

Potrava netopýrů

Feeding ecology

- typy potravy
- behaviorální adaptace
- netopýři jako potrava



Potrava jako faktor přežití

- rychlý metabolismus – vysoká spotřeba
- specifická přizpůsobení k získávání potravy
- oportunismus
- vysoká variabilita potravy

Insektivorní druhy

- 70 % druhů
- všechny evropské druhy
- vysoká diverzita potravy
- specializace i oportunistus
- konkurence – teritorialita



Noctuidae

Lepidoptera



Tympanální motýli



Orthoptera



Orthoptera



Coleoptera



Omnivorní



Karnivorní druhy

- 10 druhů – velké druhy
- malé druhy obratlovců (plazi, žáby, ptáky, zemní savce i malé druhy netopýrů)
- všechny světadíly
- rybožravé druhy (2 – 5?) – dlouhá tibia a prsty na zadních končetinách (konvergentní vývoj)





Sanquivorní druhy

- 3 druhy
- vysoká specializace
- antikoagulační látka ve slinách
- uzpůsobení čenichu
- vysoce efektivní funkce ledvin



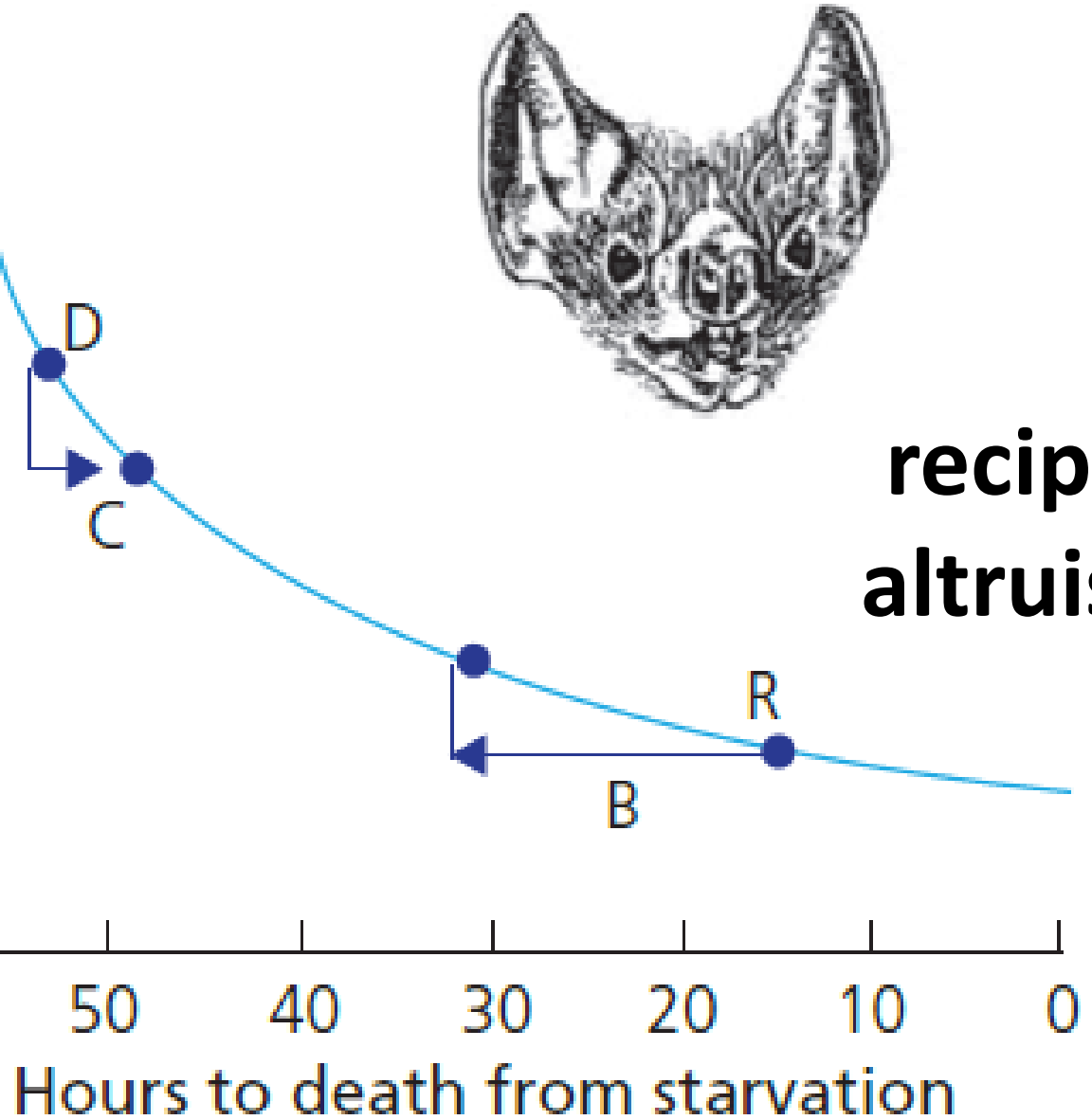
Percentage of pre-fed weight

110
100
90
80
70

Hours to death from starvation



**reciproční
altruismus**



Býložravé druhy

- ovoce, květy, pyl, nektar, listy
- kaloni a listonosovití
- strava bohatá na rychlou energii
- velký obsah těžce stravitelné vlákniny



nektar



pyl a
okvětí

opylovači



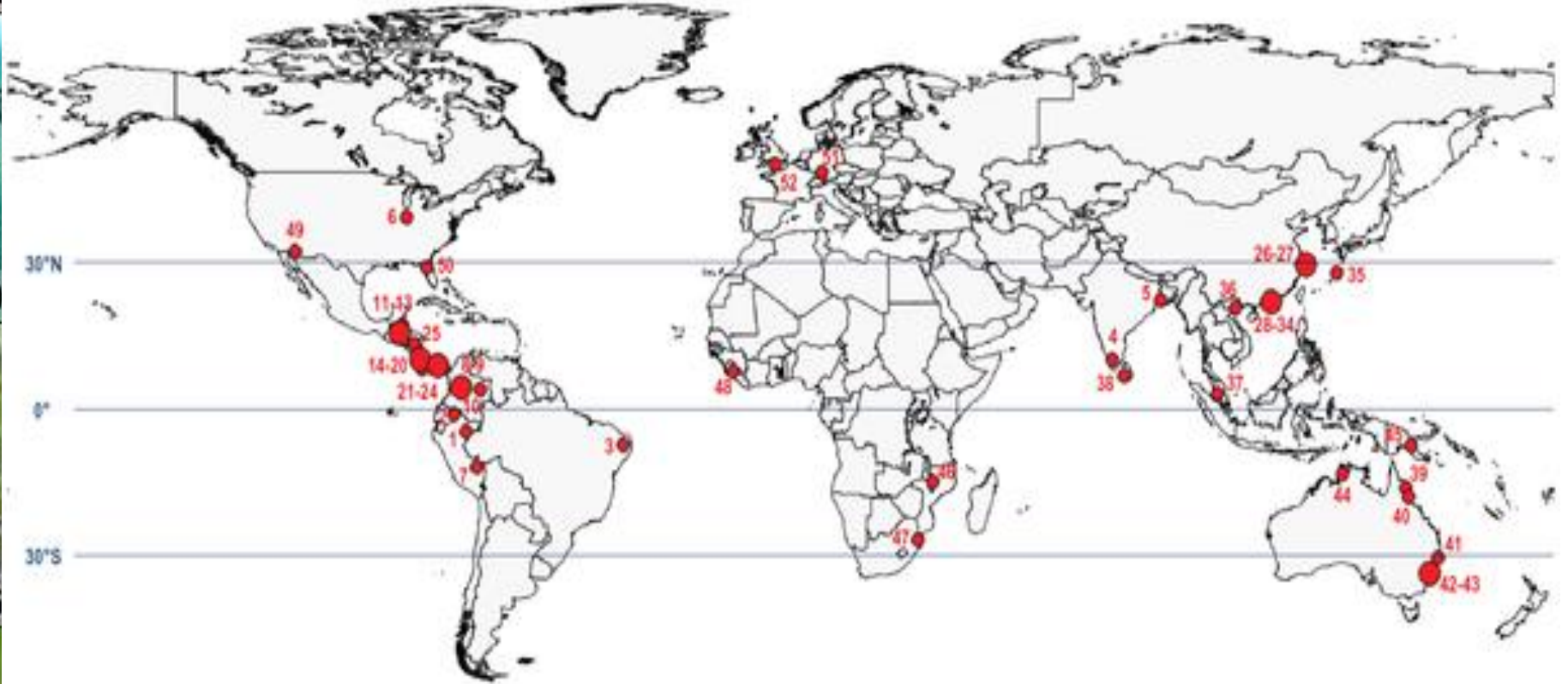
Simon Tomlinson

neobvyklé druhy predátorů



Molinari et al 2010 Caribbean Journal of Science

neobvyklé druhy predátorů



savčí druhy predátorů



Ivo Rys

ptačí predátoři - specialisté



©Al Perry

Alperry.com

ptačí predátoři - oportunisté



8 800 netopýrů ročně



10 200 netopýrů ročně



168 850 netopýrů
ročně



8 400 netopýrů ročně

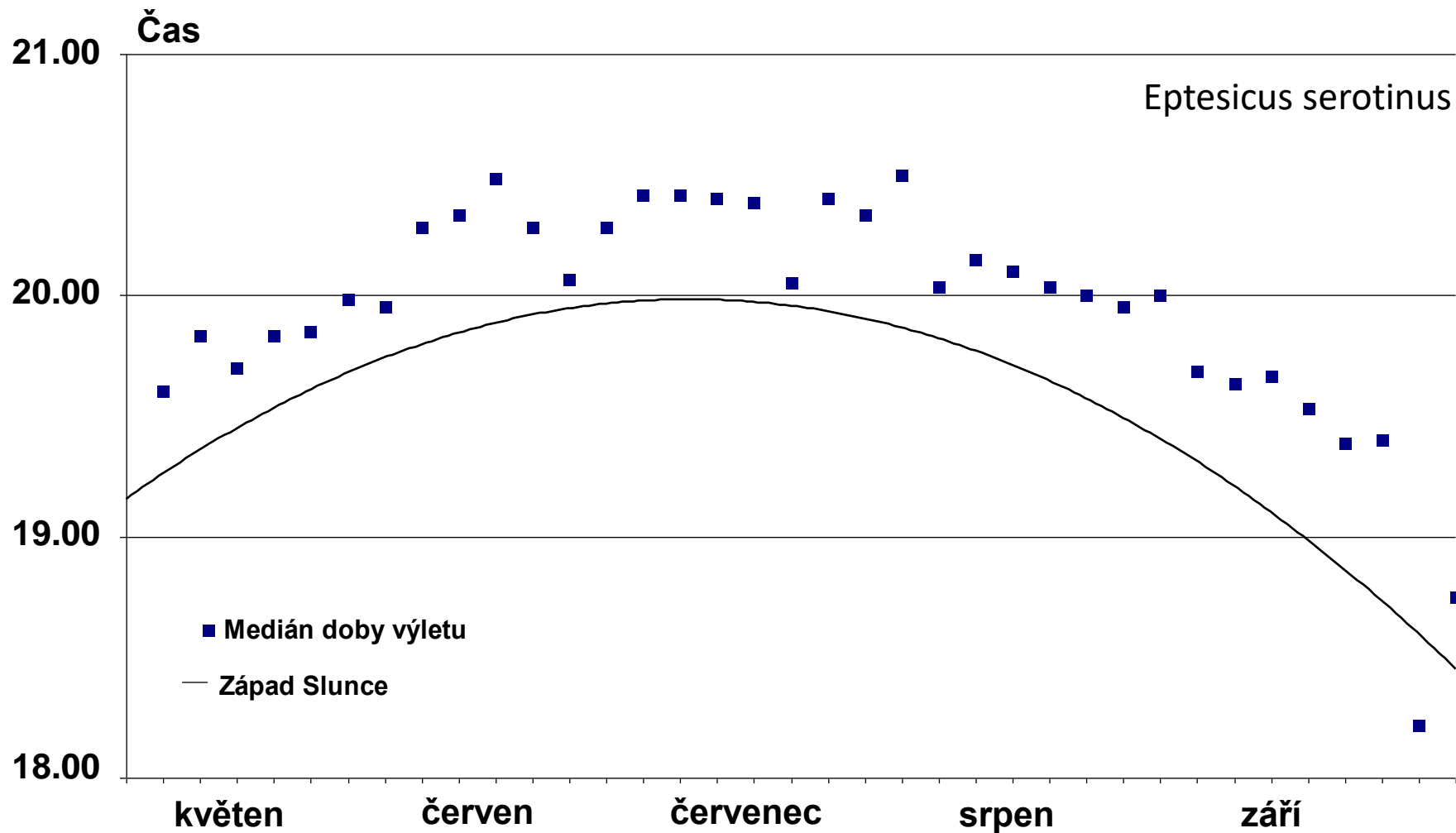
**celkem 201 400
netopýrů ročně**

**11 % roční
mortality**

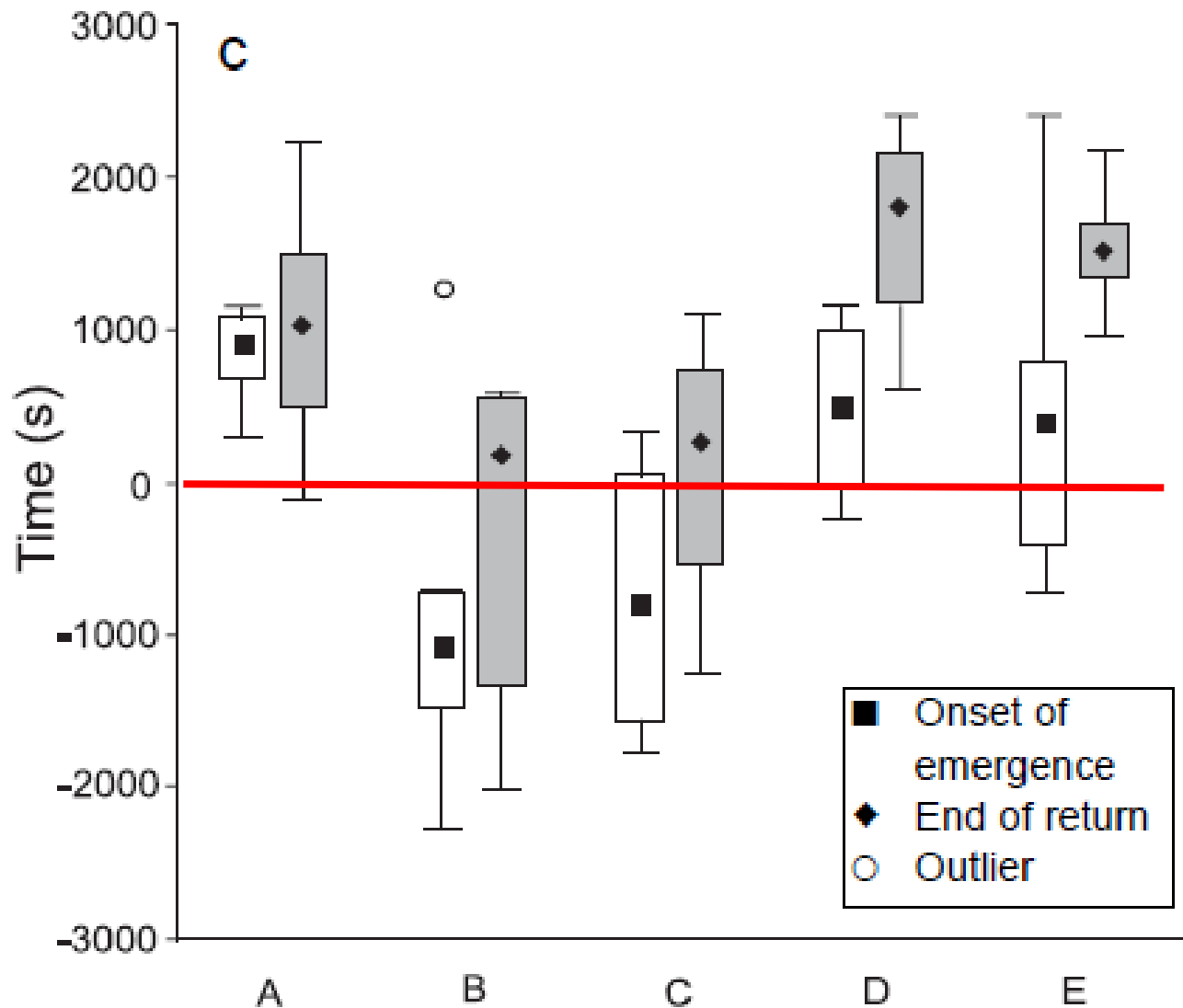
Antipredační adaptace netopýrů

- nokturnalita
- socialita
- výběr úkrytu
- chování v úkrytu
- model výletové a návratové aktivity
- využívání ochranných prvků v krajině

