



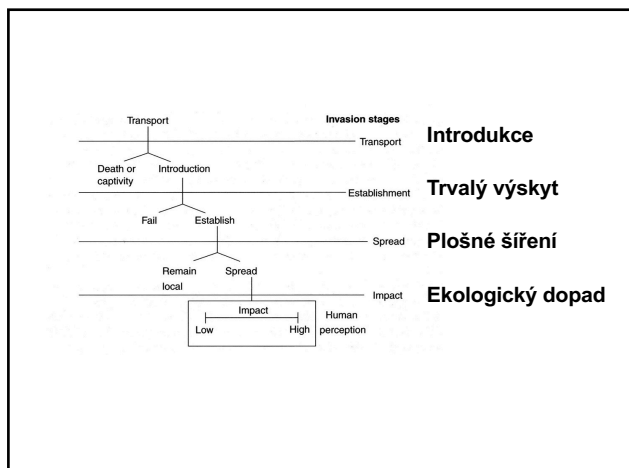
## Nepůvodní druhy a biologické invaze

1

## Nepůvodní druh

- druh, který se v dané oblasti nevyskytoval během posledních 10 tisíc let; archeofyty, neofyty (po 15. stol.)
  - nepůvodní druhy nemusí být invazní !!!
  - introdukovaný, exotický, zavlečený
  - [alien, introduced, non-native .... invasive]
1. náhodný výskyt (bez reprodukce) [zavlečený]
  2. trvalý výskyt (reprodukce, ale malá populace, která neexpanduje) [naturalizovaný]
  3. invaze (zvyšování abundance a plošné šíření) [invazní]
  4. post-invazní výskyt (stabilizován, plošně rozšířen, začleněn do ekosystému)

2



3

## Osnova: biologie invazí

1. Transport a šíření [transport and dispersal]
2. Přežití, založení stabilní populace [establishment]
3. Invaze [persistence and spread]

### PRAKTICKÉ ASPEKTY

- Dopady nepůvodních druhů
- Management nepůvodních populací

### TEORETICKÉ ASPEKTY

- Evoluční změny v nepůvodních populacích
- „Přírodní experimenty“

4

## Terminologie

**Invaze** – proces šíření

**Invazibilita** – náchylnost či odolnost společenstva či území vůči invazím

**Invadovanost** – míra ovlivnění společenstva či území nepůvodními druhy

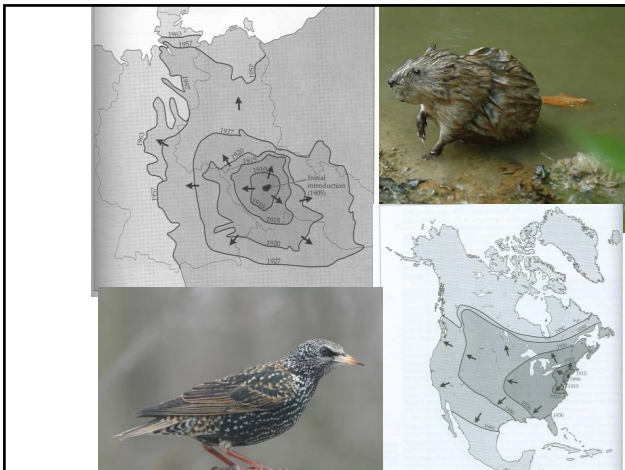
**Invazivnost** – schopnost taxonu invadovat v nepůvodních oblastech

5

## Způsoby introdukce

1. **zavlečení s osadníky** (úmyslné vysazení jako potrava nebo lovná zvěř, případně vzpomínka na domov)
2. **nechtěný únik** z chovů, zplanění zemědělských plodin
3. **náhodný, nechtěný transport**
  - a. synantropní druhy (krysa, paraziti)
  - b. semena plevelů společně s plodinami
  - c. import živočichů v půdě sazenic, balastní vodě, komáři v letadlech...
4. **úmyslný dovoz parazitů či predátorů** pro boj s invazními druhy
5. **disperze novým koridorem** (Panamský a Suezský průplav)

