d)
- 3. (d)
- 4. (a)
- 5. (b)
- 6. (c)
- 7. (d)
- 8. (b)
- 9. (c) (d)
- 10. (a) (c)

var. B:

1. Vyberte pravdivá tvrzení. (Více možností může být správně.)

- a) rychlost extinkce s časem klesá
- b) rychlost imigrace na ostrov s časem klesá
- c) rychlost imigrace s časem roste
- d) rychlost extinkce s časem roste

2. Který biotop se v naší krajině typicky chová jako vnitrozemský ostrov? (Více možností může být správně.)

- a) skalní výchoz
- b) smrková monokultura
- c) prameniště
- d) řepkové pole

3. Ve kterém případě bude na ostrově nejvíce druhů?

- a) ostrov je 500 km od pevniny a má 2 km²
- b) ostrov je 1 000 km od pevniny a má 2 km²
- c) ostrov je 1 000 km od pevniny a má 2 ha
- d) ostrov je 500 km od pevniny a má 2 ha

4. Kde najdete nejméně druhů?

- a) na ostrově, který vznikl ve čtvrtohorách a je 200 m od pevniny
- b) na ostrově, který vznikl v prvohorách a je 200 m od pevniny
- c) na ostrově, který vznikl v prvohorách a je 200 km od pevniny
- d) na ostrově, který vznikl ve čtvrtohorách a je 200 km od pevniny

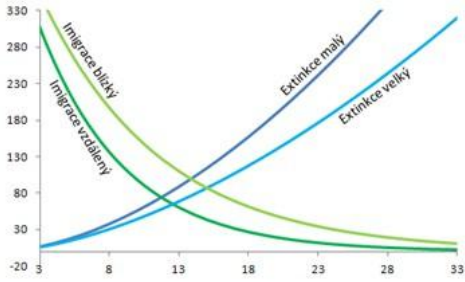
5. Co je to zdrojová populace v metapopulační teorii? (Více možností může být správně.)
- Populace, která svými emigranty přispívá k udržení propadové populace.
 - Populace, u níž je natalita vyšší než mortalita.
 - Populace, u níž je natalita menší než mortalita.
 - Populace, která díky emigrantům z propadových populací přežívá
6. Které rostlinné uzpůsobení umožňuje rostlinám nejrychleji kolonizovat vzdálené ostrovy?
- anemochorie
 - endozoochorie
 - barochorie
 - epizoochorie
7. Na ostrovech typicky naleznete více:
- endemitů
 - predátorů
 - parazitů
 - karnivorů
8. Na kterém z následujících vnitrozemských ostrovů bude nejvíce druhů, jsou-li ostatní parametry ovlivňující počet druhů shodné?
- rašeliníště o ploše 200 m²
 - rašelinná louka o ploše 2 ary
 - slatiniště o ploše 2 ha
 - zrašelinělé prameniště o ploše 10 m²
9. Který z následujících druhů snáze kolonizuje ostrov 2 000 km od pevniny?
- žába
 - pěnkava
 - myš
 - prase
10. Darwinovy pěnkavy nebo šatovníci z Havajských ostrovů jsou typickým příkladem:
- adaptivní radiace
 - extinkce
 - predace
 - fragmentace

Řešení

- (b) (d)
- (a) (c)
- (a)
- (d)
- (a) (b)
- (a)
- (a)
- (c)
- (b)
- (a)

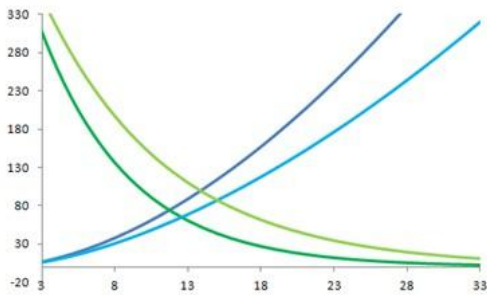
2. Otázky s obrázky

1. Zobrazuje-li graf rychlost imigrace a extinkce na velkých/malých ostrovech a ostrovech blízkých/vzdálených, na které kombinaci vlastností ostrovů bude nejvyšší počet druhů?