netopýři udržují noční aktivitu



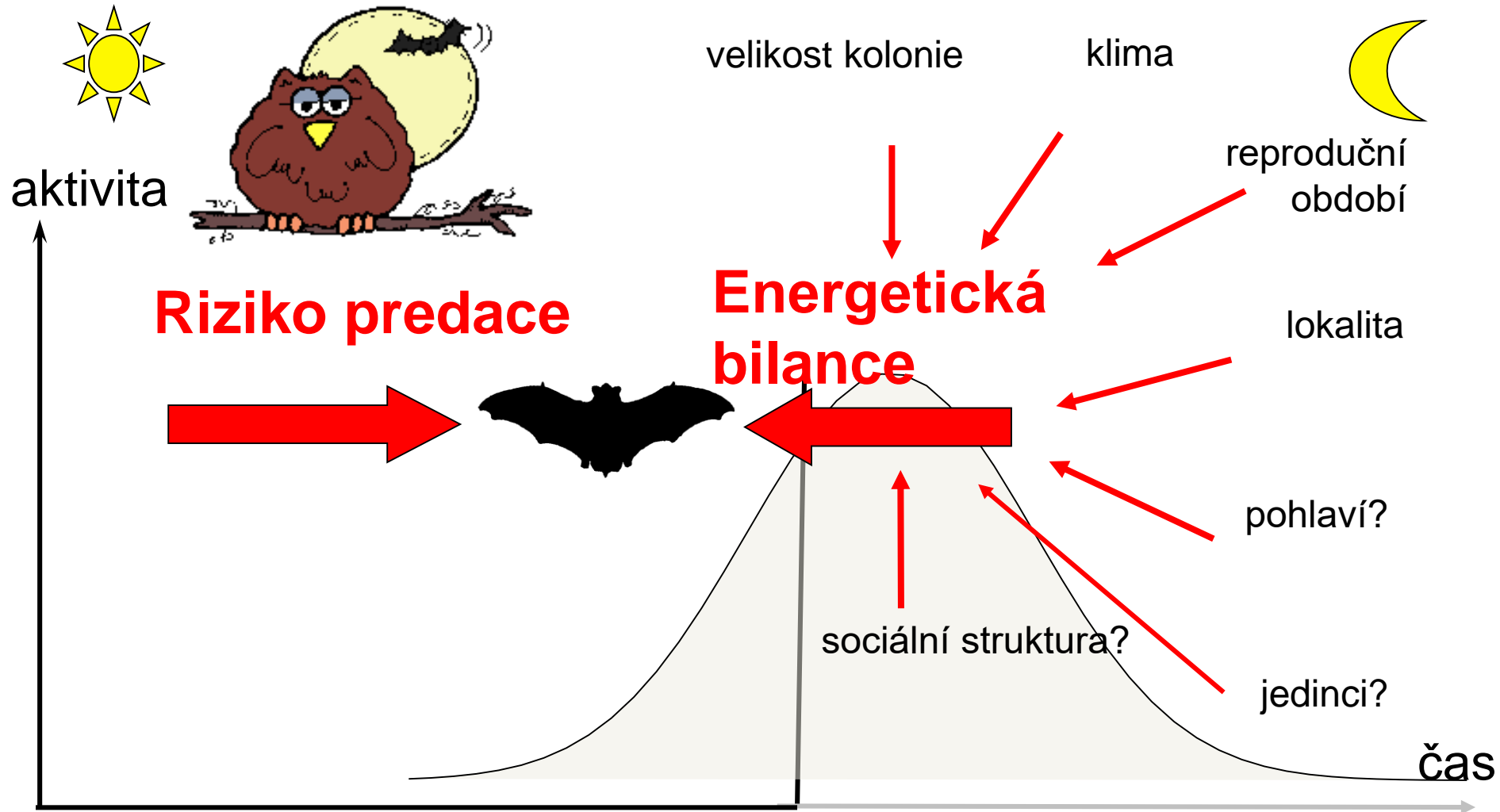
netopýři udržují noční aktivitu



výletová a návratová aktivita na koloniích rodu *Pipistrellus*

model výletové aktivity

predátor má jen krátkou chvíli na útok





efekt
zředění



nárazová
aktivita

experimenty

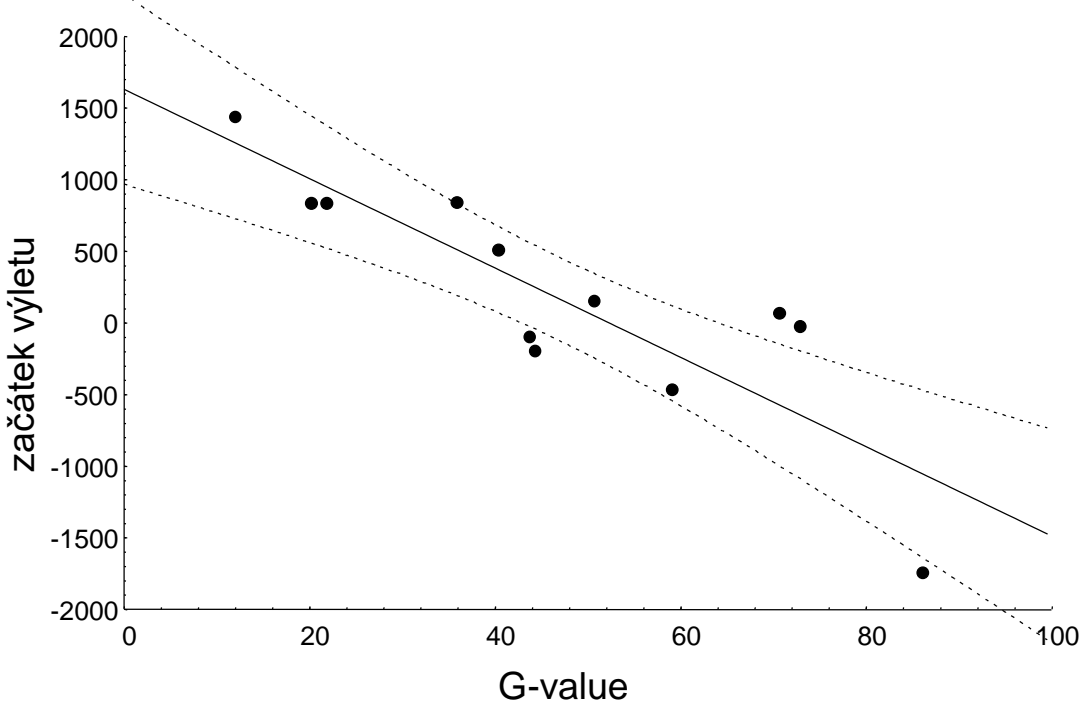
Tyto alba

maketa – playback
– živý jedinec

Falco tinnunculus

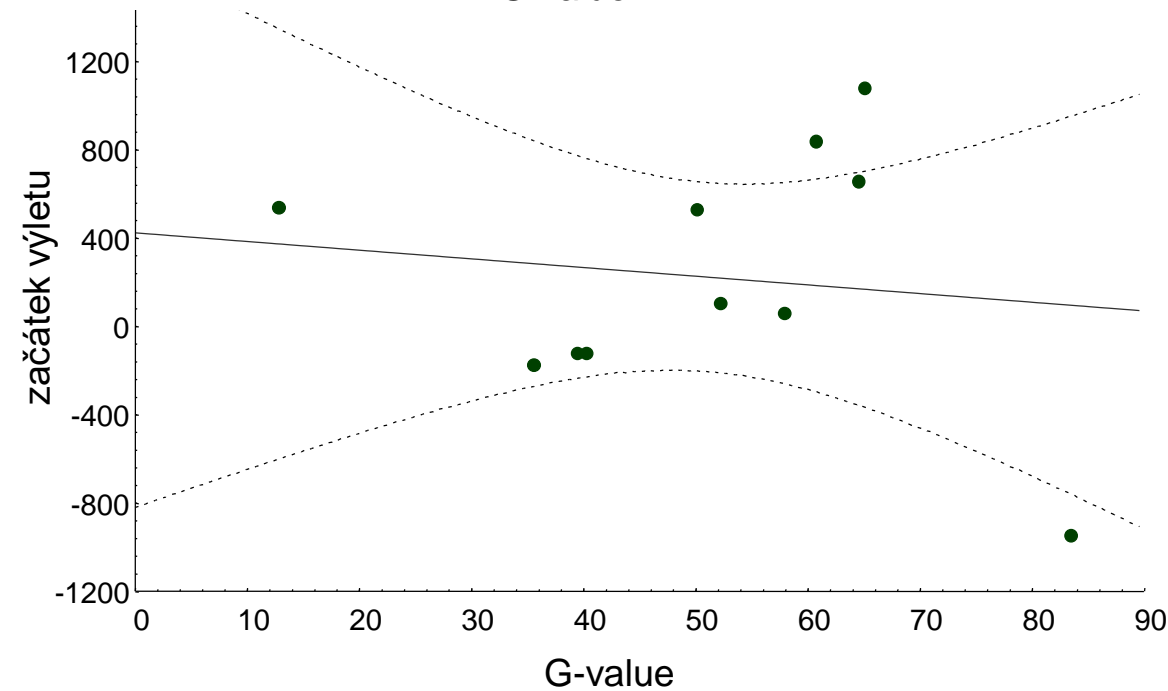
maketa – playback





výlety s
přítomností
predátora

**nárazová aktivita
je významnou
antipredační
strategií**



kontrolní
výlety

využívání letových koridorů



Úkryty netopýrů

Roosting ecology

- typy využívaných úkrytů
- geografická a časová variabilita
- výhody a rizika spojená s úkryty

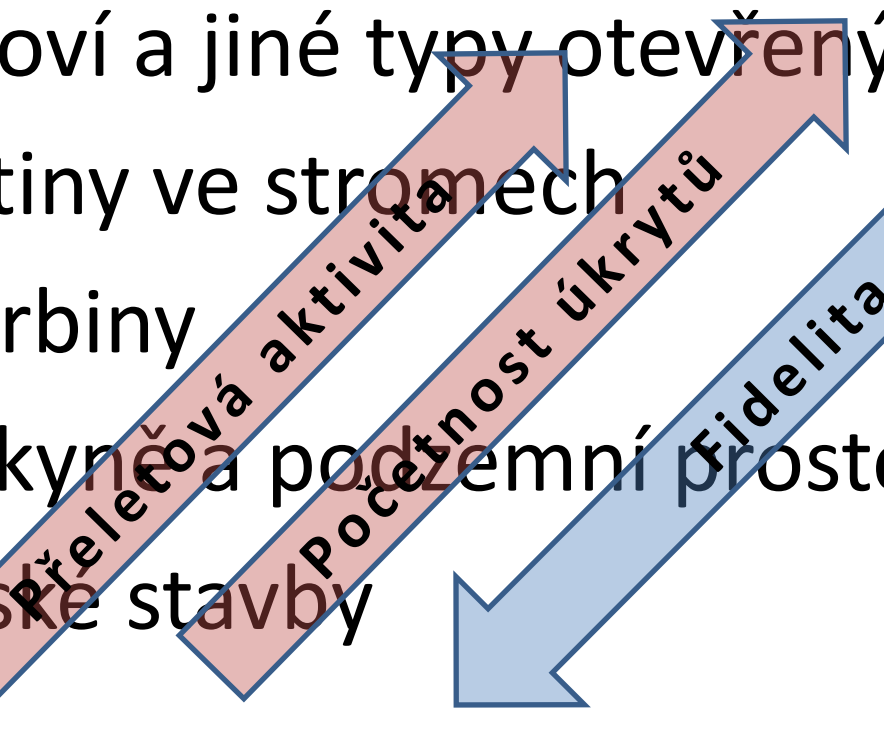


Významný evoluční a ekologický faktor

- netopýři stráví více než polovinu života v úkrytech
- úkryty představují významný selekční faktor
- vysoká variabilita využívaných úkrytů

Typy úkrytů

- listovní a jiné typy otevřených „úkrytů“
- dutiny ve stromech
- štěrbiny
- jeskyně a podzemní prostory
- lidské stavby



Typy úkrytů

- listoví a jiné typy otevřených „úkrytů“
- dutiny ve stromech
- štěrbiny
- jeskyně a podzemní prostory
- lidské stavby





**výhradně
tropy s
dvěma
výjimkami**

Merlin Tuttle, Bat Conservation International

*Murina
ussuriensis*



**kaloní
„camps“**





morfologická přizpůsobení

Photograph by Christian Ziegler

Panama Bats
National Geographic, June 2007
© 2007 National Geographic Society. All rights reserved.



Julie Zickefoose

**kryptické
zbarvení**

tent-making

© Philip Davison





tent-making

Typy úkrytů

- listoví a jiné typy otevřených „úkrytů“
- dutiny ve stromech
- štěrbiny
- jeskyně a podzemní prostory
- lidské stavby

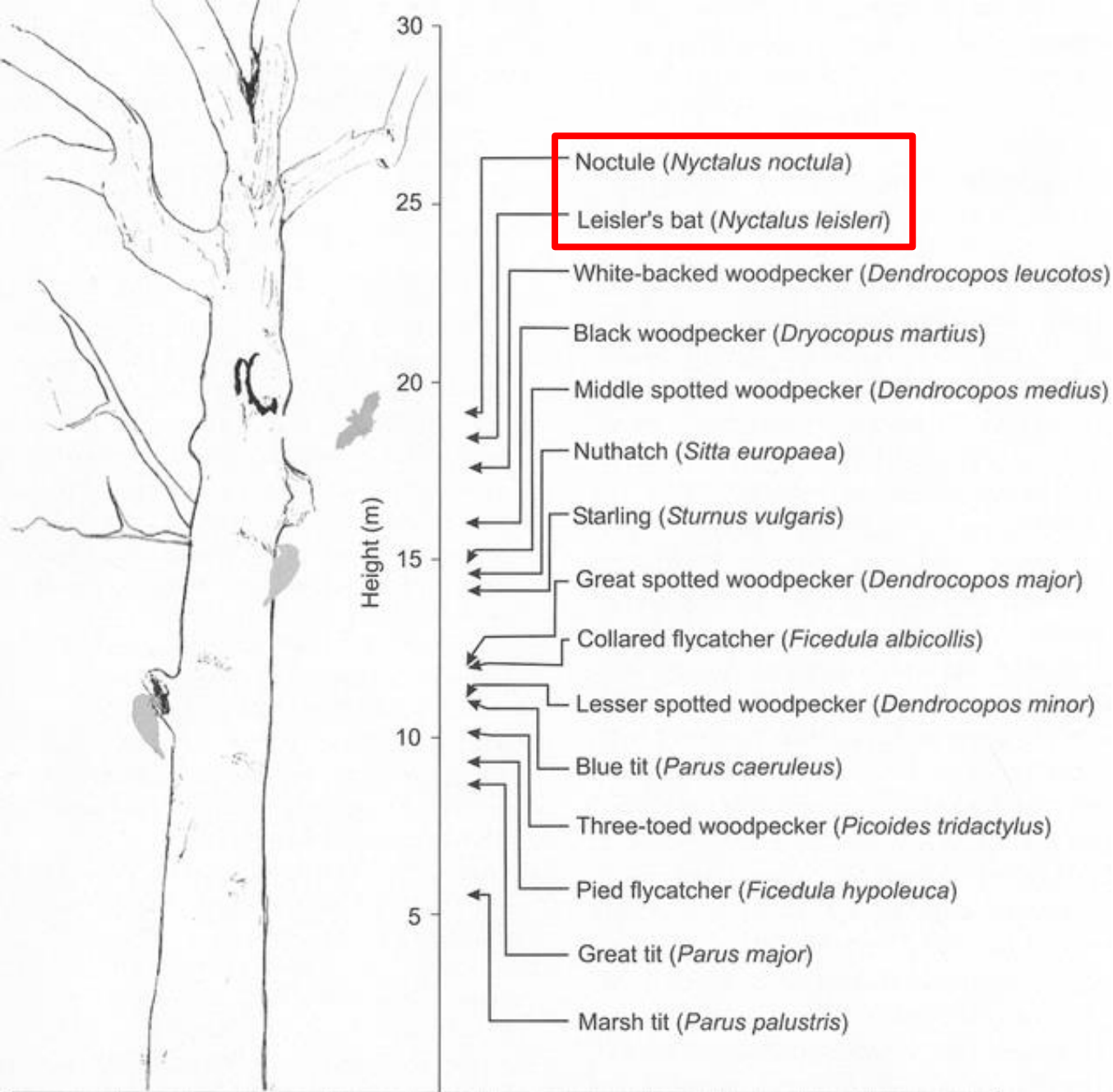


**v mírné pásmu
i v tropech –
rozdílné typy**



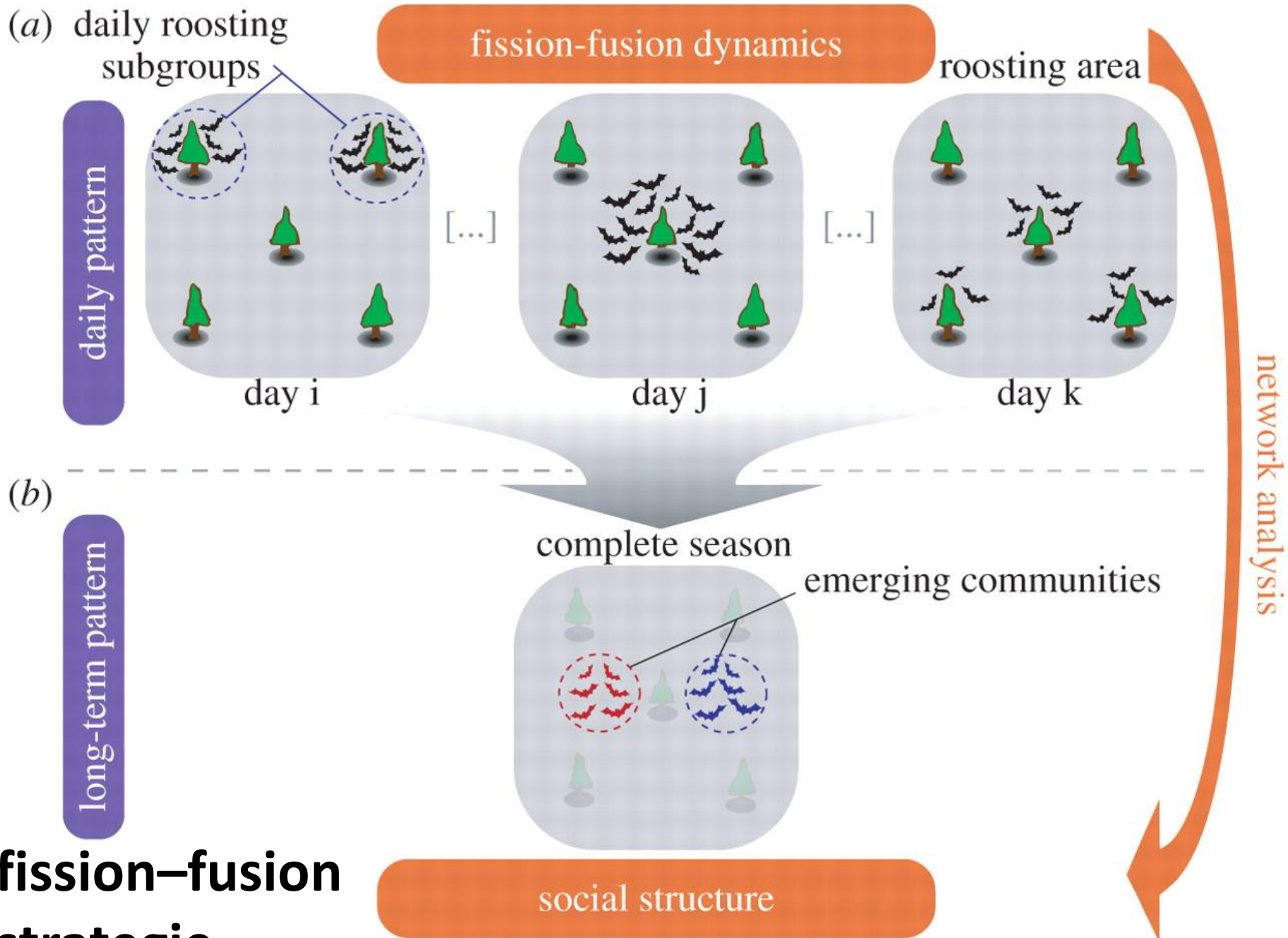
Jude Hirstwood

druhově specifické nároky





náhradní
úkryty –
budky



Typy úkrytů

- listoví a jiné typy otevřených „úkrytů“
- dutiny ve stromech
- štěrbiny
- jeskyně a podzemní prostory
- lidské stavby



**málo stabilní prostředí
velmi početné úkryty**



© MTNHP - Alexis McEwan

problematické nalezení úkrytu



sdílení více druhy

Table 1. Sex, age, biometry, tracking period and roost site selection of the bats in this study. Coordinates and other data for the four different sites (A-E) can be found in the Material and Methods section. *Last known roost site, **The bat was found dead in roost, ***Three different roosts in scree. Y - calendar year of birth.

Bat no.	Species	Age	U.A. (mm)	Weight (g)	Sex	Location	First-last record	Days in different roost habitats				
								Building	Scree	Rock crevice	Scree or crevice	Manmade underground habitat
1	Northern bat	2Y+	NA	NA	F	A	24. September-12. October 2005	4	2*	0	0	0
2	Northern bat	1Y+	39.3	11.8	M	A	25.-27. September 2006	3*	0	0	0	0
3	Northern bat	2Y+	38.0	10.5	M	B	25.-26. September 2006	0	2*	0	0	0
4	Northern bat	1Y+	38.6	8.5	M	B	30. September-21. October 2007	10*	0	11	0	0
5	Northern bat	1Y+	37.7	9.8	F	B	19. September-8. October 2009	20*	0	0	0	0
6	Whiskered bat	1Y/2Y	34.7	5.5	F	B	29. September-7. October 2010	0	?	?	8*	0
7	Long eared bat	1Y+	41.4	8.0	F	C	21. October-6. November 2009	0	0	13*	0	0
8	Whiskered bat	1Y/2Y	33.2	4.8	F	C	6. October-28. October 2010 (**)	0	0	18*	0	0
9	Northern bat	1Y+	37.7	7.3	M	D	19. September-6. October 2009	5	12*	0	0	0
10	Whiskered bat	1Y+	36.8	5.8	M	D	23. October-9. November 2009	0	7*	5	0	0
11	Whiskered bat	1Y/2Y	34.4	5.5	F	D	9. October-2. November 2010	0	0	13*	0	0
12	Northern bat	1Y+	37.9	9.0	F	B	23. September 2012-6. January 2013 (***)	0	22*	3	1	0
13	Northern bat	2Y+	37.8	8.75	F	E	26. September 2012	1*	0	0	0	0
14	Northern bat	1Y+	37.5	8.0	M	E	26. September 2012	1*	0	0	0	0
15	Daubenton's bat	2Y+	37.5	9.25	M	E	26. September-30. September 2012	0	0	1*	0	1
16	Daubenton's bat	1Y+	36.8	8.75	M	E	30. September 2012	0	0	1*	0	0
17	Daubenton's bat	1Y+	37.0	8.25	M	E	No records	0	0	0	0	0
18	Daubenton's bat	1Y+	36.0	7.5	M	E	No records	0	0	0	0	0

**vysoká mobilita mezi i
uvnitř úkrytu**



Jaroslav Červený

**morfologická
přizpůsobení**



Paul Webala

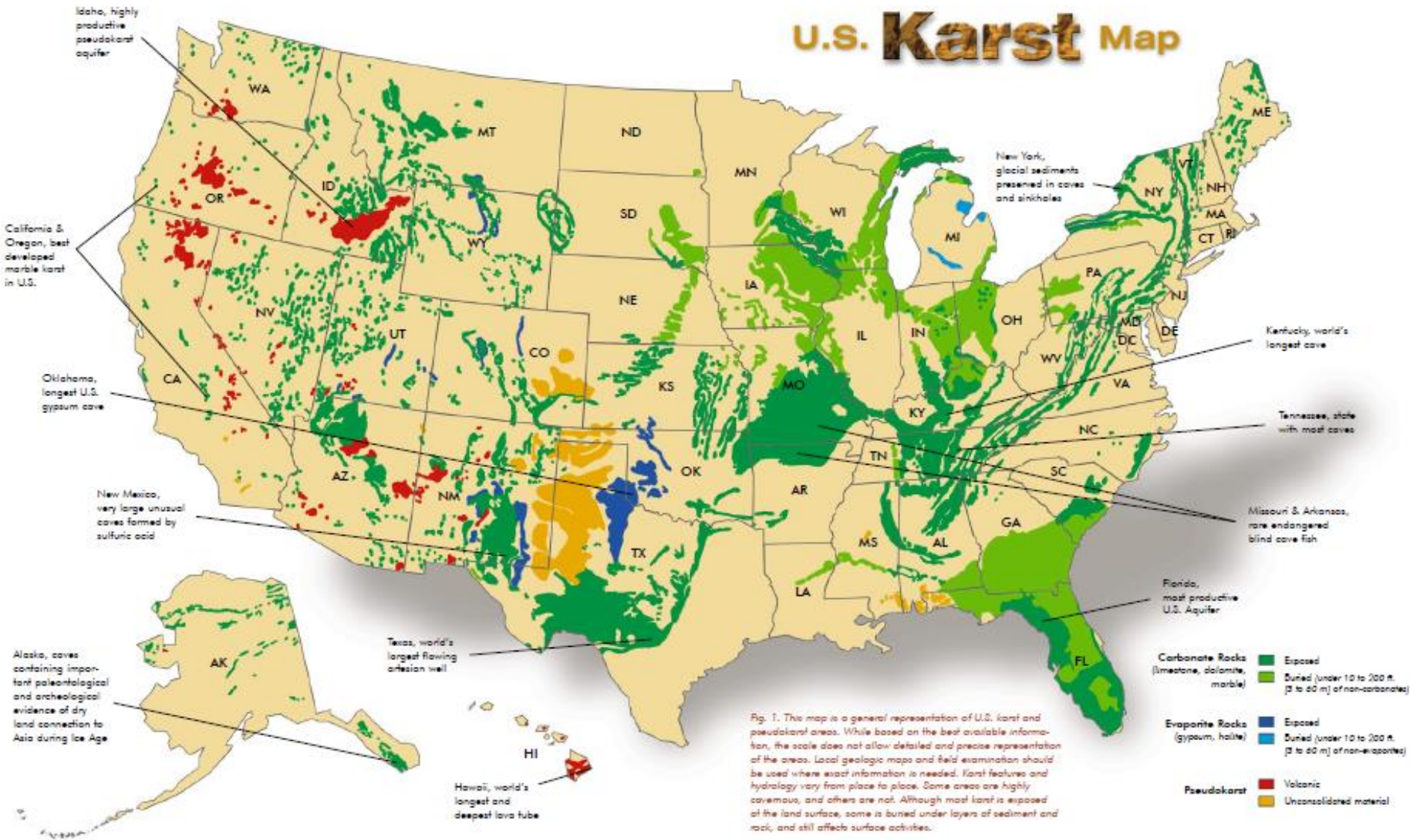
Typy úkrytů

- listoví a jiné typy otevřených „úkrytů“
- dutiny ve stromech
- štěrbiny
- jeskyně a podzemní prostory
- lidské stavby