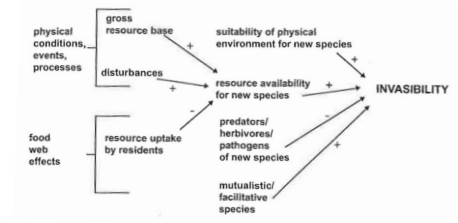
6



7

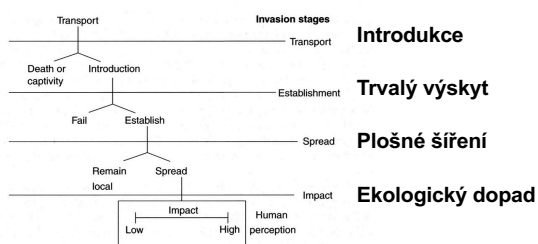
## Nepůvodní → invazní

- jen některé nepůvodní druhy se stanou invazními (**pravidlo 10**)
- predikce obtížná až nemožná (velikost původního areálu?)
- **r strategie**: dobré disperzní schopnosti a generalista
- **narušené biotopy** => invazní druhy lépe adaptovány na nové podmínky



8

## Pravidlo 10



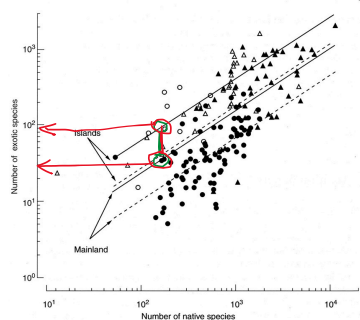
9

## Citlivost ostrovních ekosystémů

1. existence nenaplňených nik
2. absence adaptace ostrovní fauny na predátory (nelétavost, ztráta plachosti, bezbrannost proti okusu)
3. absence predátorů invazního druhu (králík v Austrálii)
4. malé populace
5. případně vysoká specializace (v konečné fázi taxon cycle)



10

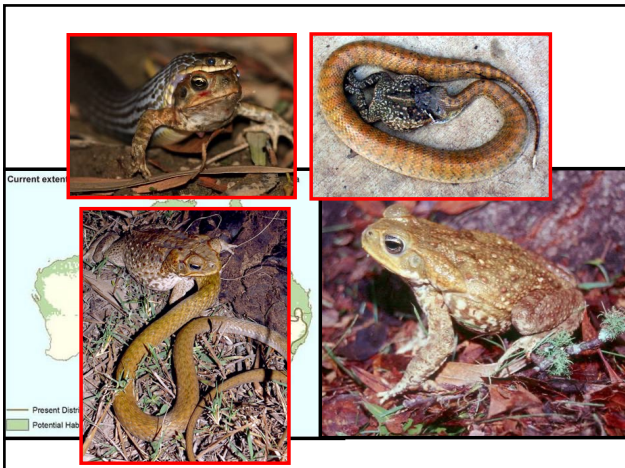


11

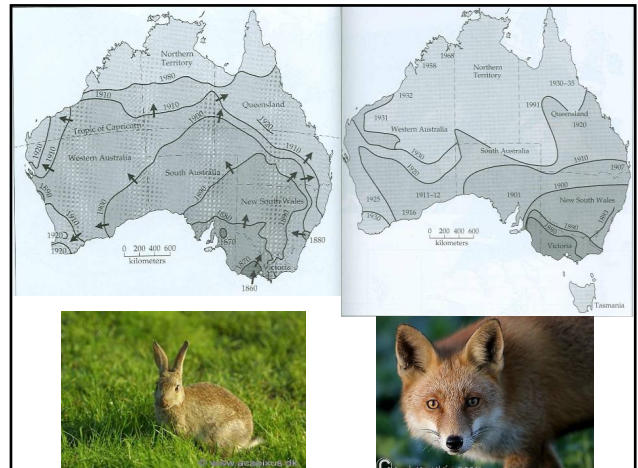
## 3. Invaze, invazní druh

1. nepůvodní druh, který se rychle šíří (velikost areálu i populační hustota)
2. vliv na populace původních druhů
3. naruší ustálené vztahy (koevoluce s predátory, parazity, komensály, mutualisty, přeměna biotopu...)
  - neloven místními predátory
  - predátor místních (původních) druhů
  - jeho populační dynamika není udržována v rovnováze parazity
  - přenašeč parazitů původních druhů nebo jejich nákaza novými chorobami
  - vliv na důležitou složku ekosystému (stínění, pH půdy, produkce toxických látek)

12



13



14

### Historický pohled

- náhlá invaze nepůvodní fauny v minulosti vzácná
- vznik Pangey
- Great American Interchange (3 mya) – výměna fauny mezi Severní a Jižní Amerikou
- kolize Indie s asijským kontinentem
- od konce 15. století objevitelské cesty Evropanů
- nynější společenstva úplně jiná než před 500 lety (antropocén, homogocén)
- zoogeografické členění platí pro původní druhy...