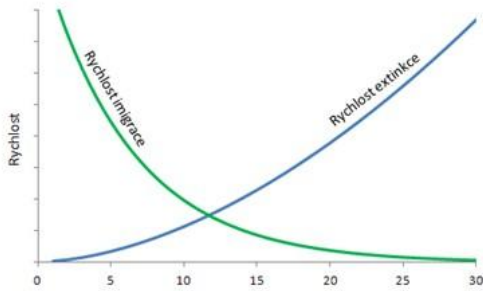


2. Doplňte do obrázku popisky křivek:

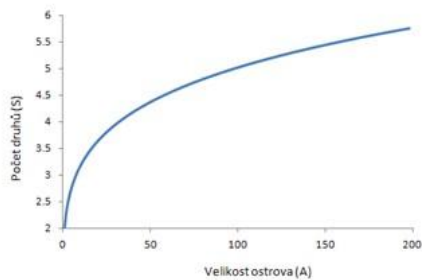
Možnosti: imigrace blízký ostrov, extinkce velký ostrov, imigrace vzdálený ostrov, extinkce malý ostrov



3. V grafu vyznačte, kolik druhů bude na ostrově po dosažení rovnovážného stavu.



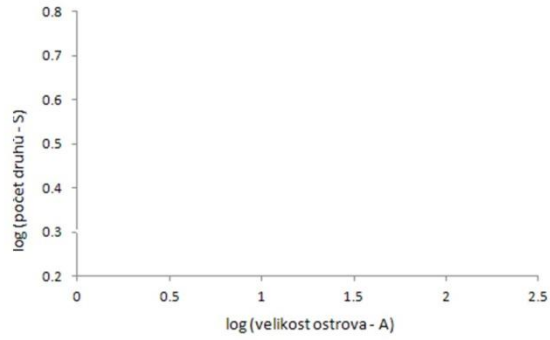
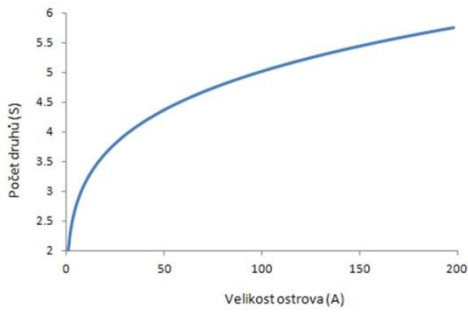
4. Jakou funkcí můžete popsat křivku v grafu popisující závislost počtu druhů na ostrově a velikosti ostrova?



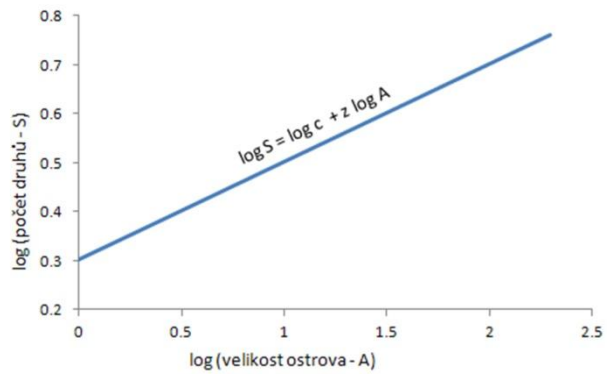
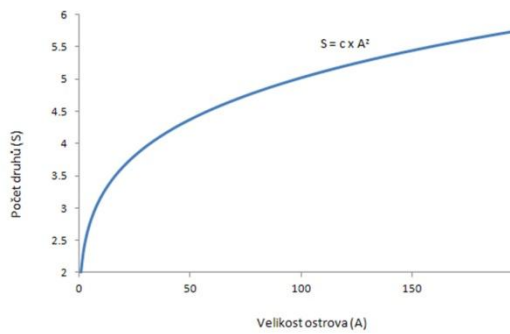
Napište její obecný zápis: _____

5. Do grafu vpravo načrtněte, co se stane s logaritmickou křivkou popisující závislost počtu druhů (S) velikosti ostrova (A), zlogaritmujete-li obě proměnné.