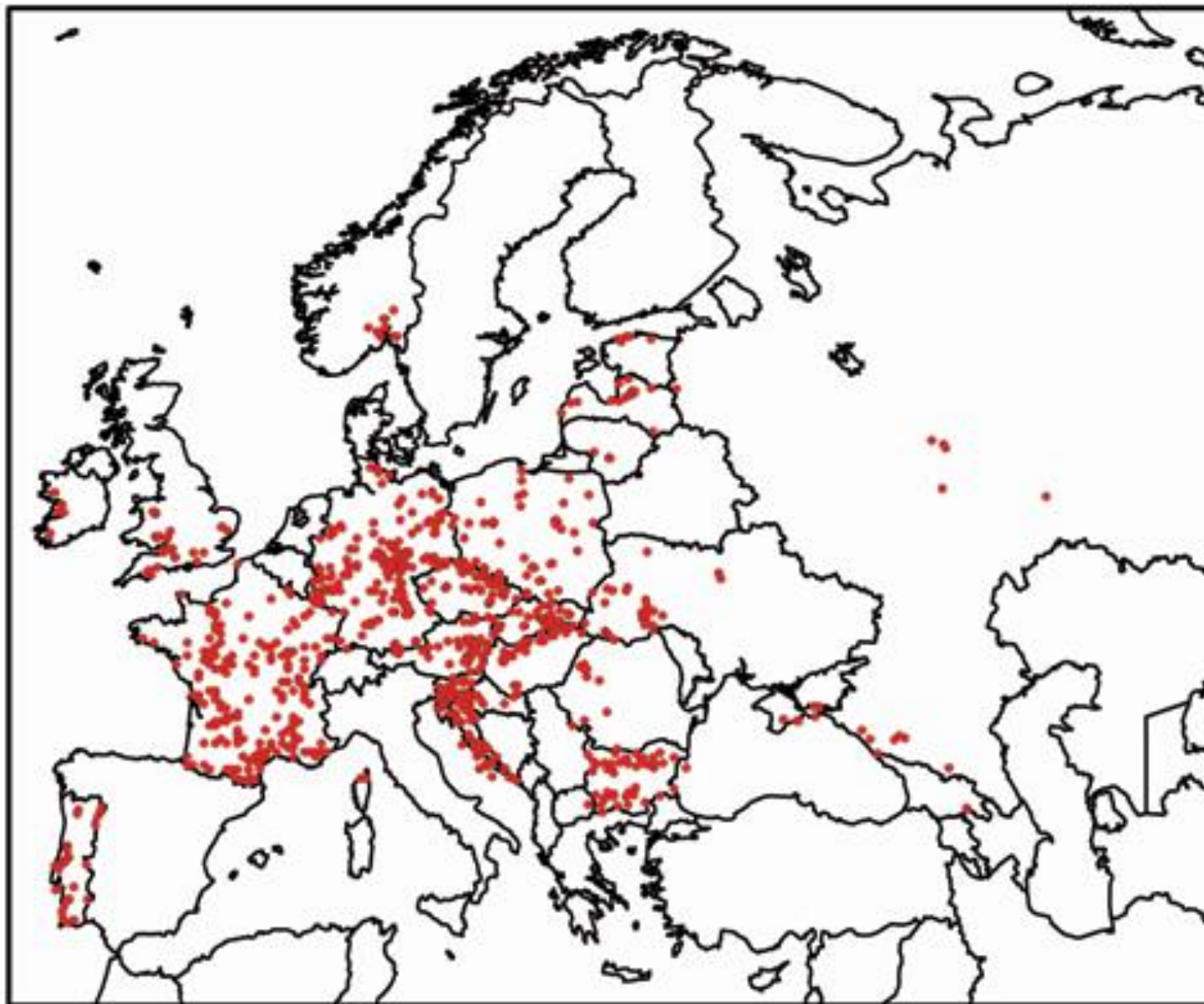


málo početné shlukově v krajině

U.S. Karst Map



malá část vyhovuje a je využívána



System JESO v ČR

2227 jeskyní a
propastí

z toho
1771 krasových
456 pseudo-
krasových



**tvorba velkých agregací
ovlivnění úkrytu**

Merlin Tuttle, Bat Conservation International





pro letní kolonie
pouze v některých
oblastech, jinak
pouze zimoviště

Typy úkrytů

- listoví a jiné typy otevřených „úkrytů“
- dutiny ve stromech
- štěrbiny
- jeskyně a podzemní prostory
- lidské stavby



různé typy staveb po celém světě





synatropizace

synatropizace



specializace



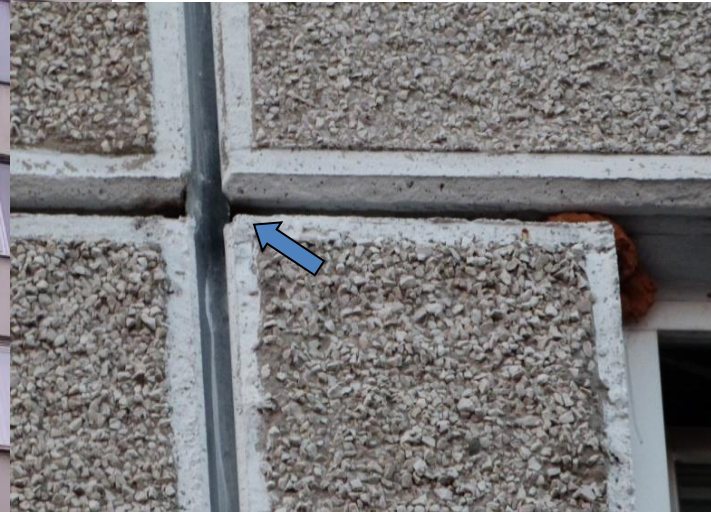


Ivo Krejčíř

synurbanizace

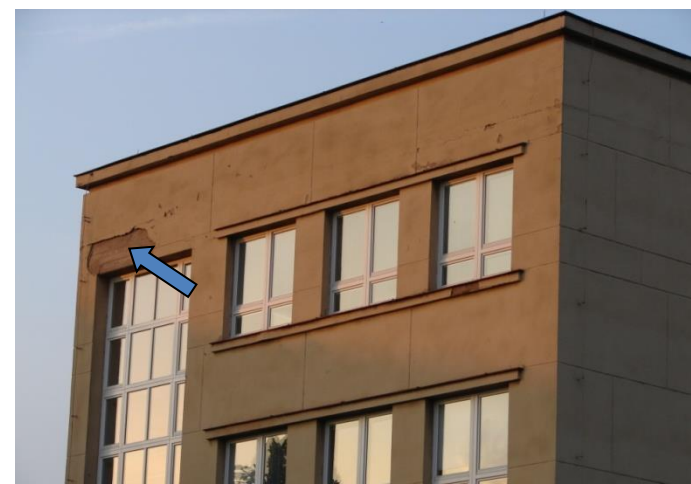


Úkryty – bytové domy panelové

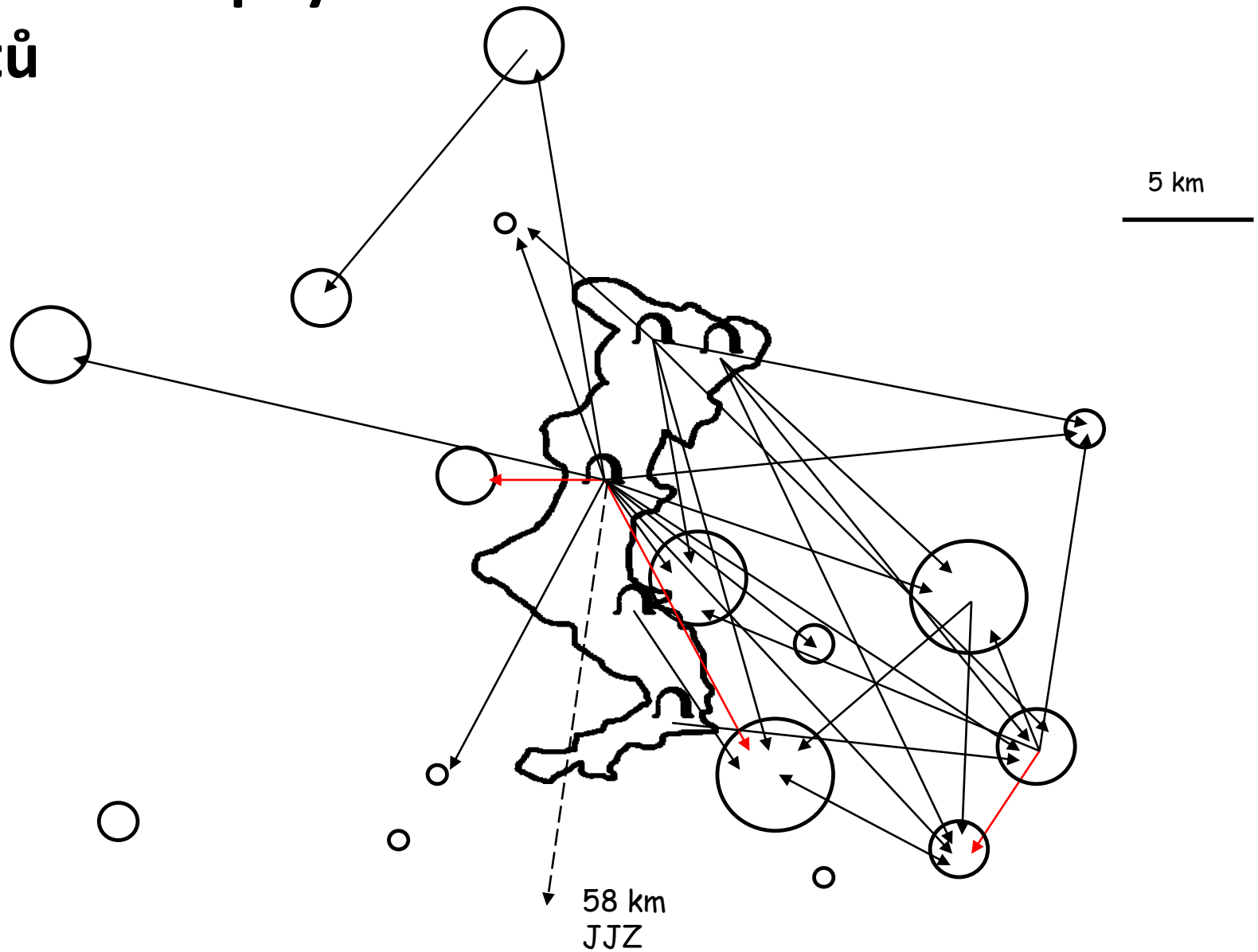




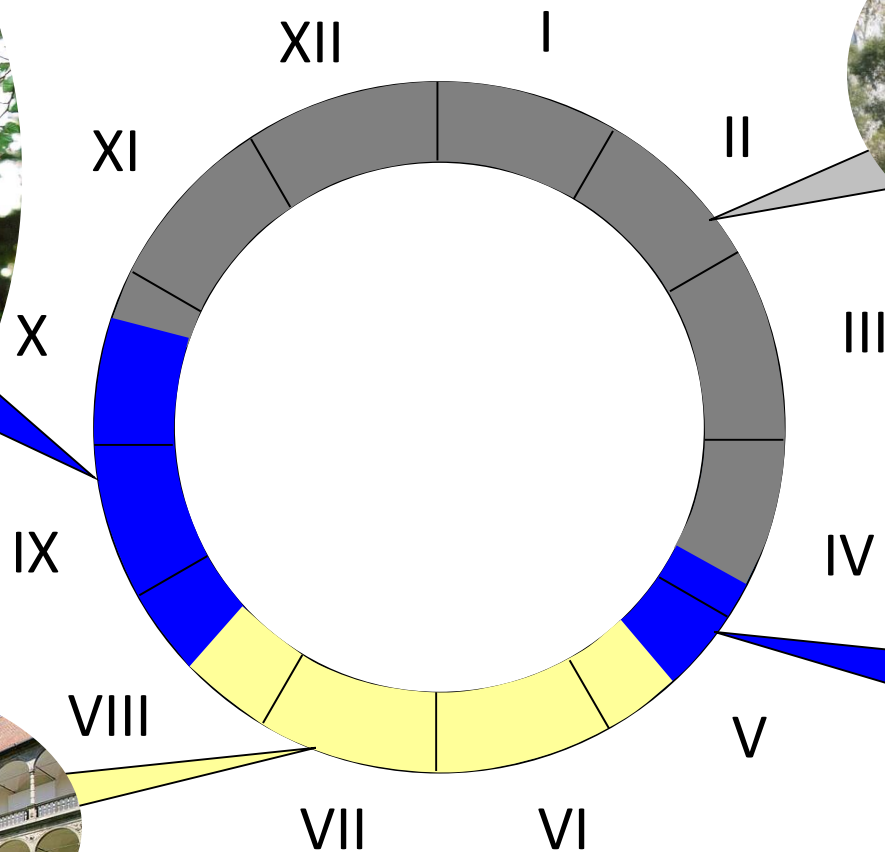
Úkryty – bytové domy nepanelové



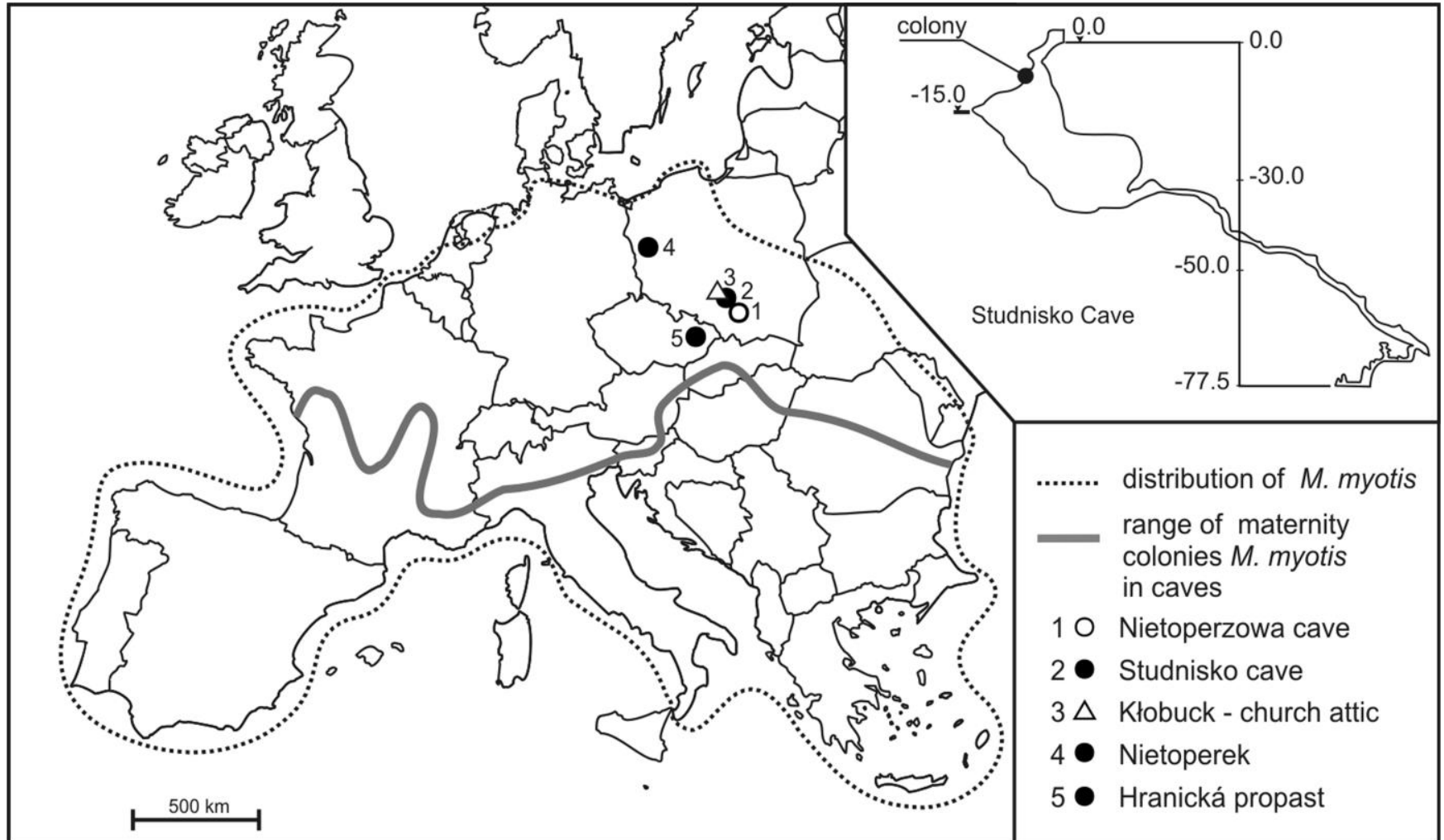
znalost dostupných úkrytů



Časová variabilita



Prostorová variabilita



Úkryty

Výhody

- ochrana před počasím
- ochrana před predátory
- levnější termoregulace
- menší náklady na přelety na loviště
- sdílená mateřská péče
- přenos informací
- vyloučení kompetice s jinými živočichy

Nevýhody

- vazba na limitovaný počet úkrytů
- nebezpečí zániku úkrytu (zejména vlivem lidské činnosti)
- rychlejší přenos nemocí nebo parazitů
- zviditelnění pro predátory