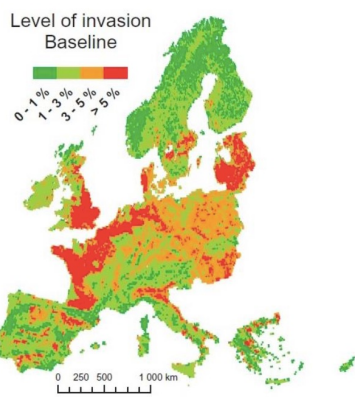
15

### Množství invazních druhů

- Flóra
  - Severní Amerika 2000-3000 druhů, 10-25% flóry
  - Střední Evropa 1000 druhů dřevin
  - celá Evropa 1000 druhů rostlinných druhů
  - Havajské ostrovy 1000 nepůvodních druhů
  - Nové Zéland 1025 nepůvodních druhů
  - Bermudské ostrovy 1000 nepůvodních druhů
  - Barmánské ostrovy 1000 nepůvodních druhů (65%), (Rwanda, Střední Evropa)
- Fauna
  - Kalifornie 35% nepůvodních druhů ryb nepůvodních
  - Havajské ostrovy 40% ptáků, 94% savců a 100% plazů

16

### Stav v Evropě rostliny!

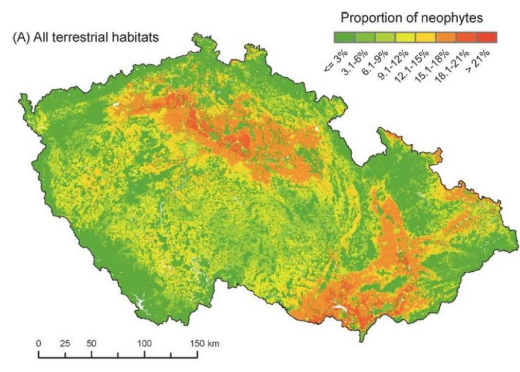


- mapa míry invaze nepůvodními rostlinami v různých částech Evropy v roce 2000

Chytrý et al. 2012

17

### Neofyty v České republice



Chytrý et al. 2009

18

## Invazní rostliny

- bolševník velkolepý
- netýkavka žlaznatá
- křídlatka japonská
- trnovník akát




- pěnišník *Rhododendron* v Británii a Irsku
- blahovičník *Eucalyptus* po celém světě
- borovice v Andách
- *Melaleuca* v USA

19

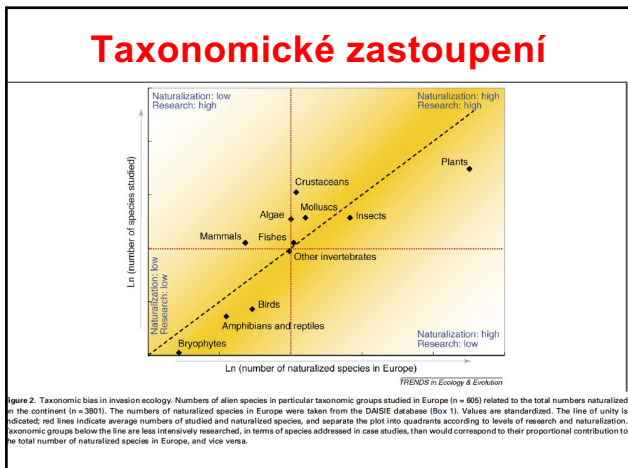
## Nejčastěji introdukované taxony

- nenahodný výběr (šelmy 19% a sudokopytncí 31% introdukovaných, ale jinak jen 7%)
- králík, kočka, krysy (*R. rattus*, *R. exulans*) a potkani (*R. norvegicus*), myš domácí, domácí zvířata (prasata, dobytek, ovce, psi)
- ptáci: 771 introdukcí 212 druhů 46 čeledí; nejvíce vrubozobí, hřabaví, měkkozobí, papoušci
- časté také introdukce sladkovodních ryb (rybářství, boj proti komárům) – *Oreochromis*, *Oncorhynchus*, *Ictalurus*, *Carassius*, *Gambusia*, *Poecilia reticulata*,