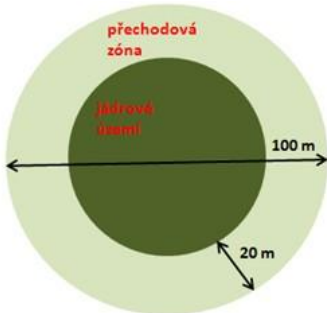
na



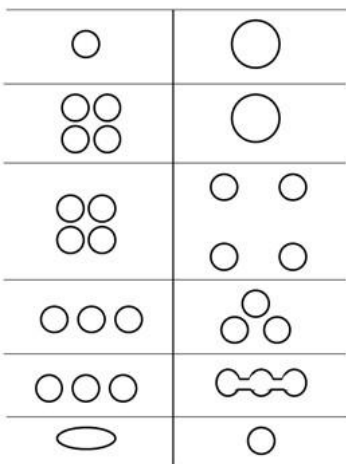
6. Je-li vztah závislosti počtu druhů (S) na velikosti ostrova (A) logaritmickou funkcí, co je koeficient **c** a koeficient **z** této funkce po logaritmické transformaci proměnných? Napoví Vám graf níže.



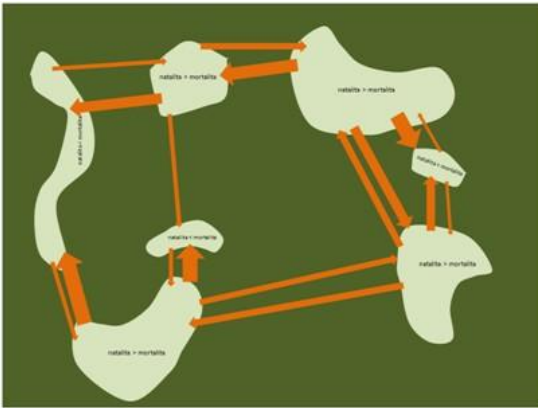
7. Spočítejte plochu jádrového území a jeho zastoupení na celkové ploše území v procentech.



8. Označte, které vymezení z dvojic chráněných území je lepší.



9. Které populace jsou zdrojové a které propadové v následujícím schématu?



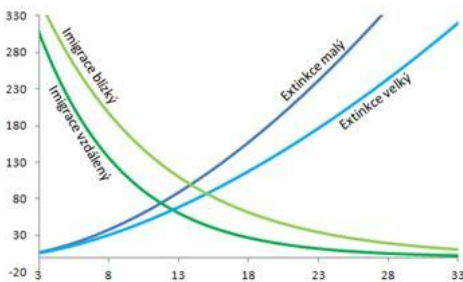
10. Jsou-li ostatní parametry ostrovů stejné, který z těchto ostrovů je větší? MacKinnon et al. (1996)

11. Jsou-li ostatní parametry ostrovů stejné, který z těchto ostrovů je dále od pevniny? MacKinnon et al. (1996)

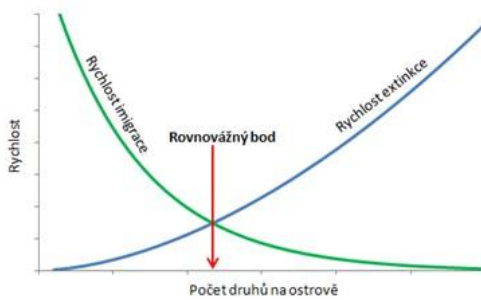
12. Jsou-li ostatní parametry ostrovů stejné, který z těchto ostrovů je geologicky starší?

Řešení:

1. velký blízký ostrov
2. .

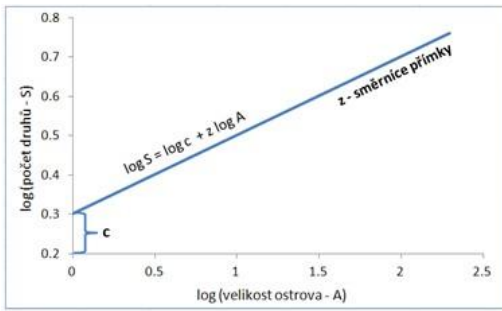


3. ca 12 druhů:



4. logaritmickou: $S = c \times A^z$ (pro koeficienty c a z mohou být použity i jiné symboly, např. x a y)

5. .



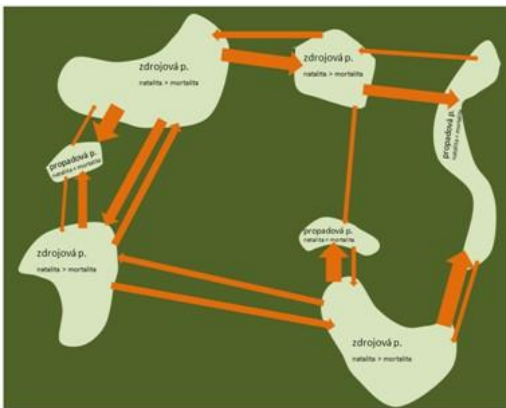
6. z - směrnice přímky, c - průsečík s osou y (počet druhů - S)

7. poloměr jádrového území je 30 m \Rightarrow plocha jádrového území je $2\,826\text{ m}^2$ ($30^2 \times \pi$), celková plocha je $31\,400\text{ m}^2$ ($\pi \times 100^2$), čili jádrové území tvoří 9 % území.