Hibernace

Torpor and hibernation

- heterotermie
- ekofyziologické aspekty
- behaviorální adaptace



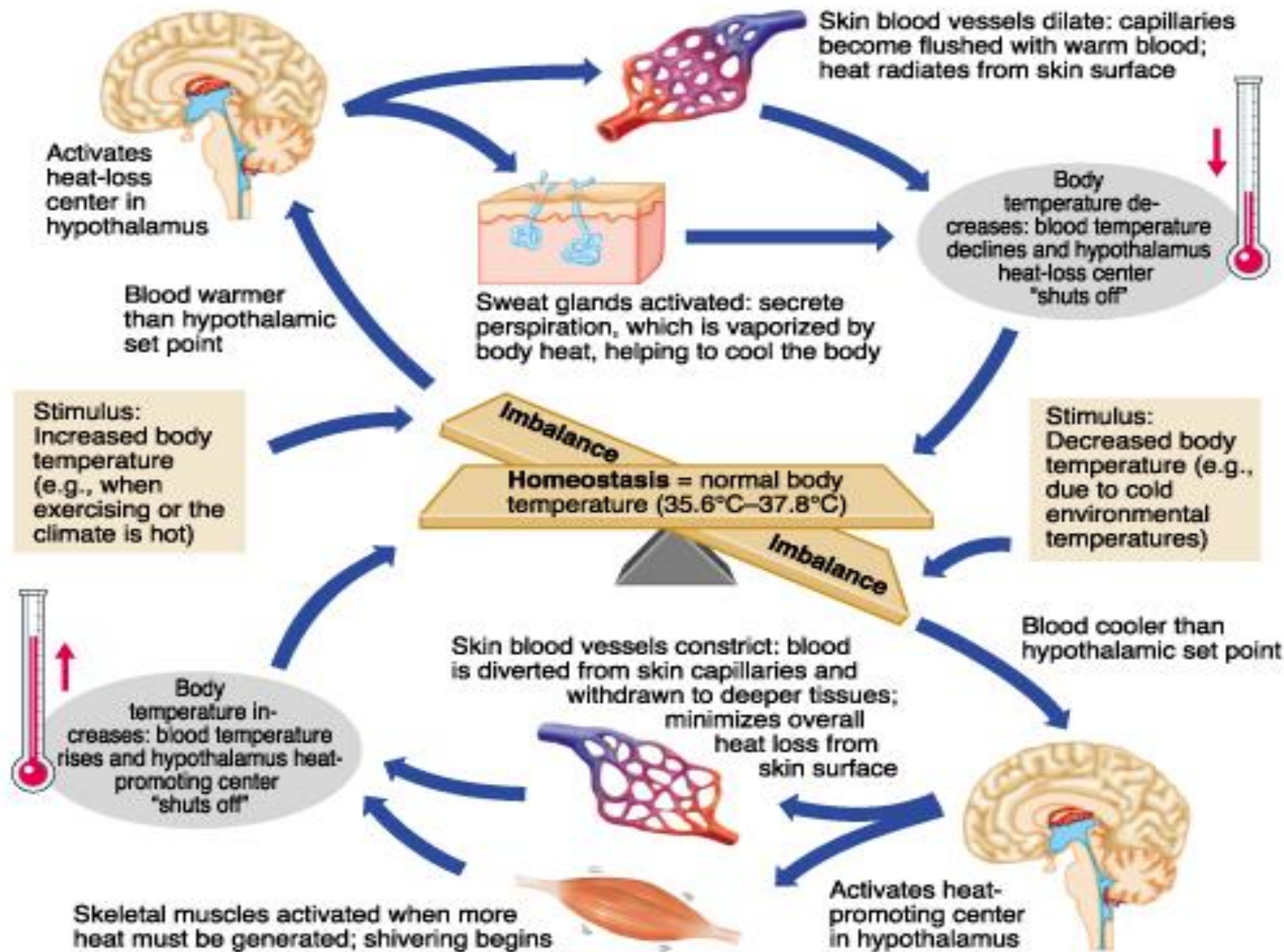
Endotermie

Živočichové

udržují teplotu těla metabolizací
potravy a tvorbou vnitřního tepla

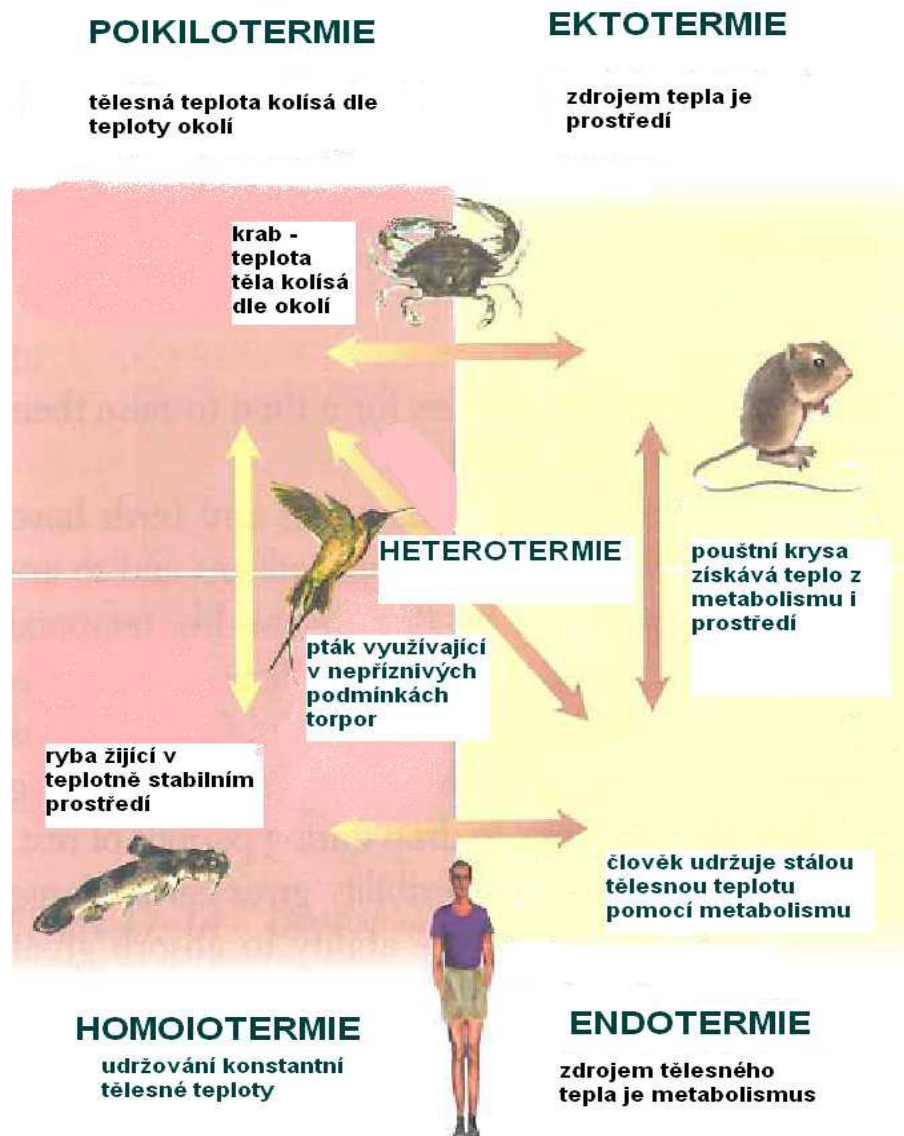
Výhoda nezávislost na klimatu

Nevýhoda vysoká energetická
 náročnost



Homoiotermie -
stále aktivní

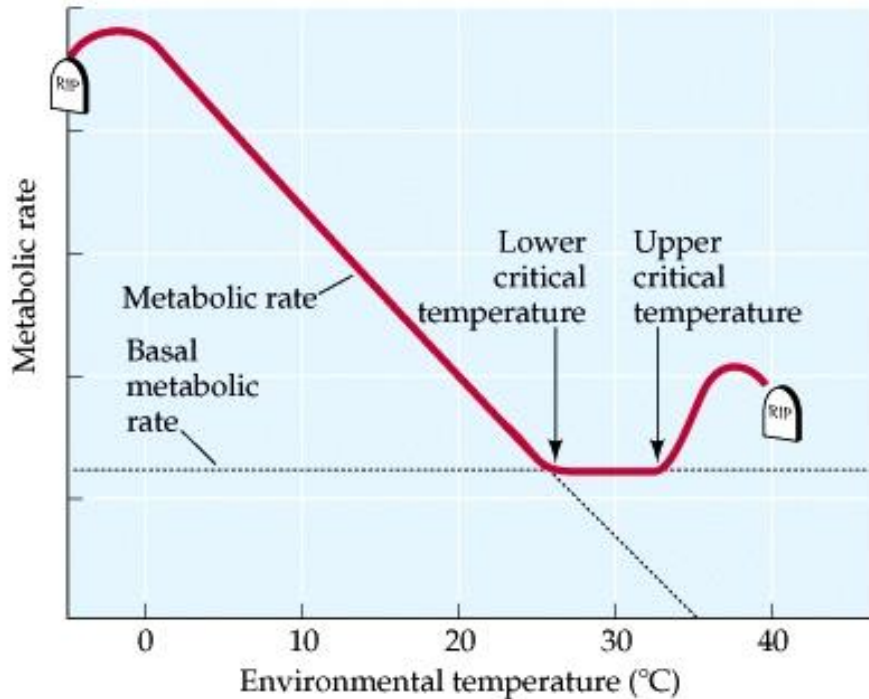
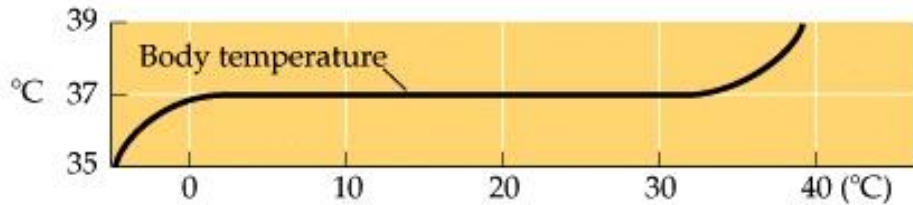
Heterotermie -
aktivně regulují
svoji tělesnou
teplotu



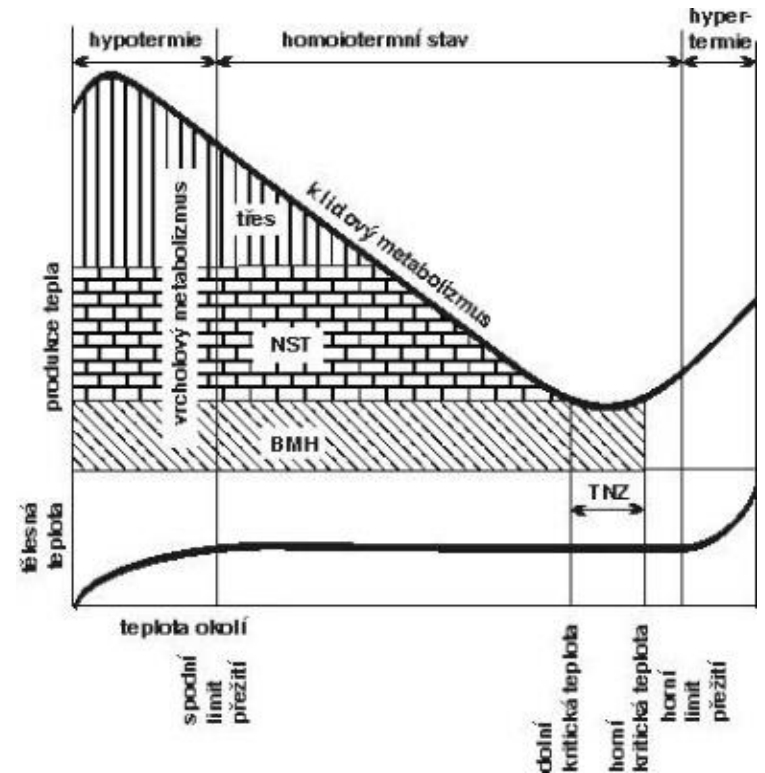
Heterotermie

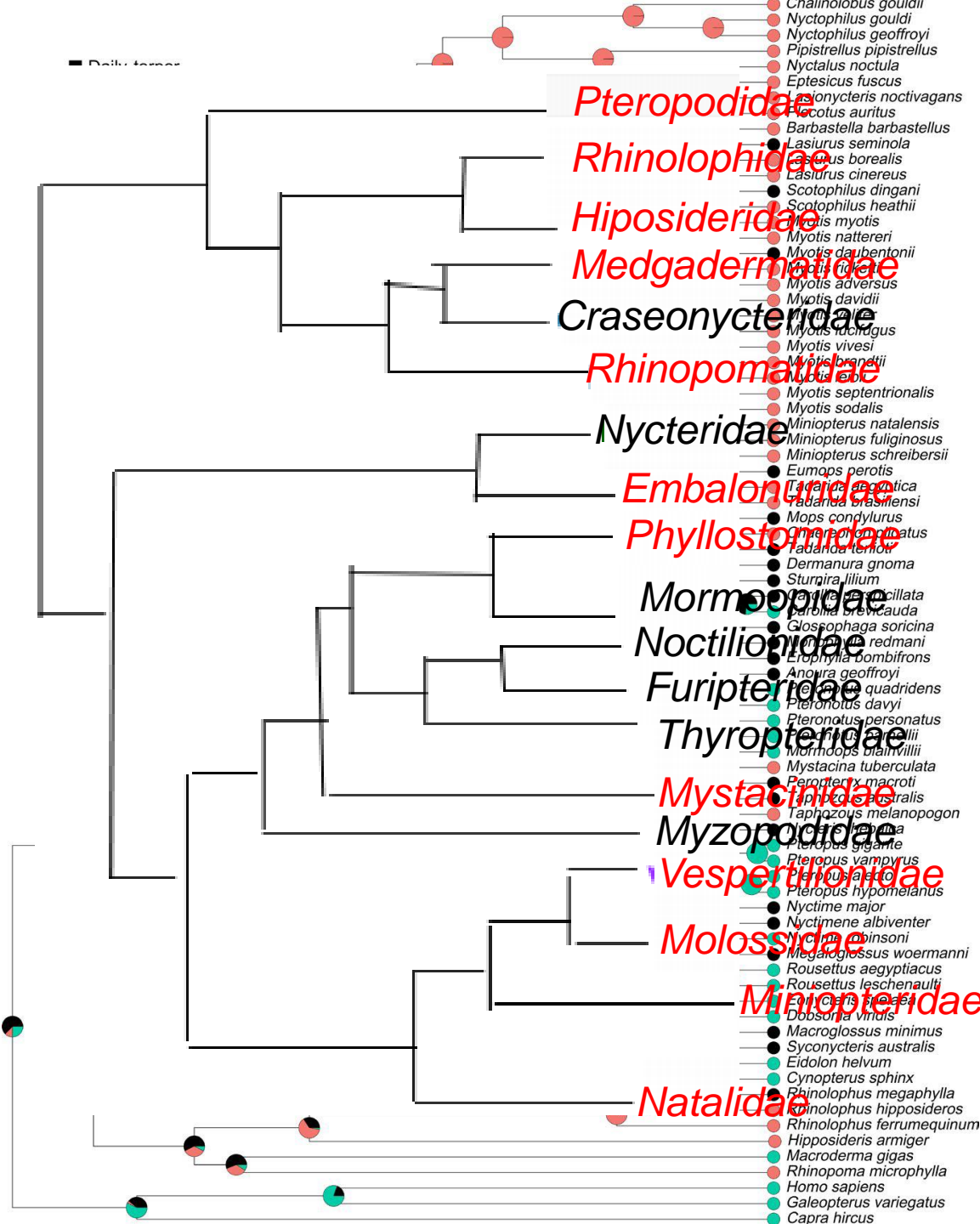
- jedna ze strategií reakce organismu na snižující se teplotu prostředí
- využití fyziologických mechanismů **strnulosti a hibernace**
 - kontrolovaný proces, dovolující snížení teploty těla na úroveň blízkou teplotě okolního vzduchu, respektive její opětovné zvýšení díky nashromážděným zásobám energie
 - minimalizace energetických ztrát v nepříznivém období

Termoneutrální zóna



© 2001 Sinauer Associates, Inc.





- **hetero** termie dosud prokázána v různé míře u minimálně 12 z 19 čeledí letounů
- hibernace se nezávisle vyvinula u netopýrů minimálně 4x
- **ancestrální způsob** termoregulace

Heterotermie u netopýrů




Heterotermie u netopýrů

- **STRNULOST** (torpor) - je schopnost snížit teplotu těla a udržet ji v určitém úzkém rozpětí bez ohledu na vnější prostředí
- **ZIMNÍ SPÁNEK** (hibernace) - je vlastně prodloužený torpor (dny, týdny i měsíce) v odpovědi na dlouhodobý pokles vnější teploty a nedostatek potravy

homoiotermie – torpor - hibernace

Strnulost

pokles teploty okolí pod termoneutrální zónu jedince v mimohibernačním období

- 
- využití energetických zásob pro udržení tělesné teploty na potřebném stupni, což je v některých případech nezbytné (např. kojící samice)
 - kontrolovaný vstup do stavu **strnulosti**, dovolující minimalizovat metabolické potřeby
- faktory – teplota, dostatek potravy, celkový stav zvířete
 - od hibernace se strnulost odlišuje vyšší hladinou metabolismu a zachováním denní periody probouzení synchronizované se soumrakem

Hibernace

- dochází pravděpodobně ke změně kontroly procesu probouzení tj. potlačení funkce biologických hodin (zřejmě vlivem určitých hormonů), které se podílí na pravidelném nástupu aktivity za soumraku
→ prodloužený stav strnulosti

Fyziologie hibernace

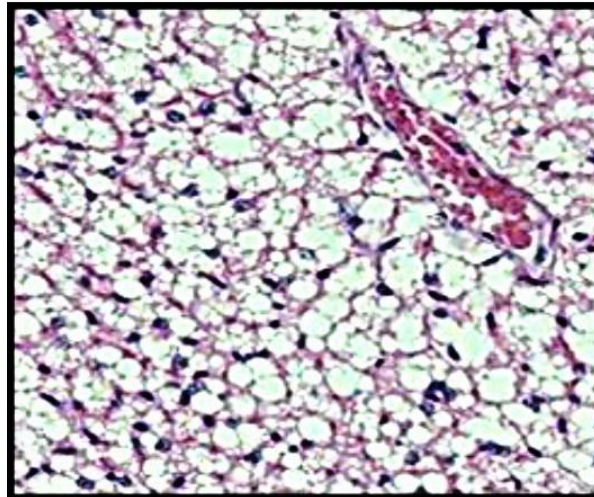
- s kontrolovaným ochlazováním těla klesá intenzita metabolismu a životních pochodů
 - tepová frekvence 4-20/min (asi 800/min při letu)
 - tok krve periferními oblastmi těla je odstaven
 - pomalý nepravidelný dech s dlouhou klidovou (až 60-90 min) a krátkou ventilační fází
 - celkový metabolismus klesá asi na 1/150 základního stavu

Energetické zásoby

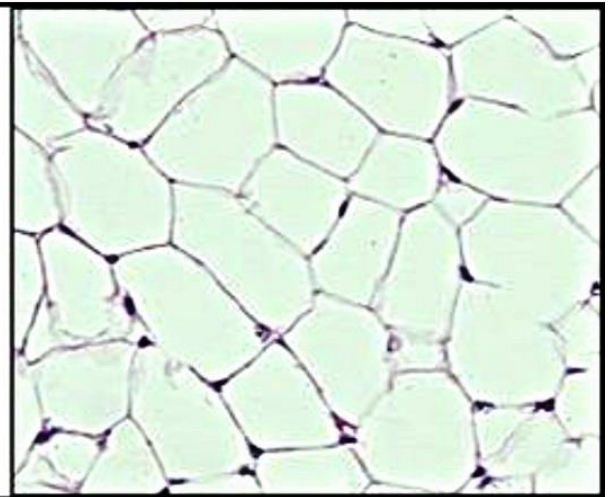
- hlavní fyziologický faktor nutný k zajištění procesu aktivního probouzení v těle ve formě tuku (glykogenu)
- intenzivní ukládání díky častějšímu vstupu zvířete do strnulosti během podzimu (impulsem je zkracující se světelná perioda)

Energetické zásoby

- dvě formy tukové tkáně
 - » WAT (bílá tuková tkáň) – izolace, zásoba energie
 - » BAT (hnědá tuková tkáň) – metabolická přeměna energeticky bohatých látek z krve za produkce tepla

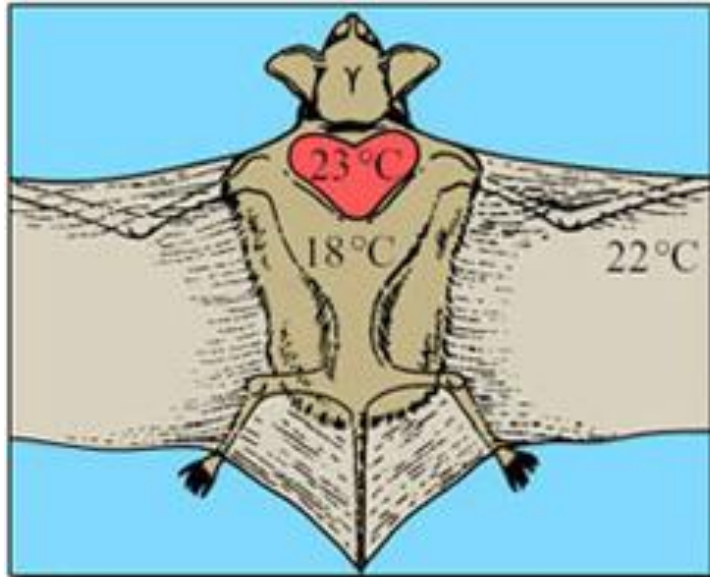


GOOD BROWN FAT

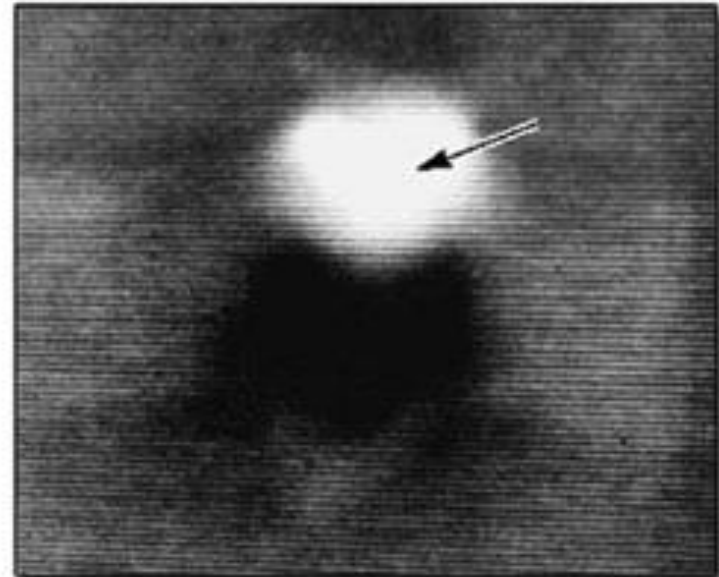


BAD WHITE FAT

Energetické zásoby



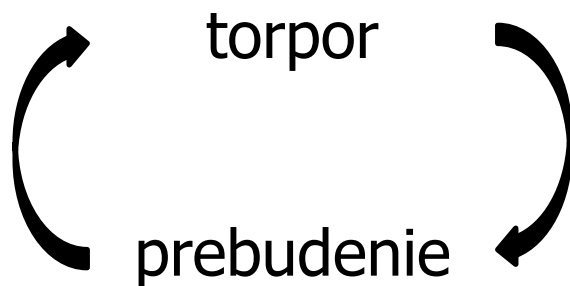
(a)



(b)

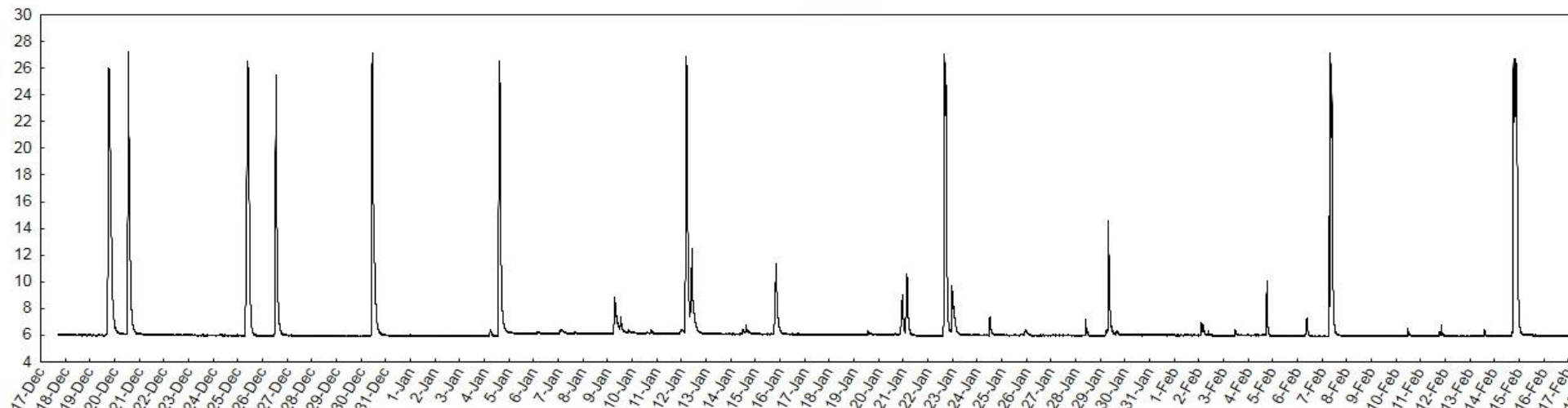
- 20-30% z hmotnosti těla na počátku hibernace
- doba probouzení se pohybuje v závislosti na okolní teplotě a velikosti jedince kolem 30-60 min

Průběh hibernace

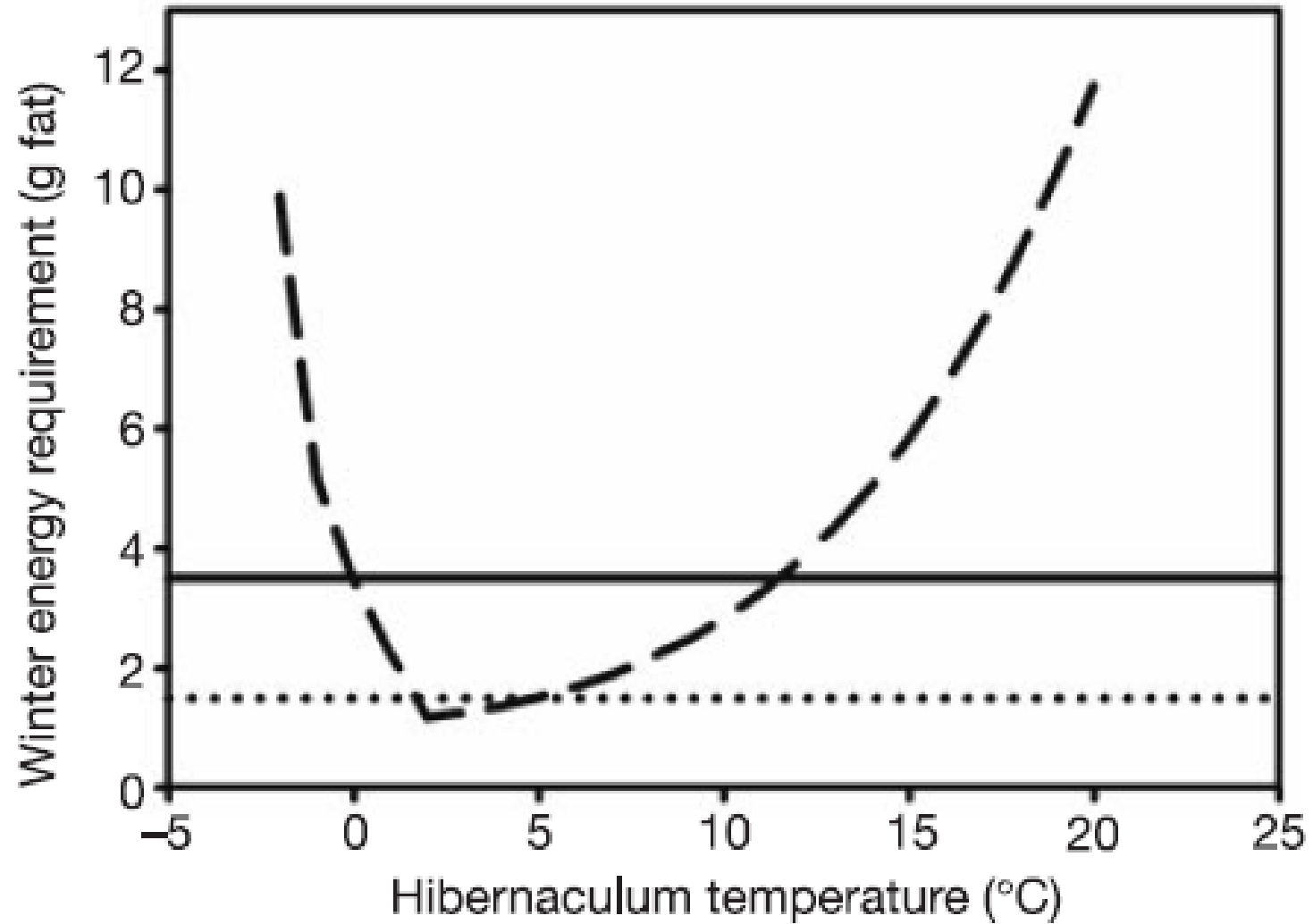


normotermické (>25°C)