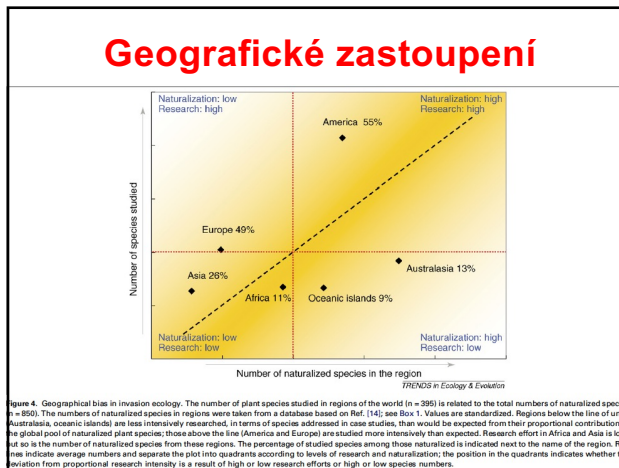




20



21



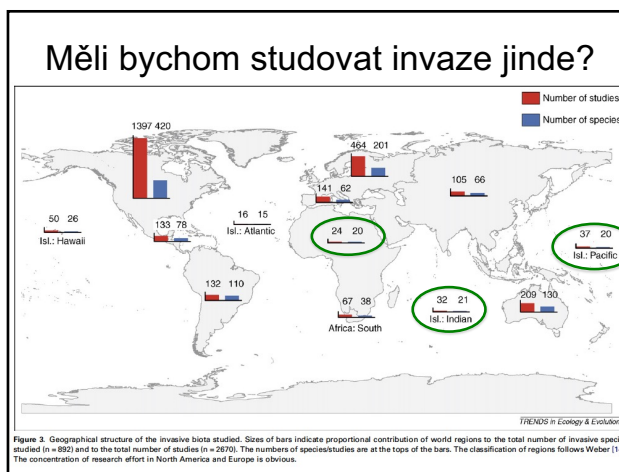
22

## Odkud kam

- nejvíce introdukcí na plochu: Austrálie, početně: Palearktós
- hlavně ovšem oceánské ostrovy (60% introdukcí ptáků a savců)
- vliv kolonizace ostrovů a kontinentů (britské kolonie)

	odkud	kam	
• Eurasie (P+O)	56/27	88/38	savci/ptáci
• Neartická	34/60	30/15	
• Neotropická	15/10	15/6	
• Etiopská	10/18	8/6	
• Australská	27/27	26/40	

23



24

## Prediktory invaze

- **propagule pressure** – čím více nepůvodních výsadek, tím větší pravděpodobnost uchycení
  - počet jedinců + počet "dávek"
  - genetická variabilita? (celkové + jednotlivé výsadky)
  - větší statistická pravděpodobnost?



25

## Ilustrativní příklady

26

## Ptáci na Havajských ostrovech

- dnes 95 druhů, 57 původních a 38 introdukovaných
- 14 původních vymřelo
- 94 vysazeno, 53 druhů alespoň dočasně H. kolonizovalo
- lovné druhy a „pěkné“ druhy
- Sev. Amerika: křepel kalifornský, drozdec mnohohlasý
- Asie: majna obecná, hrdlička kropenatá
- Eurasie: vrabec domácí, skřivan luční, bažant obecný
- J. Am.: kardinál zelený



27



28

## Nový Zéland

- Savci:
  - původně jen dva druhy netopýrů
  - introdukováno 26 druhů savců z 11 čeledí
- Ptáci:
  - původních 39 druhů z 19 čeledí
  - introdukováno 26 druhů ptáků z 13 čeledí
- Zdroj introdukcí:
 

– Austrálie	6/2	ptáci/savci
– Polynésie	0/2	
– Asie	3/4	
– Evropa	16/15	
– Severní Amerika	1/3	