8.

	😊	😞
A	○	○
B	○	○○ ○○
C	○○ ○○	○ ○ ○ ○
D	○○ ○	○○○
E	○○○○	○○○
F	○	○

9.



10. vpravo

11. vlevo

12. vlevo

2. Doplňte vhodné výrazy do textu

1. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Robert MacArthur a Edward Wilson si při studiu tichomořských ostrovů všimli některých obecně platných vlivů na počet druhů na ostrově, a to především, že na větších ostrovech je (1)_____druhů než na malých, že na ostrovech vzdálených více od pevniny je (2)_____druhů než na ostrovech blízkých pevnině a že na geologicky starých ostrovech je (3)_____druhů než na geologicky mladších.

2. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie vychází z toho, že rychlost imigrace nových druhů na ostrov s časem (1)____, naopak s časem (2)_____ rychlost extinkce. Obě závislosti můžeme modelovat (3)_____funkcí. Existuje (4)_____, na němž se počet druhů na ostrově po určité době ustálí. Nalezneme jej na (5)_____křivce rychlosti imigrace a extinkce.

3. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Rychlost (1)_____je menší na velkých ostrovech než na malých, proto velké ostrovy hostí (2)_____druhů než ostrovy malé. Rychlost (3)_____je vyšší na ostrovech blíže pevniny než na ostrovech vzdálených, proto ostrovy blíže pevniny hostí (4)_____druhů než ostrovy vzdálené.

4. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Závislost počtu druhů (S) na velikosti plochy (A), např. ostrova, byla opakovaně popsána (1)_____funkcí, kterou můžeme zapsat následovně: (2)_____. Pokud logaritmicky transformuje obě proměnné, závislost proměnných je (3)_____funkcí, kterou můžeme zapsat následovně: (4)_____.

5. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Pro ostrovy je typické, že hostí velké množství (1)_____druhů, které nikde jinde nežijí. Důvodem je, že druhy, které se kdysi na ostrov dostaly, se přizpůsobily místním podmínkám a změnily se v jiné druhy adaptované na specifický způsob života, tak (2)_____z původního jednoho druhu mohla vzniknout celá řada druhů nových.

Tyto druhy jsou však náchylné k vymření, objeví-li se nové vlivy - např. imigrace predátora na ostrov. Důvodem je (jmenujte dva možné důvody): (3)_____;
(4)_____.

6. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Ostrovní teorie byla aplikována často i na biotopy na pevnině. Příkladem takových vnitrozemských ostrovů může být (jmenujte alespoň 4 příklady): (1)_____, (2)_____, (3)_____.
(4)_____.

I u nich můžeme pozorovat specifické druhové složení, vysoký podíl (5)_____ (druhů, které jinde nežijí), a velkou zranitelnost a tedy riziko (6)_____jejich druhů.

7. Doplňte vhodné výrazy do textu:

(1)_____dynamika popisuje systém subpopulací, které vzájemnou migrací mezi sebou komunikují. (2)_____ populace mají natalitu vyšší než mortalitu, a tedy svými emigranty dotují (3)_____populace. Dojde-li k vymření (4)_____populace nebo ke vzniku migrační bariéry, vymře i (5)_____populace, která je zcela závislá na imigraci.

8. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Při vytyčování chráněných území je potřeba brát v úvahu tzv. (1)_____zónu, která není často vhodným biotopem druhů, které chceme územím chránit. Zde do sebe přecházejí oba sousedící biotopy - mluvíme o tzv. (2)_____.

Tato zóna je relativně (3)_____u protáhlých a nepravidelných tvarů chráněného území než u kruhovitých území. Čím je tato zóna širší, tím je také výrazně (4)_____relativní velikost jádrové zóny.