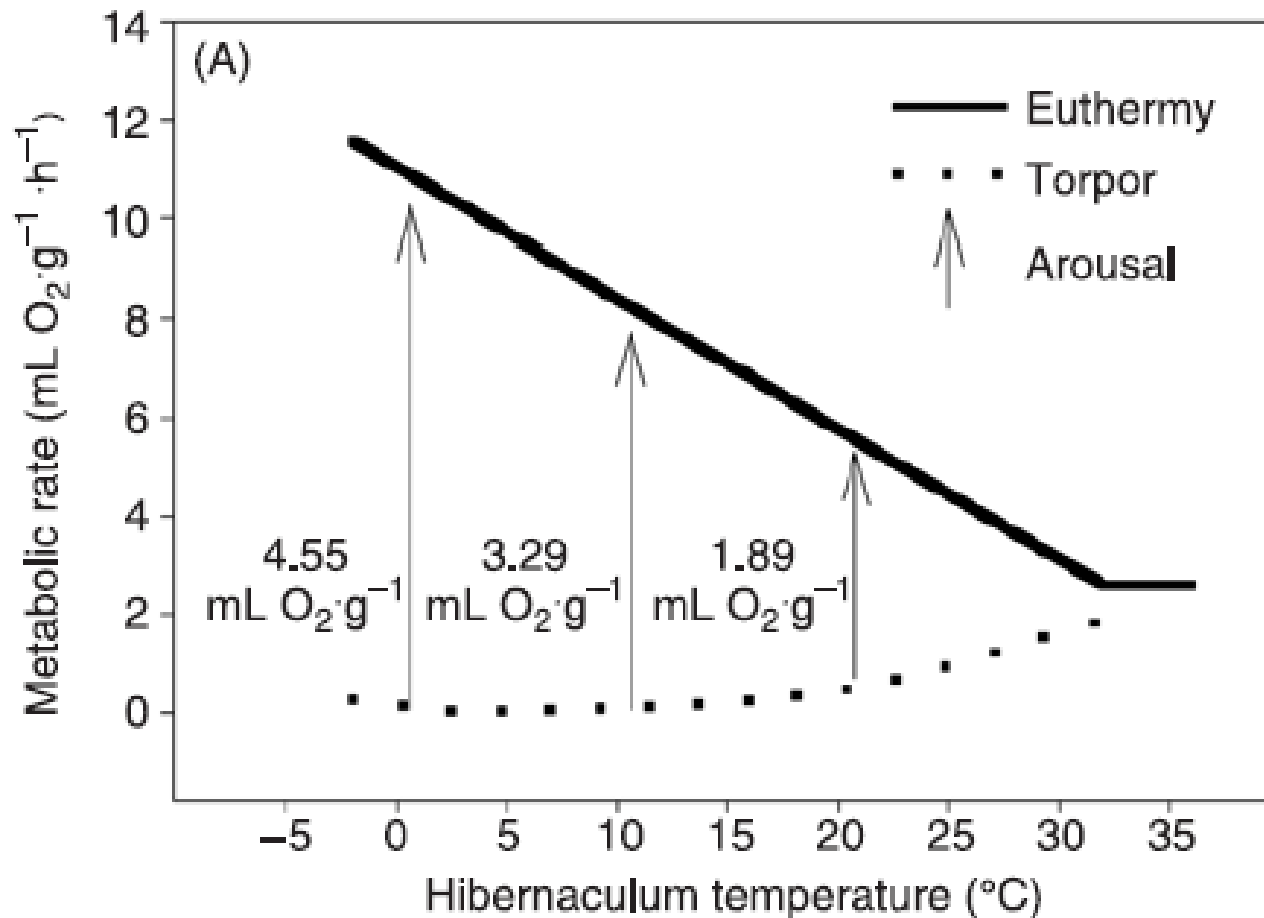
hypotermické (<25°C)



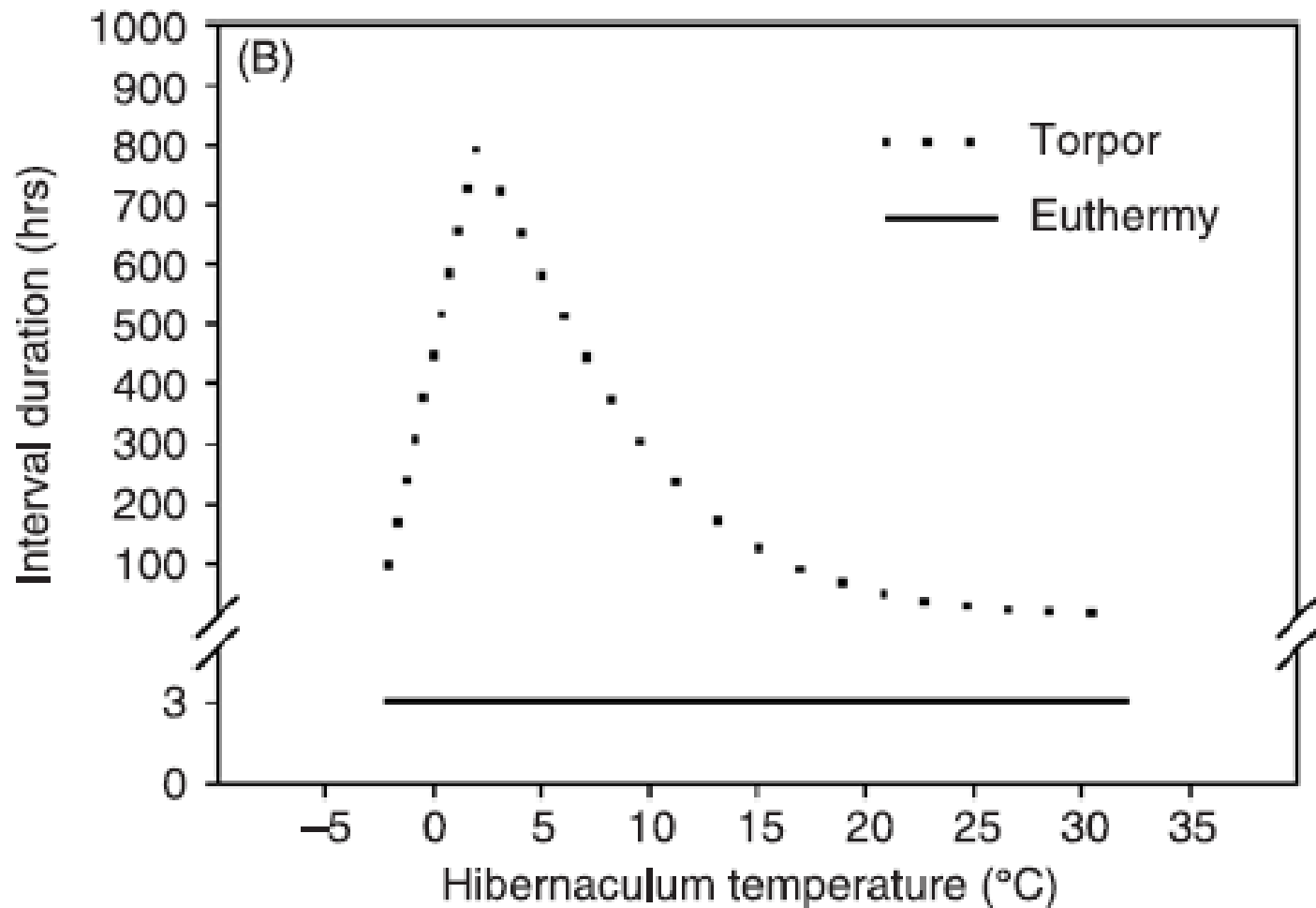
Energetické zásoby



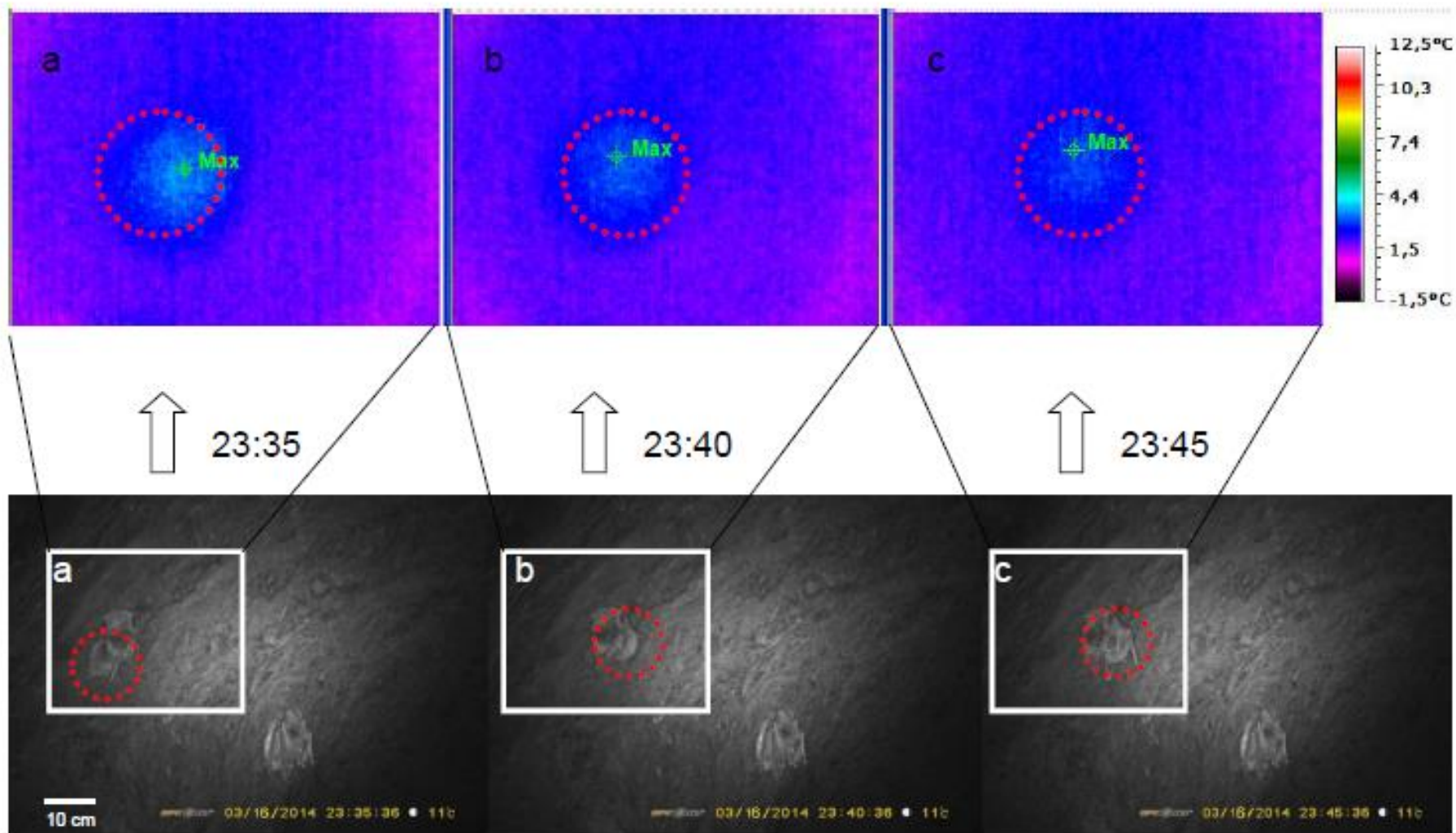
Náklady na probuzení z hibernace



Frekvence probouzení



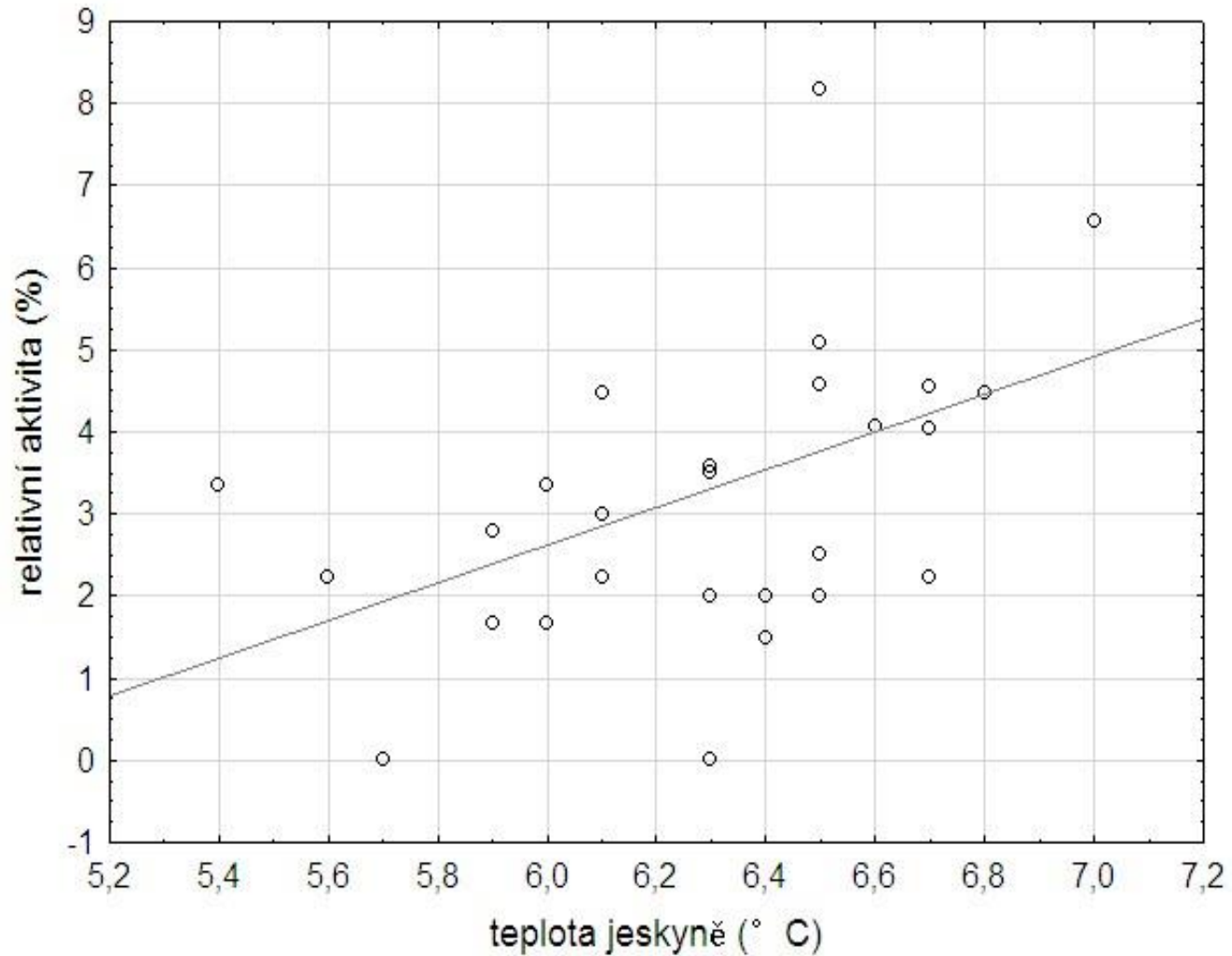
Pohyb bez zvýšení teploty těla



Ekologické faktory

- úspěšná hibernace je ovlivněna řadou klimatických (teplota, vlhkost, proudění vzduchu) a ekologických (pohlaví, staří) faktorů
- vliv na distribuci jedinců v rámci zimoviště, aktivitu, populační změny v průběhu zimování
- trend zvyšování počtu jedinců v předních, teplotně variabilních částech zimovišť

Výběr teploty na zimovišti

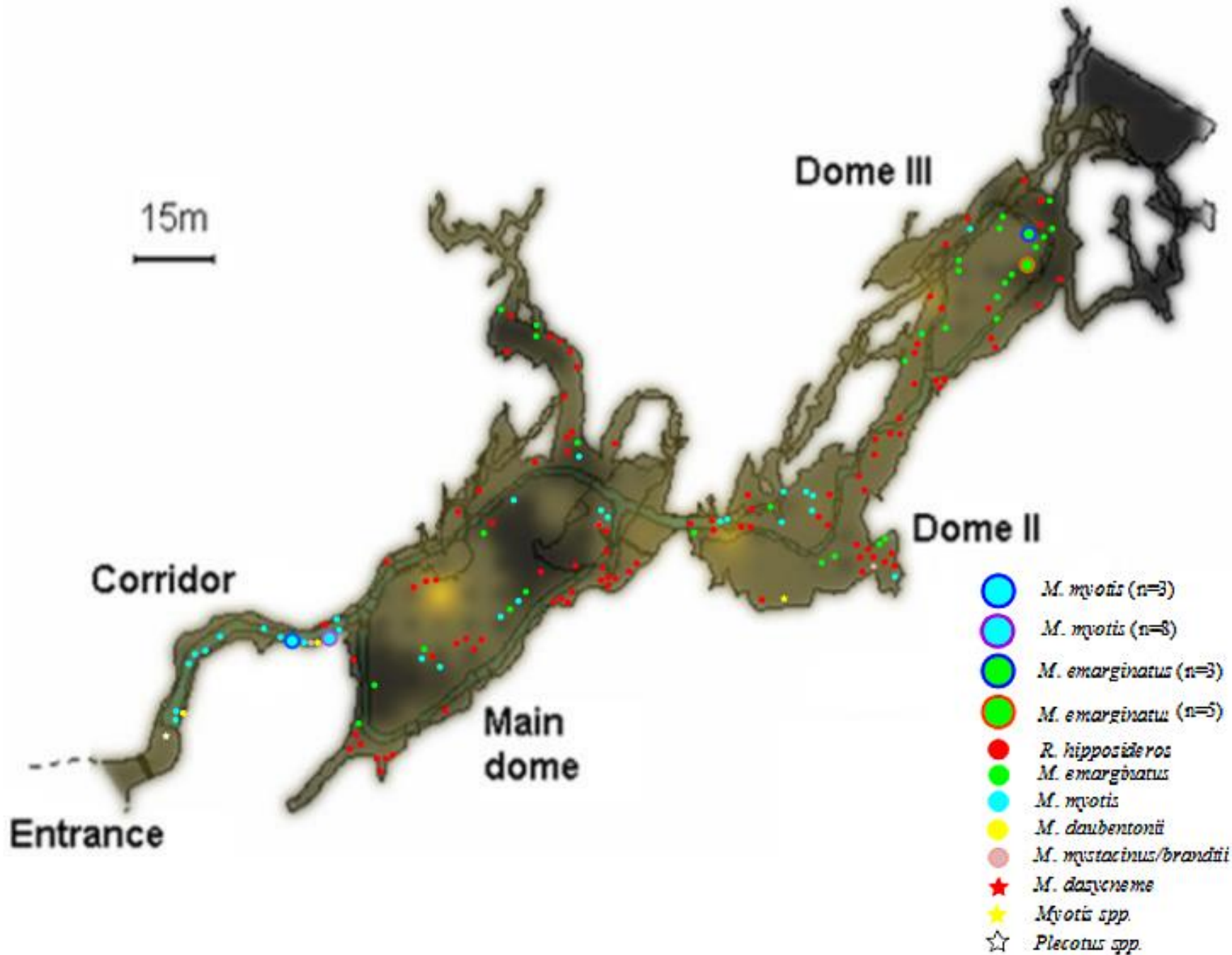




shlukování

Geografické aspekty

- denní strnulost je využívána i jinými skupinami netopýrů
- v subtropech homoiotermní i heteroiotermní populace druhu
- kaloni téměř výhradně homoiotermní



Rušení hibernujících netopýrů

- ovlivnění chování => nižší přežívání => snížení početnosti

- změny prostředí

- lidské aktivity

- přímé rušení
- nepřímé rušení



Hibernace a biotechnologie

Současnost

- kryoprezervace
- kryochirurgie
- kryoterapie

Budoucnost

- podchlazení při operacích
- uchování orgánů
- dlouhodobé lety do vesmíru



Rozmnožování

Mating behaviour

- sezónnost
- etologické projevy
- sociální organizace populací



Základní strategie

K - stratégové

- malý počet mláďat
- dlouhá doba březosti
- dlouhá doba péče
- vysoký význam učení a sociálních vztahů



Obecná charakteristika

Samec

počátek říje – říje a páření – pohlavní klid –
počátek dalšího cyklu

Samice

říje a páření – oplození vajíčka – vývoj
zárodku – porod a kojení – pohlavní klid –
říje a počátek dalšího cyklu