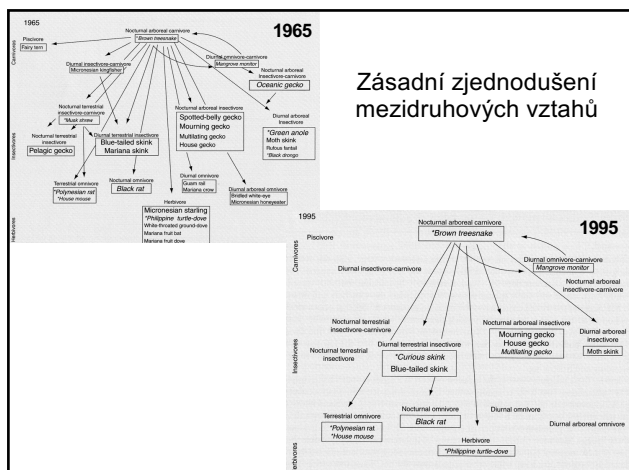
29

## Případ bojgy hnědé

- původně Šalamounovy ostrovy, zavlečena na Guam v 50. letech
- populační exploze až na 5 000 jed./km<sup>2</sup>
- extinkce 9 z 13 (6/11) ptačích druhů
- neustálé přerušování dodávek proudu



30



31

## Případ včely medonosné

- evropský (*A. m. linguistica*) a africký (*A. m. scutellata*) poddruh
- evropský poddruh „chovatelnější“
- africký druh schopen přežít tropické klima
- experimentální křížení v Brazílii, únik (1956/57), šíření kříženců (agresivní jako africký poddruh) až do Severní Ameriky



32

## Introdukce konkurentů původní fauny

- **veverka obecná vs veverka popelavá** v Británii
- kompetice a zavlečení infekce, v. obecná přežívá jen v izolovaných populacích
- výskyt v. popelavé také v Itálii a Rakousku

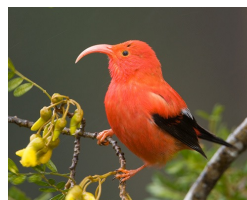


33

## Introdukce patogenu

Hawaiian honeycreepers

- **ptačí malárie** s fatálními následky pro havajské šatovníky
- nyní přežívají v horských lesích



34

## Introdukce vrcholového predátora

- probal nilský (*Lates niloticus*)
- predace původní ichtyofauny ve Viktoriině jezeře
- extinkce mnoha desítek druhů
- změny v celém ekosystému (nelze sušit na slunci, uzení, kácení lesů, eroze)
- výsledkem změna trofie jezera, nyní navíc zarůstání tokozelkou
- nyní stabilizace?



35

## Narušení potravních vztahů

- slávička mnohotvárná *Dreissena polymorpha*
- původní v Kaspickém moři, planktonní larvy
- nejprve invaze v Evropě (lodní doprava)
- koncem 80. let s balastní vodou do Erijského jezera
- za 10 let celý systém Great Lakes a řeka Mississippi
- nyní až 400 tis. jed./m<sup>2</sup>
- dokonalý filtrátor, změny v celém ekosystému, snížení produkce ryb
- hrozí extinkce 140 druhů měkkýšů

36

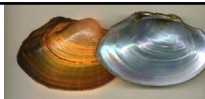


**NOT WANTED**

**Zebra Mussel Outlaws**  
Threats to the West ~ Why Be Concerned?  
Zebra mussels cause devastating impacts on municipal water systems, recreation and

37

## Narušení hostitelsko-parazitických vztahů

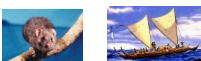


- škeblice asijská *Sinanodonta woodiana* v Evropě
- vyvážený vztah mezi hořavkou duh. a evropskými mlži
- š. asijská: koevoluce s mnoha druhy hořavek v Asii
- hořavka klade jikry do *S. woodiana*, ale mortalita 100%
- vliv na původní druhy malakofauny (kompetice) + vliv na koevolvované partnery



38

## Invazní druhy na ostrovech

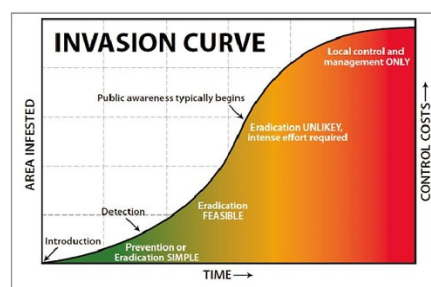


- opakované introdukce a invaze synantropních druhů (domestikované druhy, únik; krysa, potkan...)
- chudá fauna „obohacována“, invaze, pokus o vymýcení přirozenými predátory, ti často preferují místní faunu...
- Havajské ostrovy (*Rattus exulans*; majna obecná, *Achatina fulica*...)