Řešení:

1. Robert MacArthur a Edward Wilson si při studiu tichomořských ostrovů všimli některých obecně platných vlivů na počet druhů na ostrově, a to především, že na větších ostrovech je **více** druhů než na malých, že na ostrovech vzdálených více od pevniny je **méně** druhů než na ostrovech blízkých pevnině a že na geologicky starých ostrovech je **více** druhů než na geologicky mladších.
2. Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie vychází z toho, že rychlost imigrace nových druhů na ostrov s časem **klesá**, naopak s časem **roste** rychlost extinkce. Obě závislosti můžeme modelovat **exponenciální** funkcí. Existuje **rovnovážný bod**, na němž se počet druhů na ostrově po určité době ustálí. Nalezneme jej na **průsečíku** křivek rychlosti imigrace a extinkce.
3. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Rychlost **extinkce** je menší na velkých ostrovech než na malých, proto velké ostrovy hostí **více** druhů než ostrovy malé. Rychlost **imigrace** je vyšší na ostrovech blíže pevniny než na ostrovech vzdálených, proto ostrovy blíže pevniny hostí **více** druhů než ostrovy vzdálené.

4. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Závislost počtu druhů (S) na velikosti plochy (A), např. ostrova, byla opakovaně popsána **logaritmickou** funkcí, kterou můžeme zapsat následovně: $S = c \times A^z$ (*pochopitelně označení koeficientů c a z může být i jinými písmeny*). Pokud logaritmicky transformuje obě proměnné, závislost proměnných je **lineární** funkcí, kterou můžeme zapsat následovně: $\log S = \log c + z \log A$ (*pochopitelně mohou být použity logaritmy o jiných základech včetně přirozeného logaritmu*).

5. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Pro ostrovy je typické, že hostí velké množství **endemitů** - druhů, které nikde jinde nežijí. Důvodem je, že druhy, které se kdysi na ostrov dostaly, se přizpůsobily místním podmínkám a změnily se v jiné druhy adaptované na specifický způsob života, tak **adaptivní radiaci/radiační speciáci** původního jednoho druhu mohla vzniknout celá řada druhů nových.

Tyto druhy jsou však náchylné k vymření, objeví-li se nové vlivy - např. imigrace predátora na ostrov. Důvodem je (jmenujte alespoň dva možné důvody: **malá genetická variabilita** (z důvodu efektu zakladatele); **druhy nebyly dlouhodobě zvyklé se s tímto vlivem vypořádávat/pokud by byly žily na pevnině, už by dávno vyhynuly a my bychom o nich nevěděly**).

6. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Ostrovní teorie byla aplikována často i na biotopy na pevnině. Příkladem takových vnitrozemských ostrovů může být (jmenujte alespoň 4 příklady):

....., zde nelze podat úplný výčet správných odpovědí, pro příklady viz dokument Robinsoni na ostrovech.

I u nich můžeme pozorovat specifické druhové složení, vysoký podíl **endemitů** (druhů, které jinde nežijí), a velkou zranitelnost a tedy riziko **vymření/extinkce** jejich druhů.

7. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Metapopulační dynamika popisuje systém subpopulací, které vzájemnou migrací mezi sebou komunikují. **Zdrojové/source** populace mají natalitu vyšší než mortalitu, a tedy svými emigranty dotují **propadové/sink** populace. Dojde-li k vymření **zdrojové/source** populace nebo ke vzniku migrační bariéry, vymře i **propadové/sink** populace, která je zcela závislá na imigraci.

8. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Při vytyčování chráněných území je potřeba brát v úvahu tzv. **přechodovou/okrajovou** zónu, která není často vhodným biotopem druhů, které chceme územím chránit. Zde do sebe přecházejí oba sousedící biotopy - mluvíme o tzv. **ekotonu**.

Tato zóna je relativně **větší** u protáhlých a nepravidelných tvarů chráněného území než u kruhovitých území. Čím je tato zóna širší, tím je také výrazně **menší** relativní velikost jádrové zóny.

Literatura

MacKinnon K., Hatta G., Halim H., Mangalik A. (1996): The Ecology of Kalimantan. — Periplus Editions.¹⁸

¹⁸ dostupná on-line: <https://books.google.cz/books?id=FFXRAGAAQBAJ&pg=PT65&lpg=PT65&dq=whitten+1987+mammal+fauna+indonesia+islands&source=bl&ots=smlu3YC7gv&sig=beNMZwPymgonVVI8mj7AbMv4HgBg&ved=0CDIQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false>