Změny rozmnožovacího cyklu

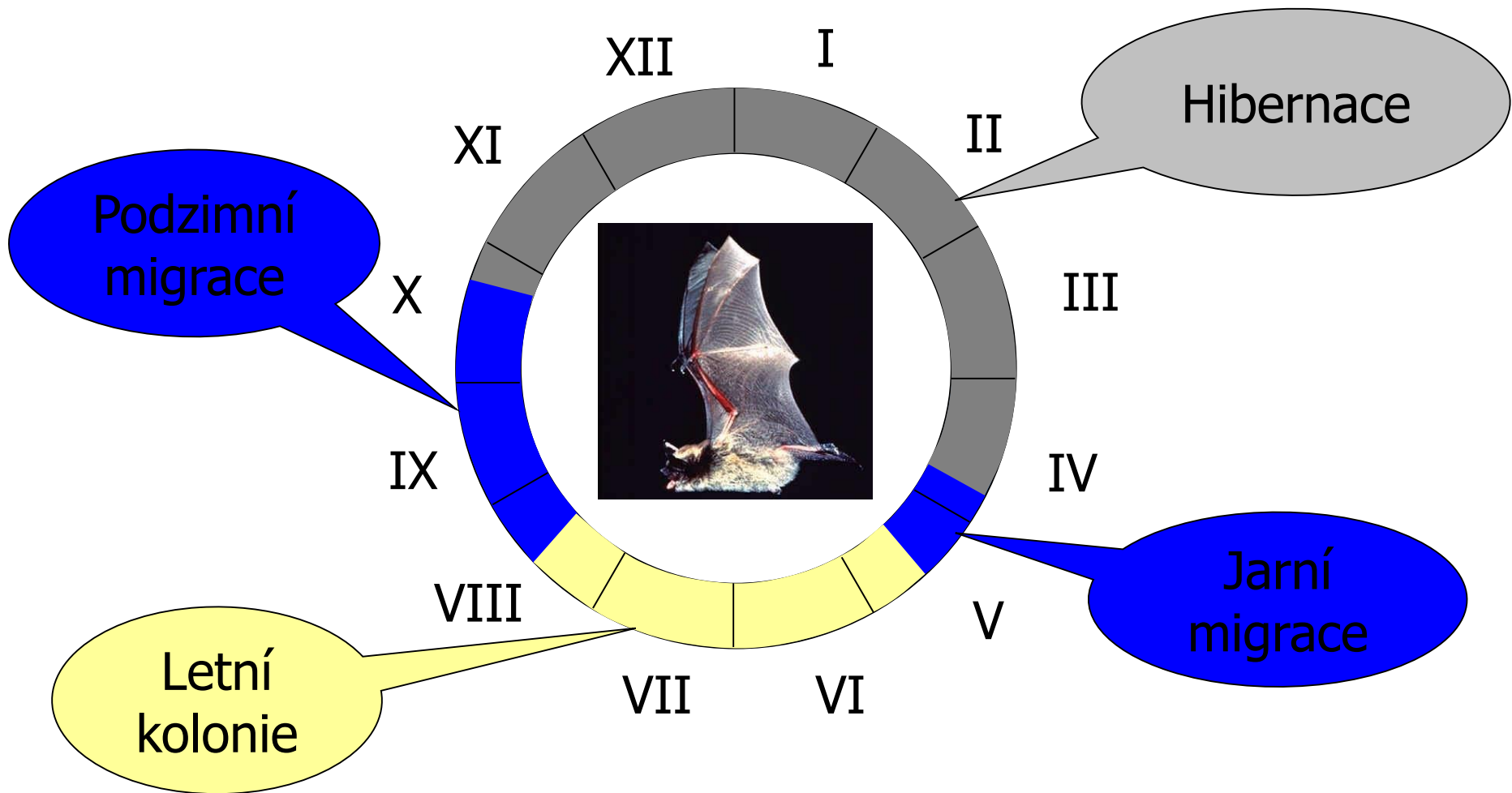
- zkrácení pohlavního klidu
- **vnitro-populační synchronizace**
- prodloužení rozmnožovacího cyklu

- počet vrhů
 - polyestrické druhy – nesynchronní a synchronní
 - monoestrické druhy

Prodloužení rozmnožovacího cyklu

- prodloužení obou fází
- prodloužení pohlavního klidu
- jiné mechanismy
 - zpožděné oplození
 - utajená březost
 - zastavení vývoje ve fázi blastuly

Život netopýra

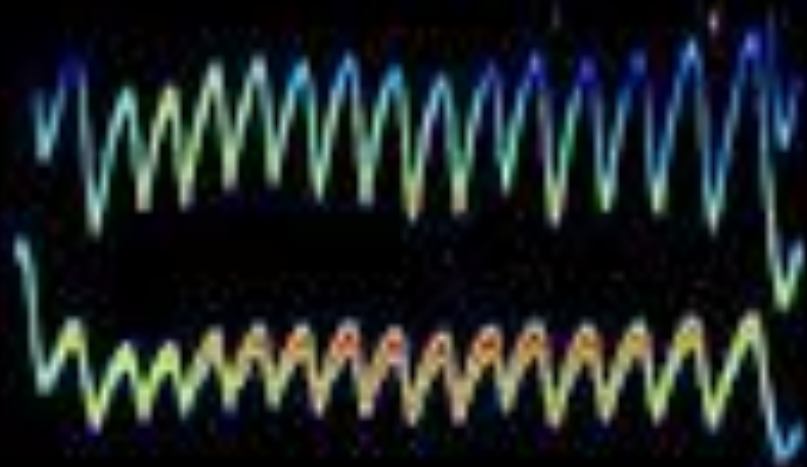
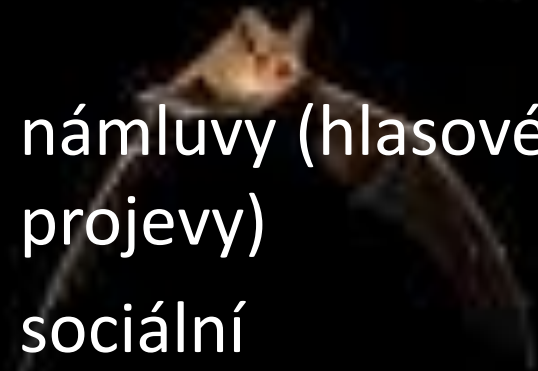


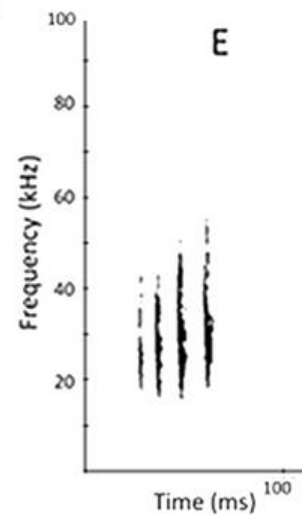
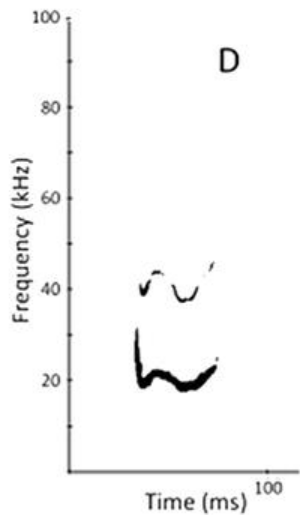
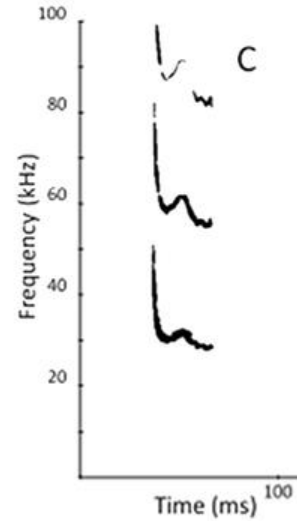
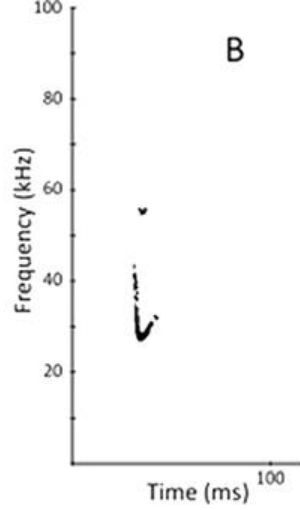
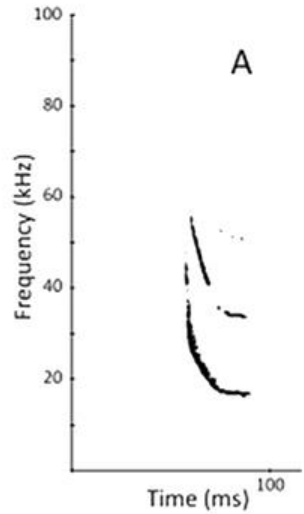
Sezónní úpravy cyklu

- velké rozšíření až kosmopolitní druhy
- monoestrické všechny populace
- všechny typy rozmnožovacích cyklů

Etologie rozmnožování

- ve správný čas na správném místě
- námluvy (hlasové projevy)
- sociální diference
- zasnubní chování





Sociální hlasy *Pipistrellus nathusii*

- komplikovaná struktura
- různé významy

Sociální diferenciace



Etologie rozmnožování

- porody
- péče o mládě
- pachové značky
- předávání informací
- odstav – rozpac



Sociální organizace

- celoročně stálé populace
 - energeticky méně náročné
 - **rozdělení teritoria**
 - harémové uspořádání (stabilní nebo proměnlivé)



Sociální organizace

- sezónně cyklické populace
 - sezónnost potravy
 - **oddělené letní kolonie**
 - obsazování úkrytů (individuální strategie vs. sociální strategie)

Sociální strategie

- migrace
- orientace
- předávání informací



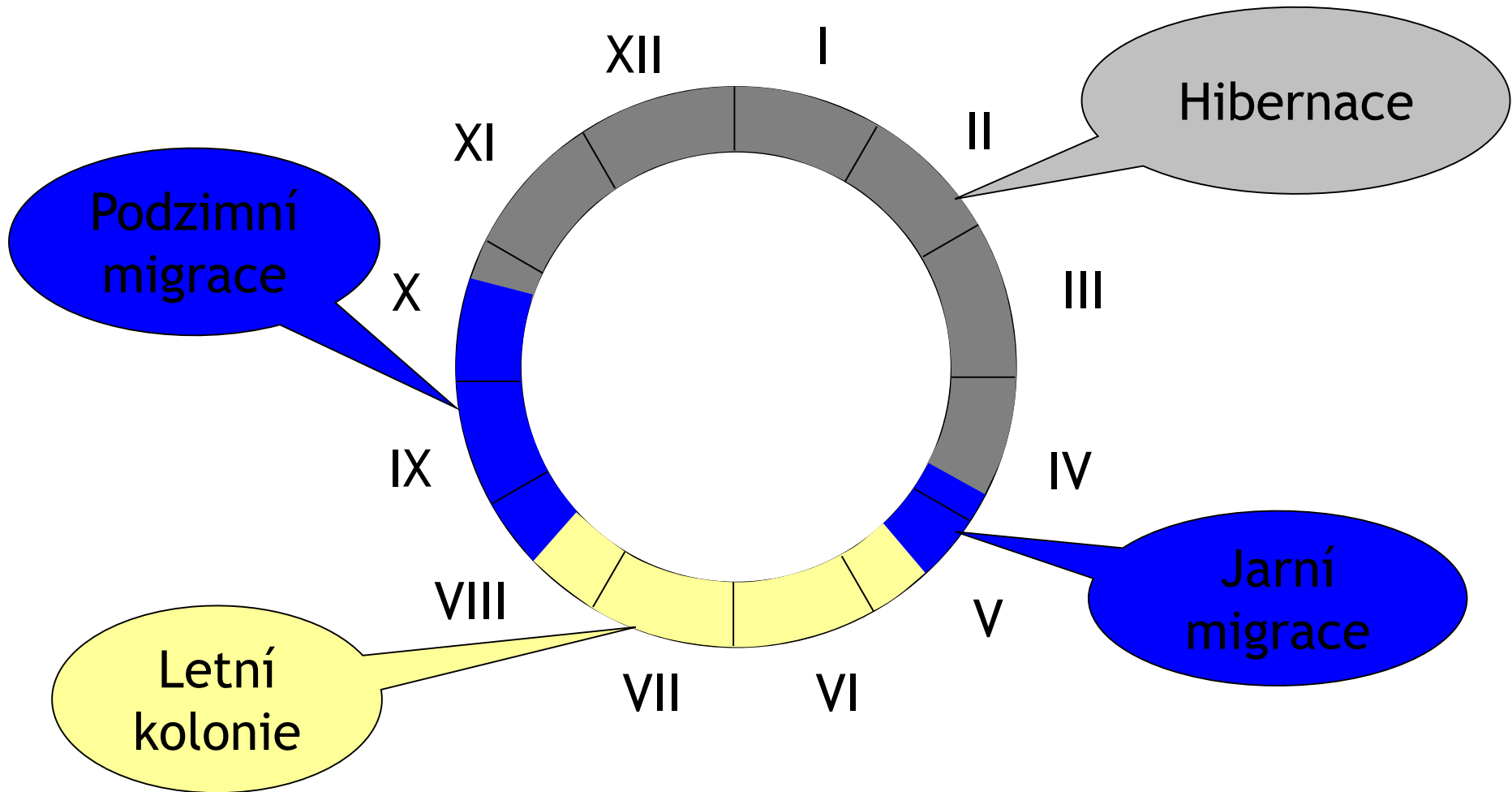
Aktivita netopýrů

Flight activity

- roční cyklus aktivity
- denní cyklus aktivity
- změny aktivity

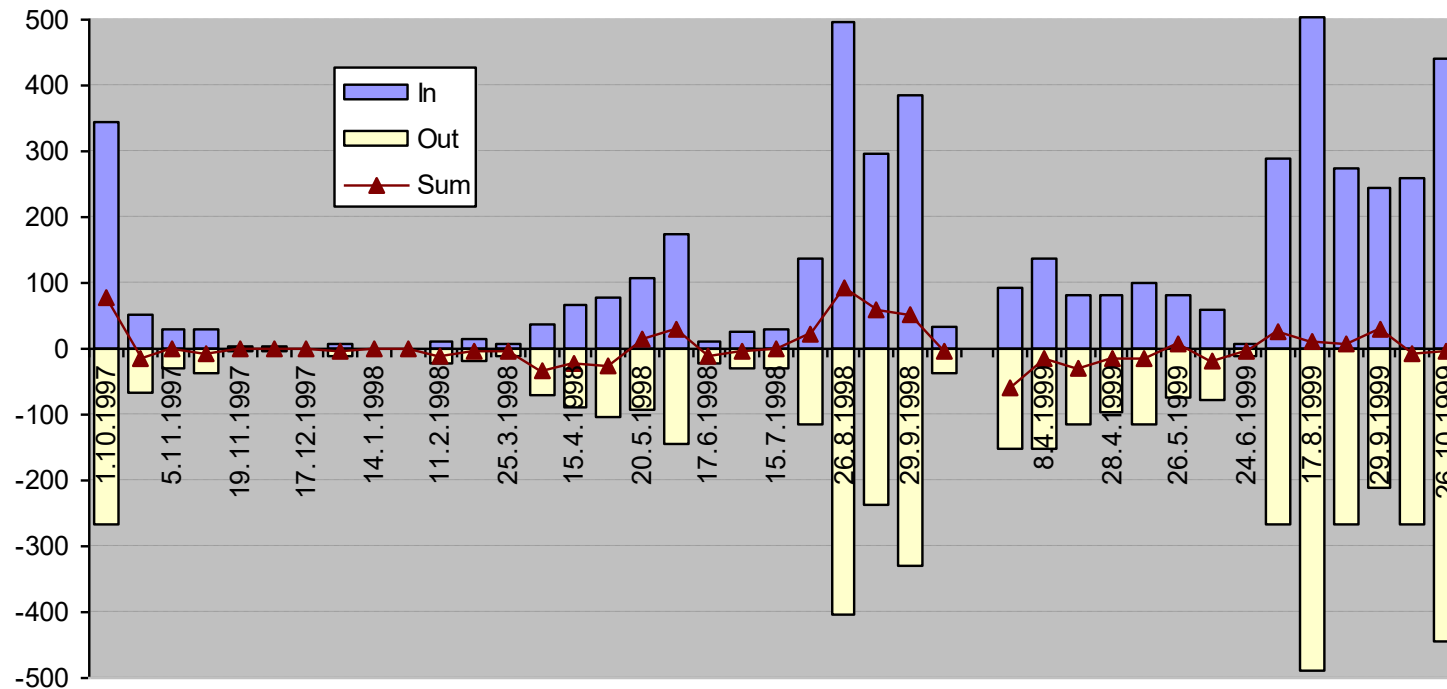


Roční cyklus aktivity



ZIMOVÍŠTĚ

Letová aktivita u vchodu jeskyně



● A: 5.11.-25.3.

● B: 31.3.-9.6.

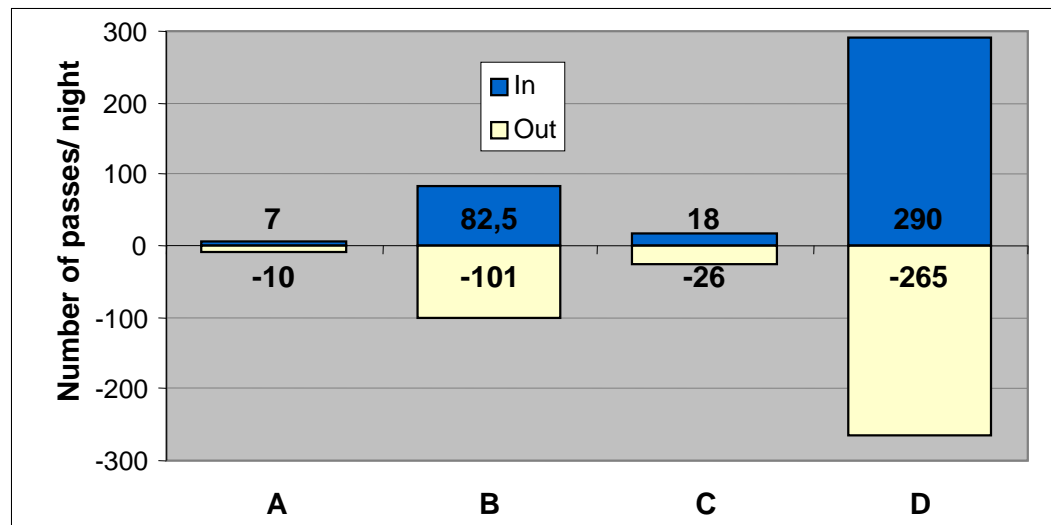
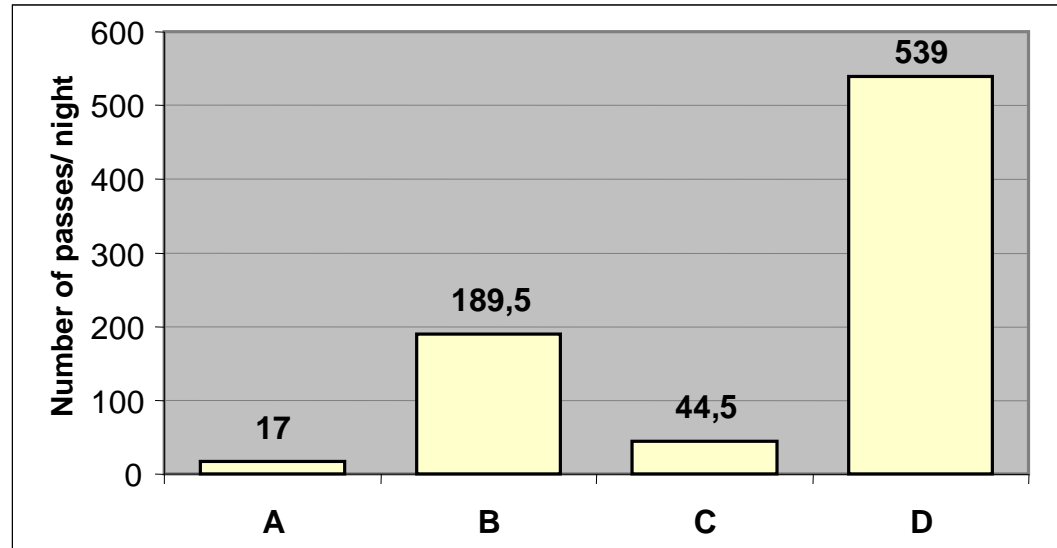
● C: 17.6.-15.7.

● D: 29.7.-26.10.

• B:

∅ B1: 31.3.-
15.4.

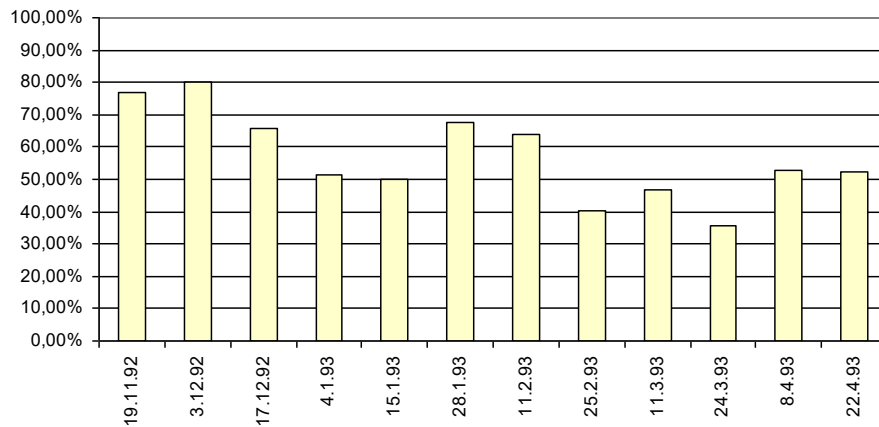
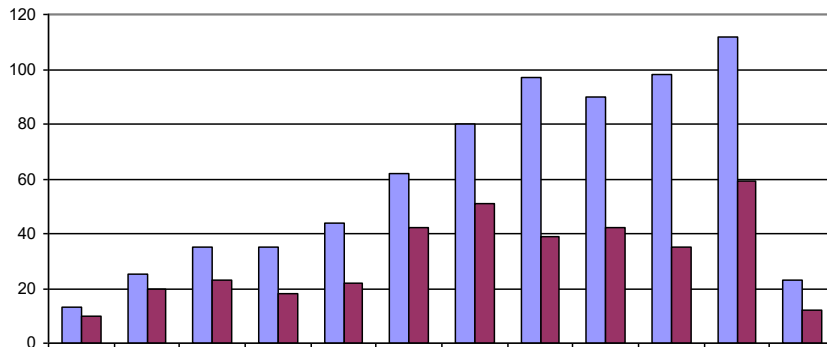
∅ B2: 22.4.-9.6.