39

## Lze s tím něco dělat?



Často už je pozdě....

40

## Je třeba s tím něco dělat?

- možná spíše filozofický problém
- mnoho druhů není „problematických“
- mnoho druhů přináší pozitiva (lidské populaci)



Management of introduced species such as (left to right) tamarisks, pheasants, honeysuckle and zebra mussels should be based on rational, not emotive reasons.

41



## Don't judge species on their origins

Conservationists should assess organisms on environmental impact rather than on whether they are natives, argue Mark Davis and 18 other ecologists.



Before and after. Except for an enclosure area, the removal of goats and pigs transformed the highlands of Santiago Island (above) in the Galapagos.

42

## Je třeba s tím něco dělat?

- v mnoha případech se nepůvodní druhy staly nedílnou součástí ekosystémů
- nepůvodní druhy často zaujímají niku, která vznikla činností člověka
- stará vs. nová divočina



43

## Invaze na ostrovech: ostrov Ascension



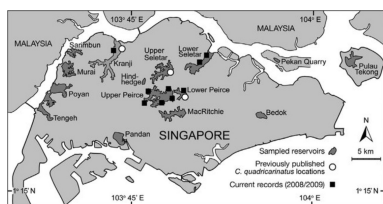
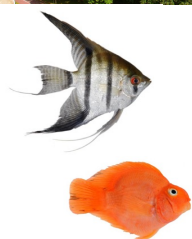
- 220 nepůvodních druhů rostlin z různých oblastí

- umělý deštný les  
x endemité ostrova...



44

## Singapore reservoirs

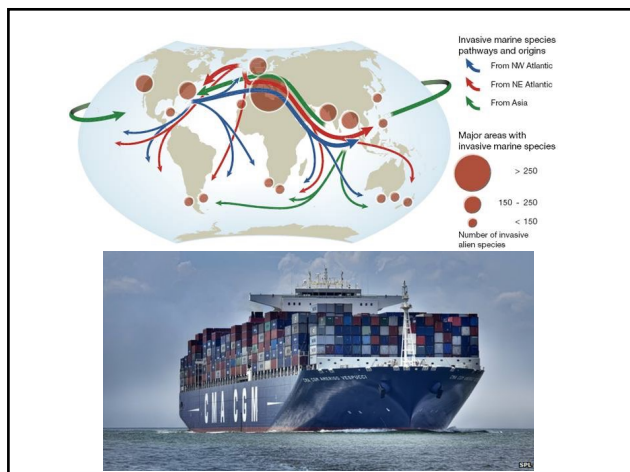


45

## Invazní cesty a koridory

- Historicky – kolonizace území
- Nyní obchodní trasy
- Liniové na kontinentech (železnice, silnice)
- Transportní trasy lodní dopravy (řeky, přístavy)
- Propojení říčních systémů
- Globalizace (obchodní cesty, letecká doprava)

46

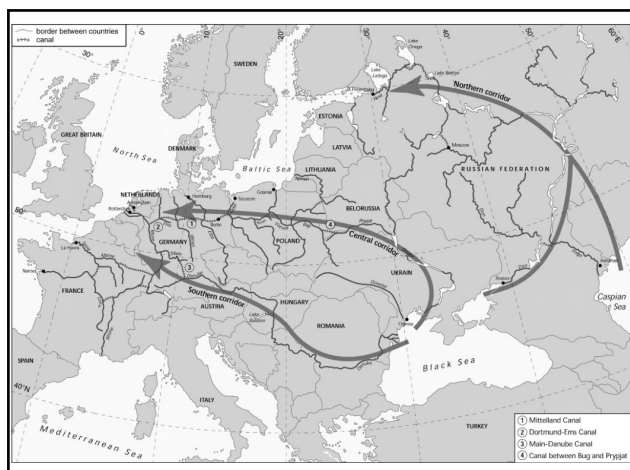


47

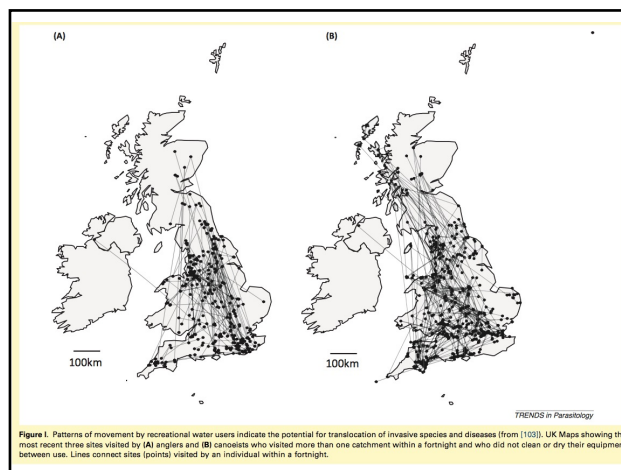


48





49



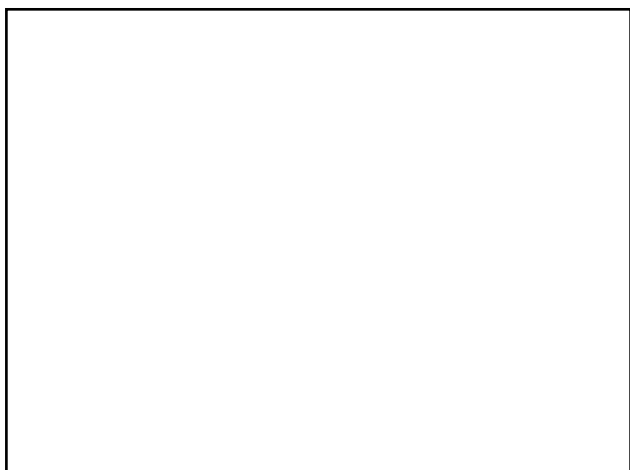
50



51



52



53

## Souhrn

- Nepůvodní druhy
- Způsoby introdukce (zavlečení)
- Které nepůvodní druhy se stávají invazní?
- Vliv invazních druhů na původní – obecně
- Invaze v minulosti
- Odkud, kam a kdo
- Příklady invazí a jejich důsledky
  - Invaze infekcí a parazitů (emergentní nákazy)
  - Praktické dopady

54

## Invaze vektorů a patogenů

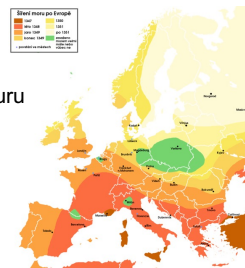
- Emerging infectious diseases
- Velice praktická hrozba
- Lidské nemoci – komáři (virové infekce), rezervoárová zvířata (mor ve středověku)
- Choroby zemědělských plodin
- Nemoci domestikovaných zvířat (rinderpest)



55

## Mor v Evropě

- Blechy (pískomilové ve střední Asii -> krysy)
- Hedvábná stezka -> přes Krym a Sicílii do Evropy
- První vlna nejdrastičtější
- Následné vlny až do 17. stol.
- cca 30% populace Evropy
- Celkem více než 100 mil lidí!
- Zásadní vliv na evropskou kulturu



56



57

## Mor skotu v Africe

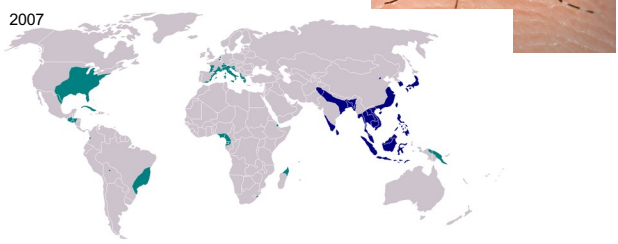
- RNA virus (rinderpest), 70-100% mortalita
- Zavlečení do Afriky na přelomu 19. a 20. století, Somálsko
- Masivní úhyn skotu i divokých zvířat (pakoni, buvoli, žirafy)
- Vakcína 1960s, vymýcen 2010