Aktivita uvnitř jeskyně

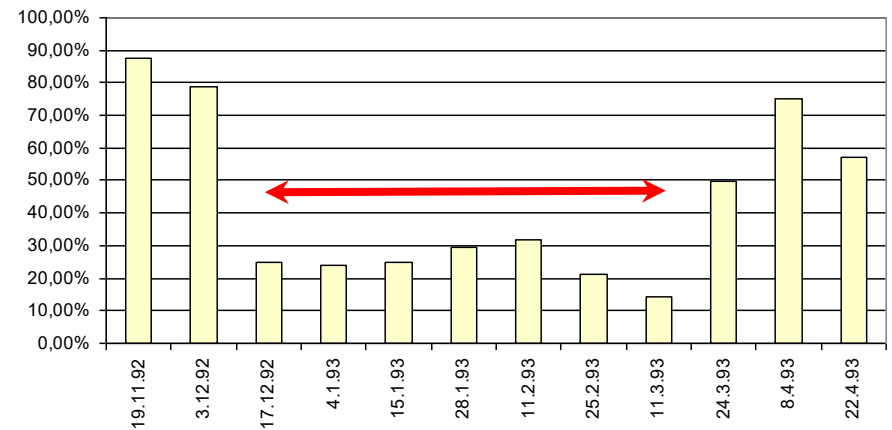
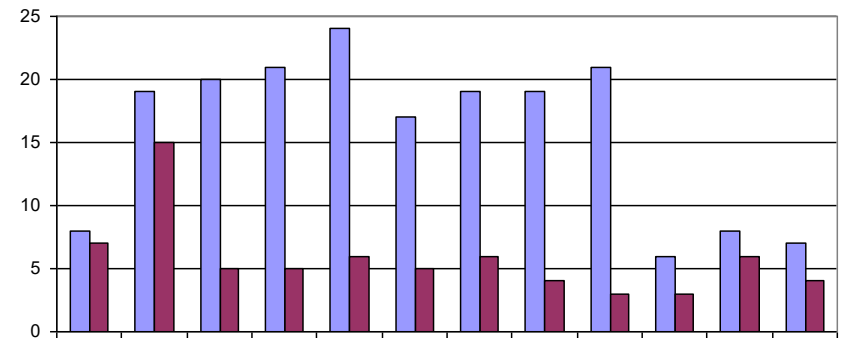
M. myotis

■ Celkový počet Mmyo
■ Počet nových nálezů Mmyo

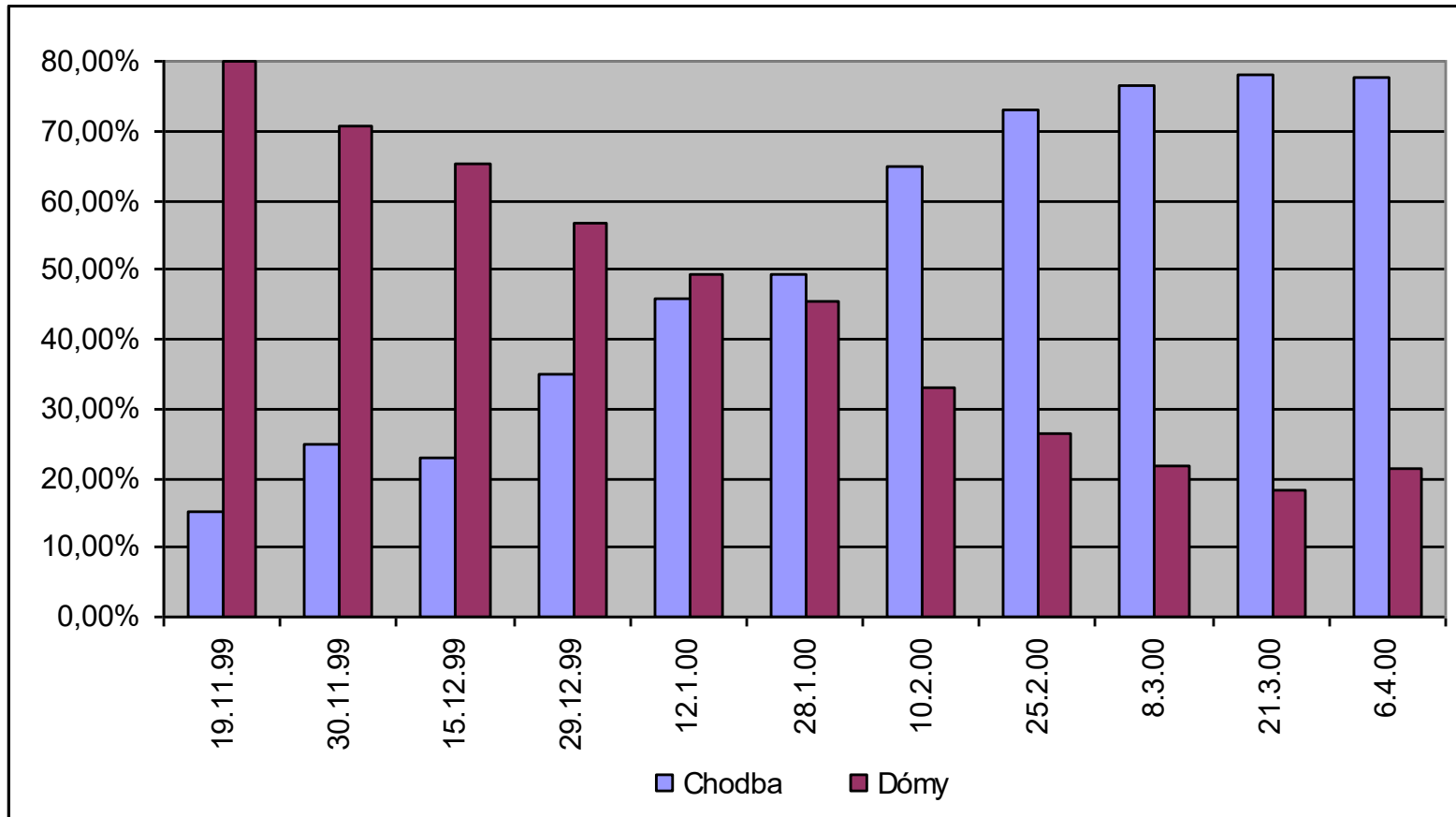


R. hipposideros

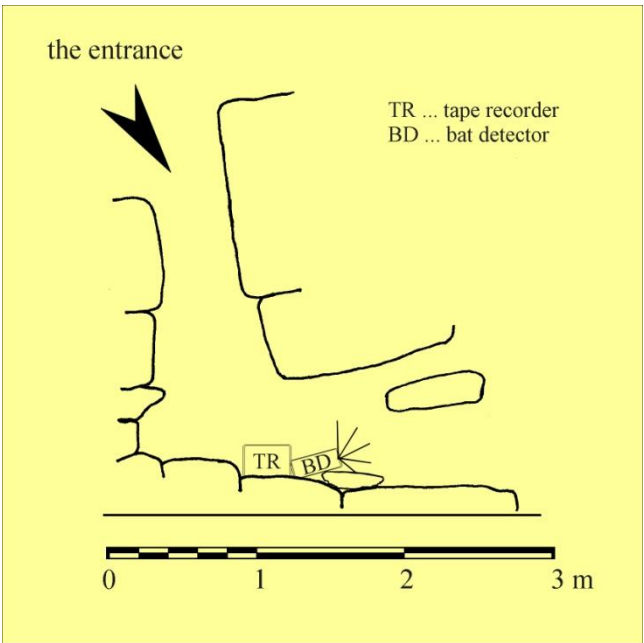
■ Celkový počet Rhip
■ Počet nových nálezů Rhip



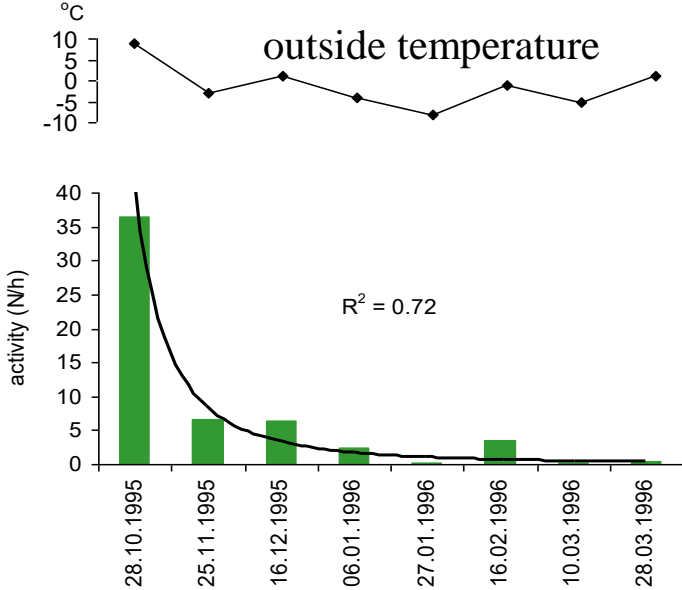
Aktivita na zimovišti



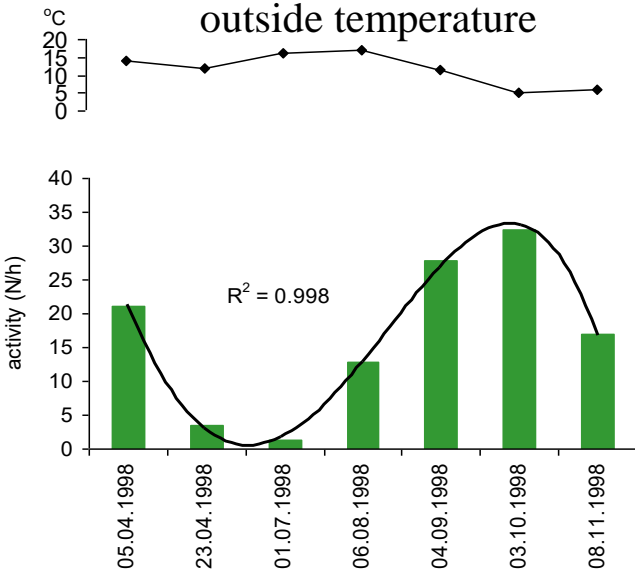
Aktivita *R. hipposideros* ve vchodu jeskyně



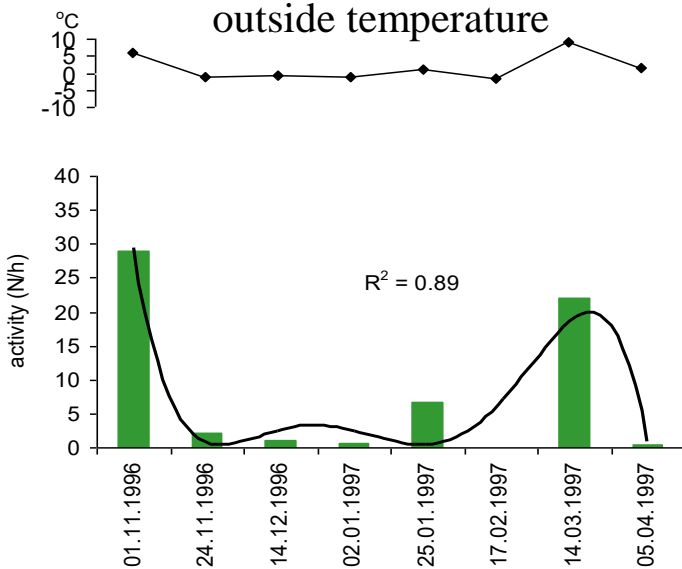
Winter 1995/1996



Summer 1998

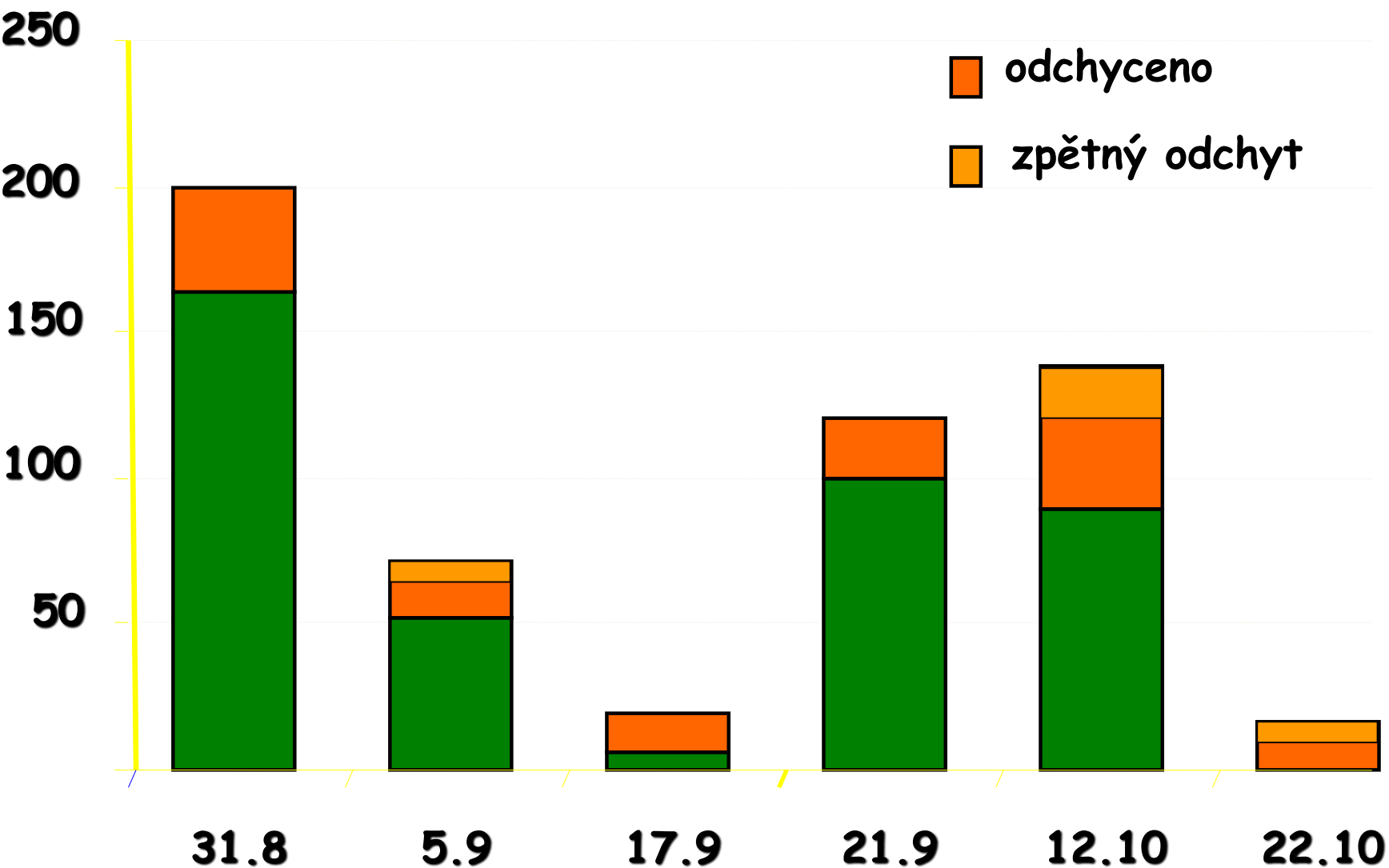


Winter 1996/1997



LETNÍ KOLONIE

Velikost kolonie



„podzimní kolonie“

- značné kolísání početnosti
- nepravidelné přesuny mezi úkryty
- objevují se dospělí samci
- vymizení dospělých samic
- váha mláďat nestabilní

migrace

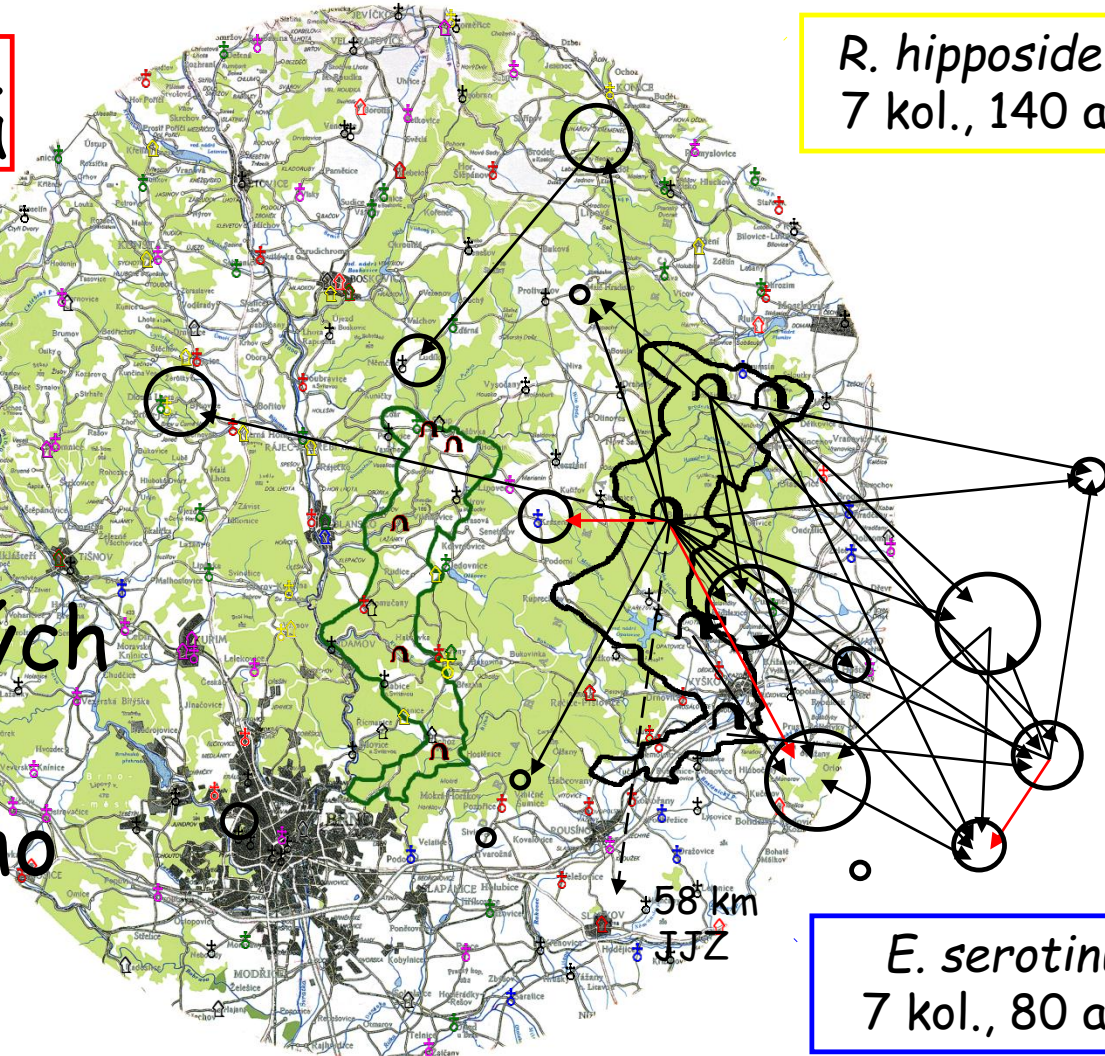
M. myotis
17 kol., 140 a. f.