58

## Komár tygrovaný, *Aedes albopictus*

- přenos žluté zimnice, dengue, Chikungunya
- obchod s použitými pneumatikami



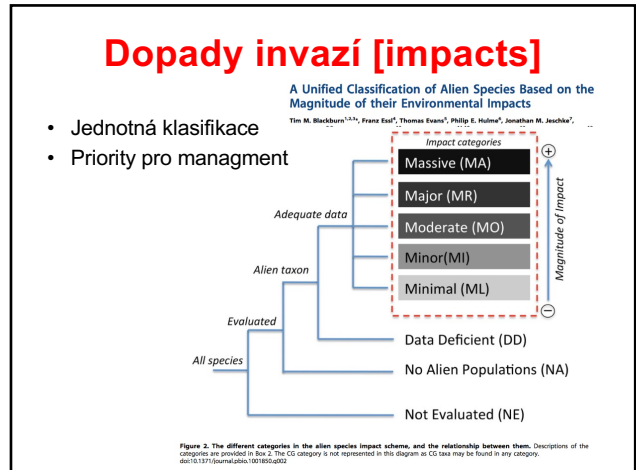
59



60



61



62

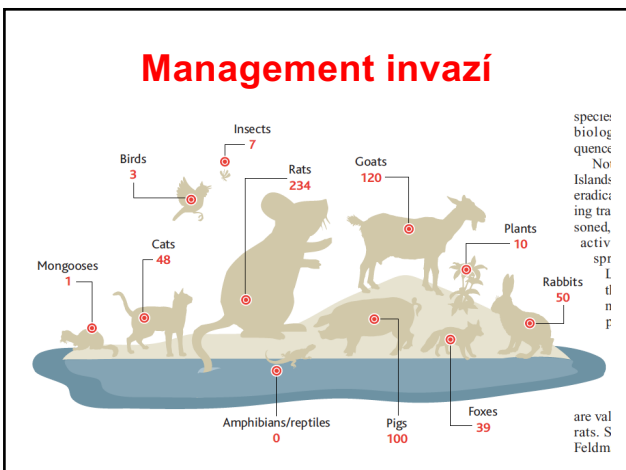
Impact mechanism	Impact outcomes	
1. Competition	Modification of hydrology/water regulation or purification and quality/soil moisture Primary productivity alteration Modification of nutrient pool (e.g. soil N availability) and fluxes (e.g. litter decomposition)	ENVIRONMENTAL IMPACT OUTCOMES Ecosystem/Habitat
2. Predation	Modification of natural benthic communities Modification of food web (includes trophic cascades, plant-pollinator interactions, natural enemies - biocontrol)	
3. Hybridisation	Reduction in native biodiversity Unspecified ecosystem modification Habitat degradation	
4. Disease transmission	Habitat or refugia replacement/loss Physical disturbance	
5. Parasitism	Modification of the regime	
6. Poisoning/Toxicity	Modification of successional patterns	
7. Bio-fouling	Soil or sediment modification: erosion Soil or sediment modification: accretion/bioaccumulation	
8. Grazing/Herbivory/Browsing	Soil or sediment modification: modification of structure Soil or sediment modification: modification of pH, salinity or organic substances Other (specify)	
9. Rooting/Digging	Population size decline Species range change (i.e. contraction, expansion, shift)	
10. Trampling	Reduces/inhibits the growth of other species Alteration of genetic resources: changes in gene pool/selective loss of genotypes Indirect mortality	
11. Flammability	Plant/animal health Interference with reproduction	
12. Interaction with other invasive species	Damage to agriculture (food, fuel and fibre) Damage to forestry (food, fuel and fibre) Damage to aquaculture/mariculture/fishery Reduce/damage livestock and products (food, fibre, labour...) Human health (diseases, allergies, injuries, toxicity) Human nuisance	SOCIO-ECONOMIC IMPACT OUTCOMES
13. Other	Modification of landscape Damage to infrastructures Damage to ornamentals (gardens, golf courses...) Modification of cultural, educational, aesthetic, religious and ornamental values Alteration of recreational use and tourism Impact on trade/international relations Limited access to water, land and other Other economic impact (damages to properties)	

63

## Hybridizace a introgrese

- Mezidruhové křížení – vznik hybridů
- Introgrese části genomu (mezi druhy)
- Admixture (uvnitř druhu)
- Vznik hybridního taxonu (*Daphnia mendotae* x *D. galeata*)
- Adaptivní změny, možnost expanze ekologické niky
- Evoluční změny v nepůvodních populacích

64



65

## Souhrn

- Nepůvodní druhy
- Způsoby introdukce (zavlečení)
- Které nepůvodní druhy se stávají invazní?
- Vliv invazních druhů na původní – obecně
- Invaze v minulosti
- Odkud, kam a kdo
- Příklady invazí a jejich důsledky
- Invaze infekcí a parazitů (emergentní nákazy)
- Praktické dopady

66



67