R. hipposideros
7 kol., 140 a. f.

aktivita
jedinců
netopýra
velkého
kroužkovaných
v oblasti
Moravského

P. a. krasae
11 kol., 136 a. f.

E. serotinus
7 kol., 80 a. f.



Migrace

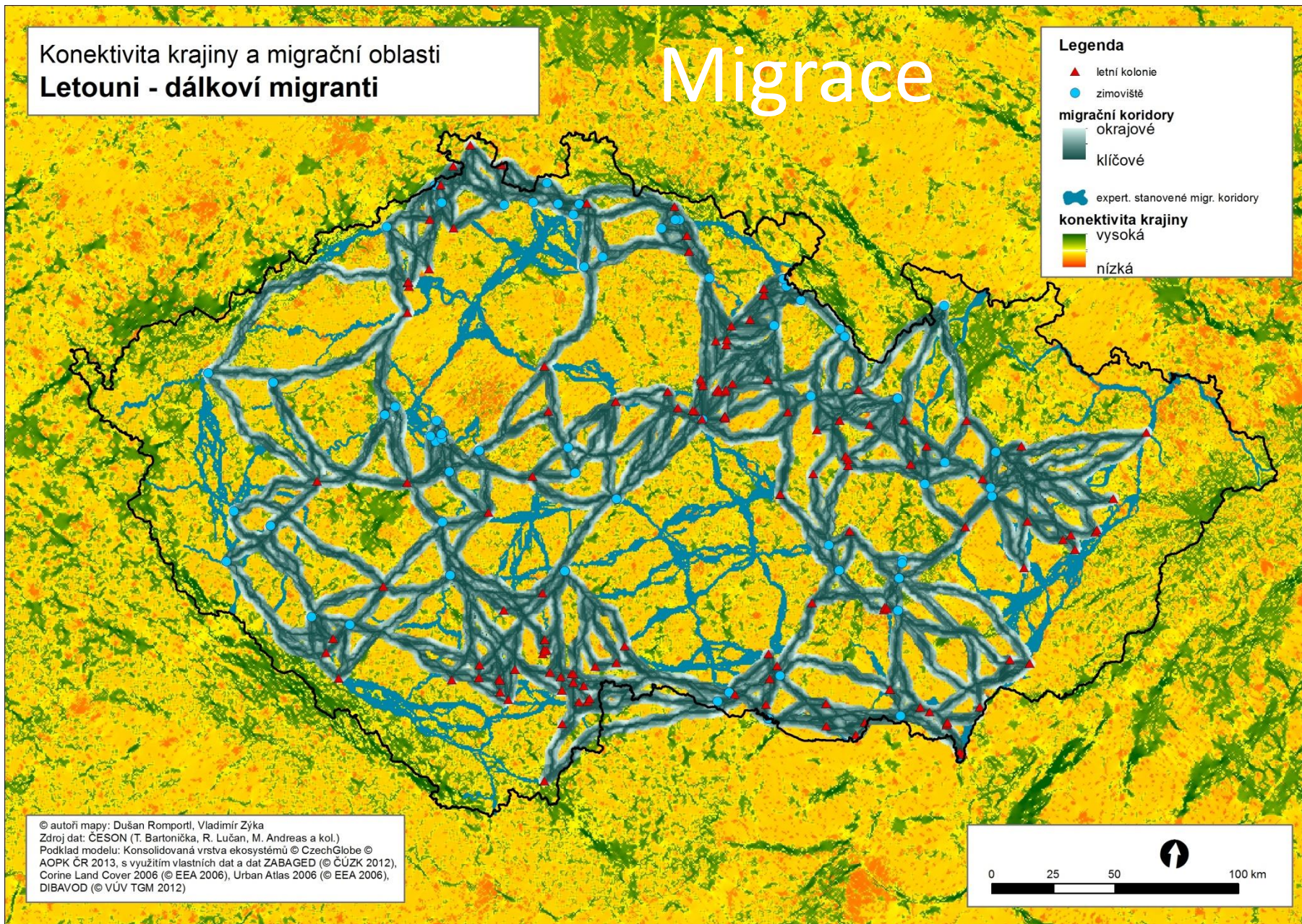
- intenzívně studovány
- kroužkování
- jen některé rody netopýrů podnikají dlouhé přelety („migrace“)
- ostatní pouze krátké přelety mezi zimními a letními úkryty

Konektivita krajiny a migrační oblasti
Letouni - dálkoví migranti

Migrace

Legenda

- ▲ letní kolonie
- zimoviště
- migrační koridory
 - okrajové
 - klíčové
- expert. stanovené migr. koridory
- konektivita krajiny
 - vysoká
 - nízká



© autoři mapy: Dušan Romportl, Vladimír Zýka
Zdroj dat: ČESON (T. Bartonička, R. Lučan, M. Andreas a kol.)
Podklad modelu: Konsolidovaná vrstva ekosystémů © CzechGlobe ©
AOPK ČR 2013, s využitím vlastních dat a dat ZABAGED (© ČÚZK 2012),
Corine Land Cover 2006 (© EEA 2006), Urban Atlas 2006 (© EEA 2006),
DIBAVOD (© VÚV TGM 2012)

0 25 50 100 km

Orientace

- migrace jsou vysoce energeticky náročné
- potřeba perfektní navigace
- vizuální a echolokace na krátkou vzdálenost (loviště - úkryty)
- migrace na velkou vzdálenost (hvězdy, prostorová paměť)
- nepotvrzeno využívání magnetismu

DENNÍ RYTMUS AKTIVITY

Typy

- Aktivita v denním úkrytu a předodletová aktivita
- Výletová aktivita
- Letová aktivita
- Návratová aktivita

AKTIVITA V DENNÍM ÚKRYTU

Sledované projevy aktivity

Pomocí blízké kamery

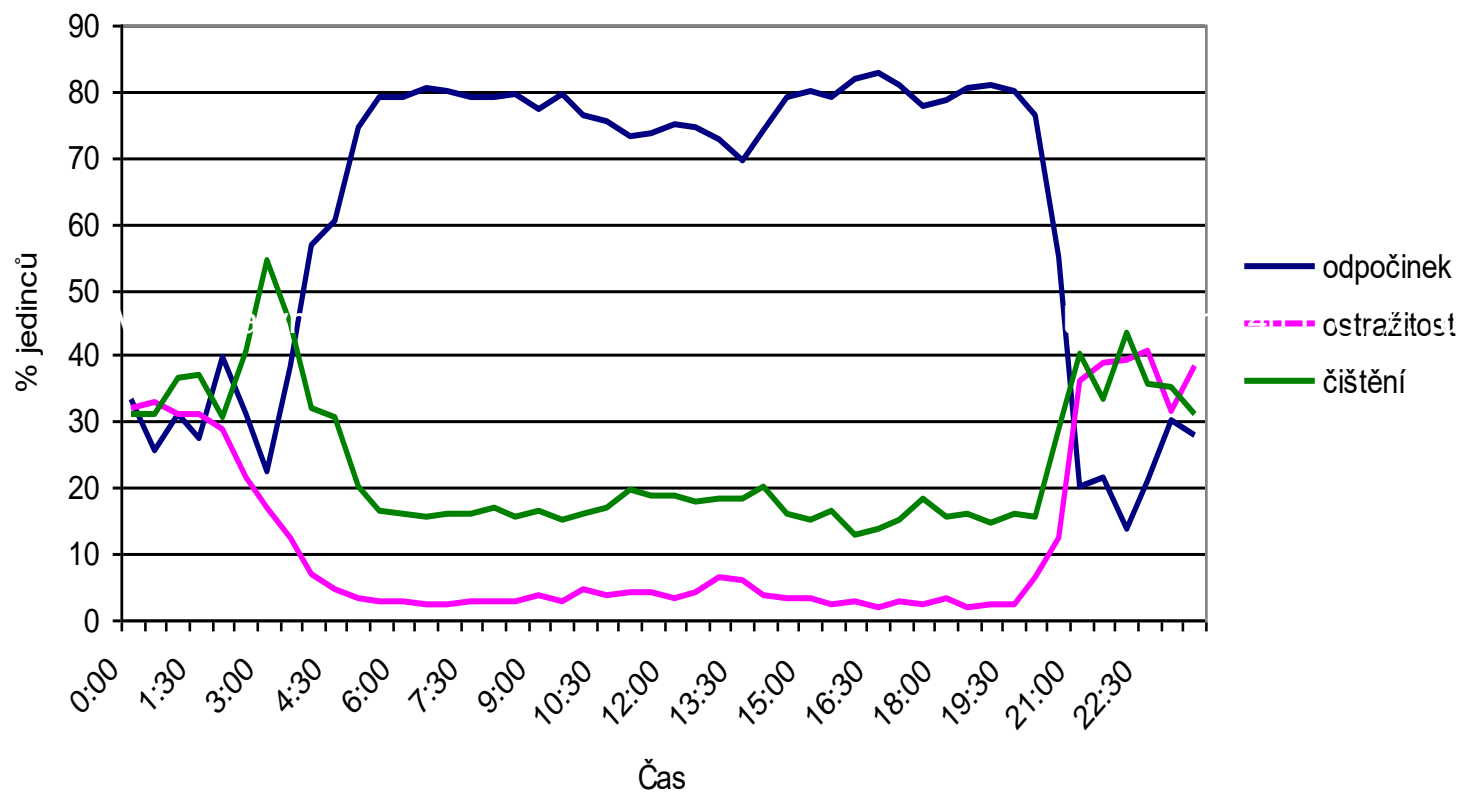
- Odpočinek
- Ostražitost
- Čištění
- Protahování
- Lezení
- Průlet



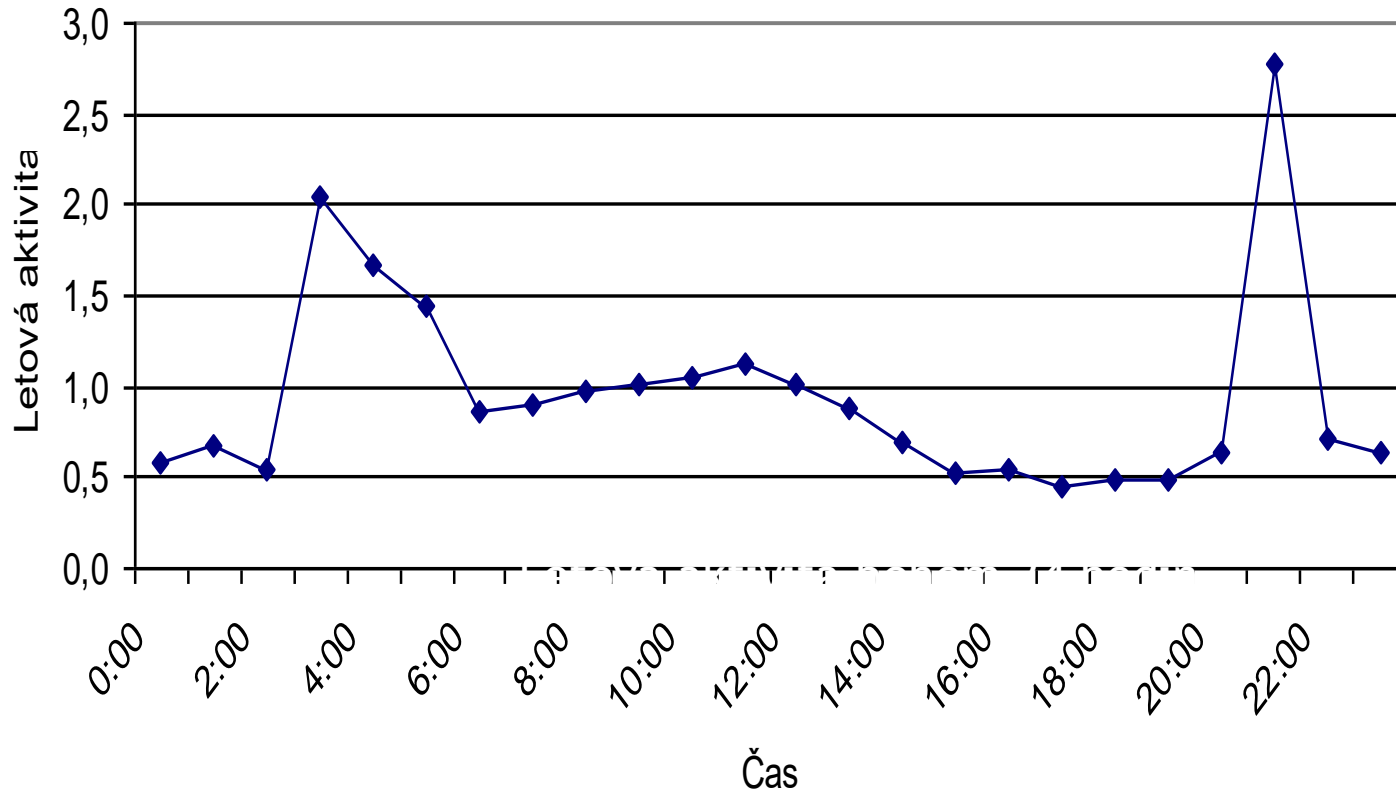
Pomocí vzdálené kamery

- Letová aktivita

Denní aktivita



Letová aktivita



Výletová aktivita



velikost kolonie

klima

období

lokalita

pohlaví?

jedinci?

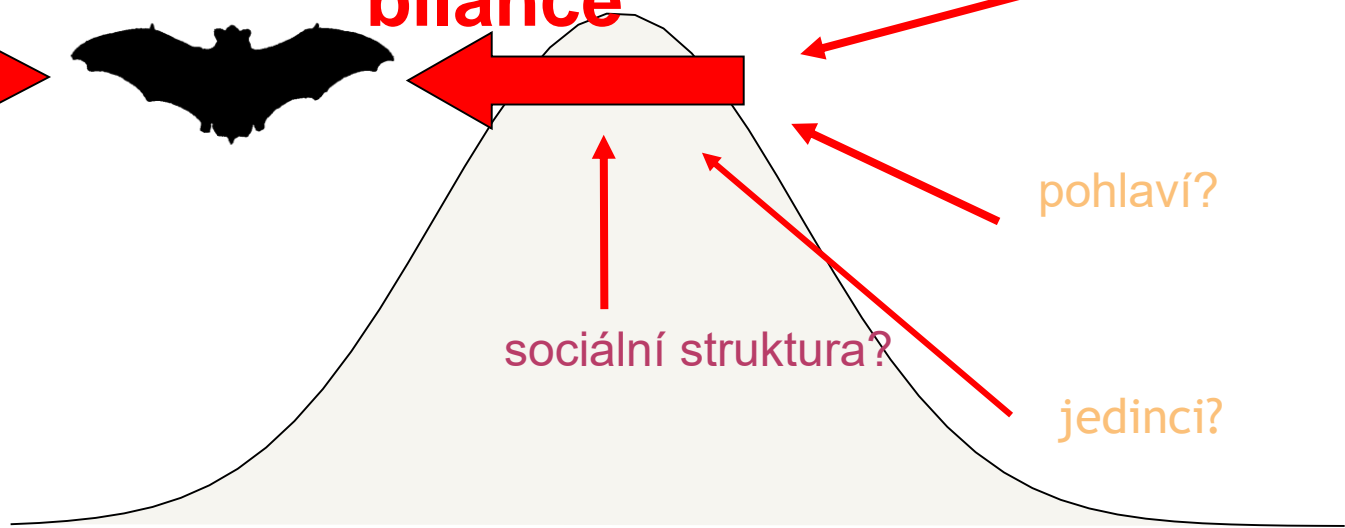
Energetická bilance

Riziko predace

sociální struktura?

čas

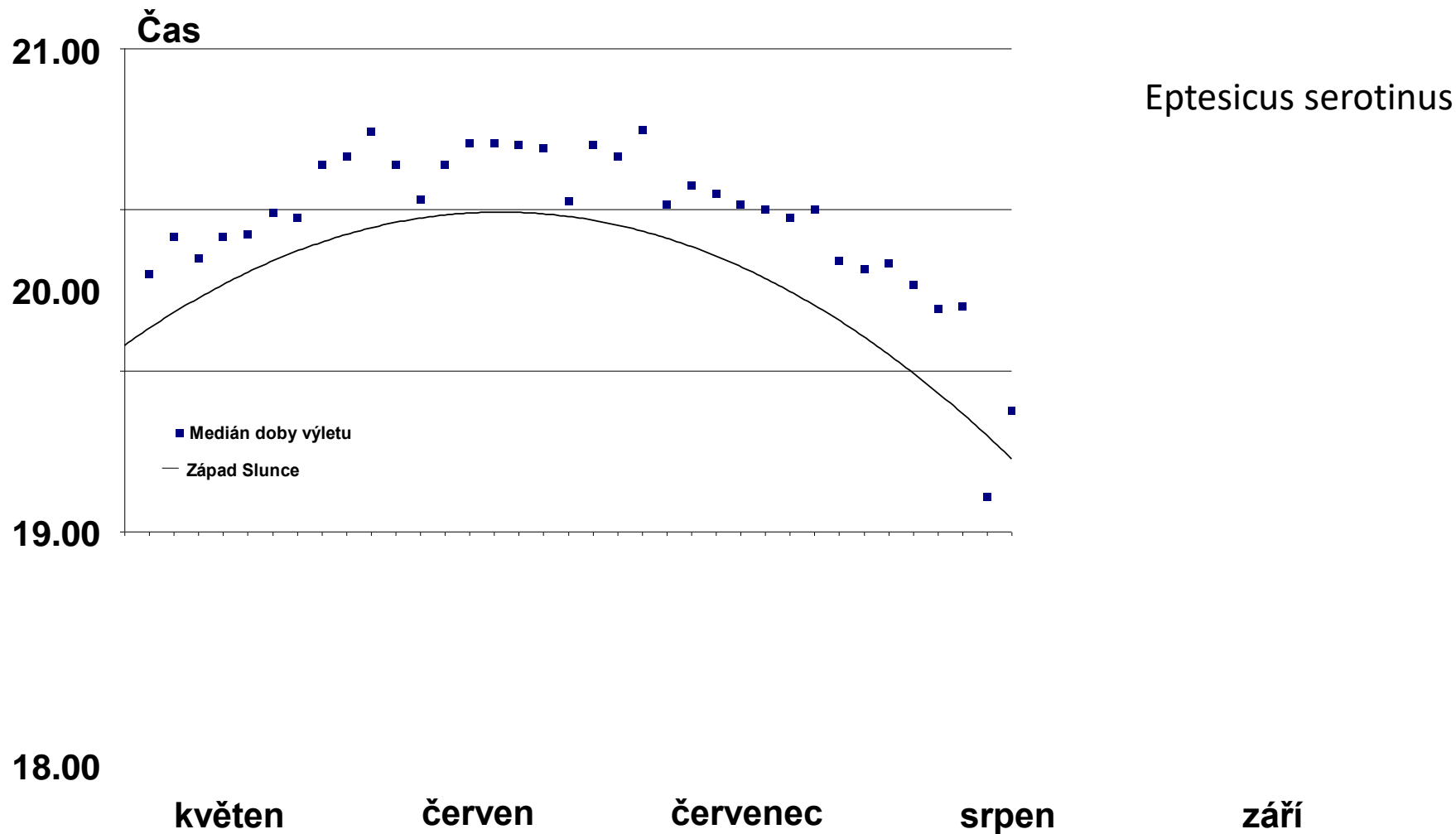
A



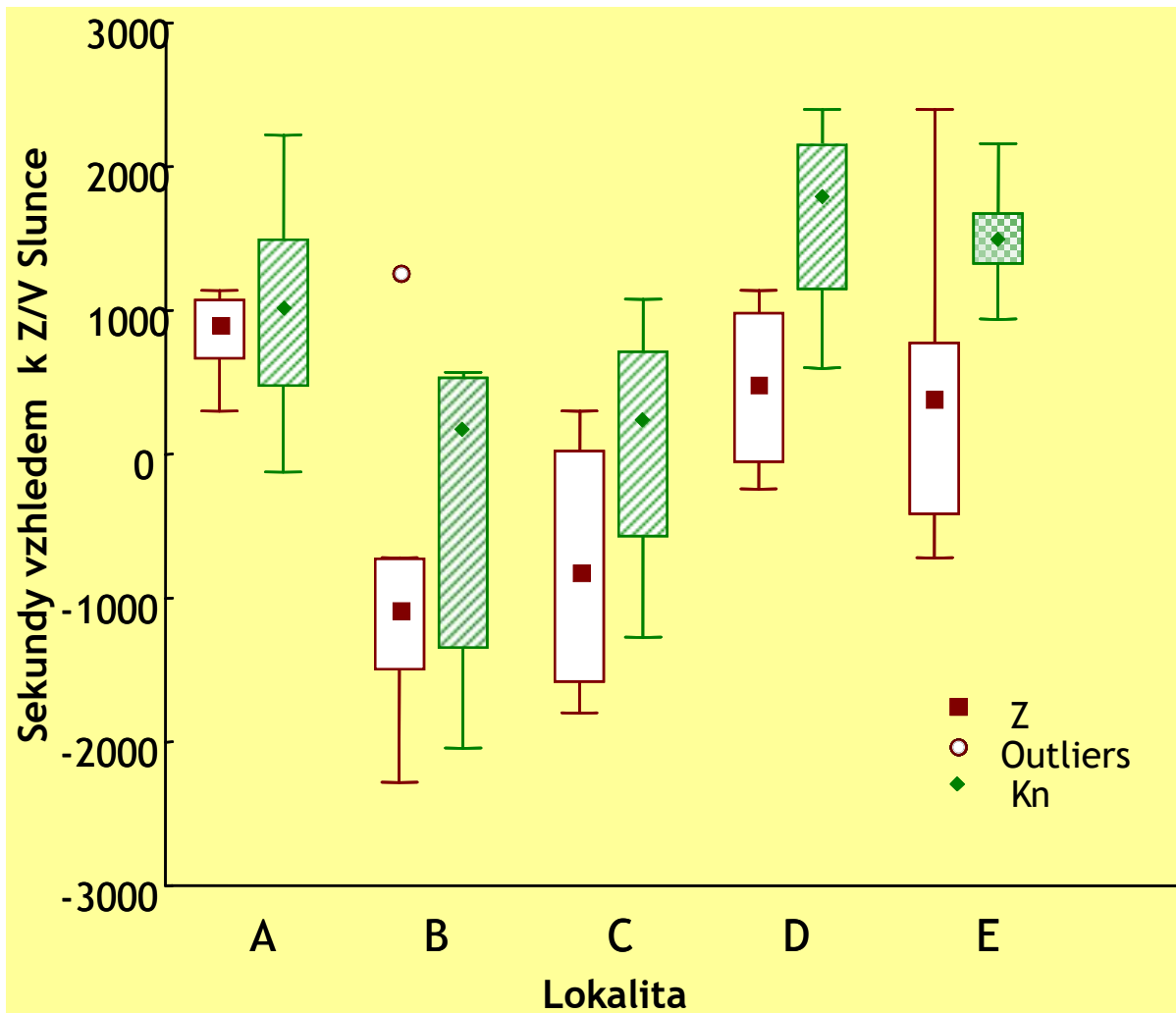
Sledované proměnné

- čas výletu prvního netopýra
- čas výletu prostředního netopýra
- čas výletu posledního netopýra
- velikost kolonie
- délka výletu ($Z - K$)
- rychlost výletu (N/D)

netopýři udržují noční aktivitu



Vztah výletu a návratu k ZS/VS



- Medián
- Box: 25%; 75%
- Non outlier Min
- Non outlier Max

■ Z
○ Outliers
◆ Kn

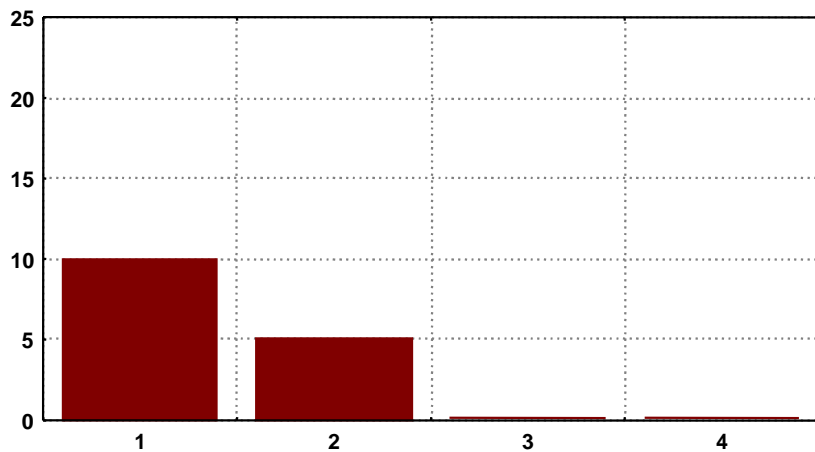
Návratová aktivita

- Návrat mateřských kolonií netopýrů probíhal za nižších světelných intenzit než výlet
- Interval mezi ranním návratem a V Slunce byl delší než interval mezi Z Slunce a výletem
- Délka výletu je shodná s délkou návratu
- Vliv reprodukční periody na změny v nárazové aktivitě během výletu a návratu

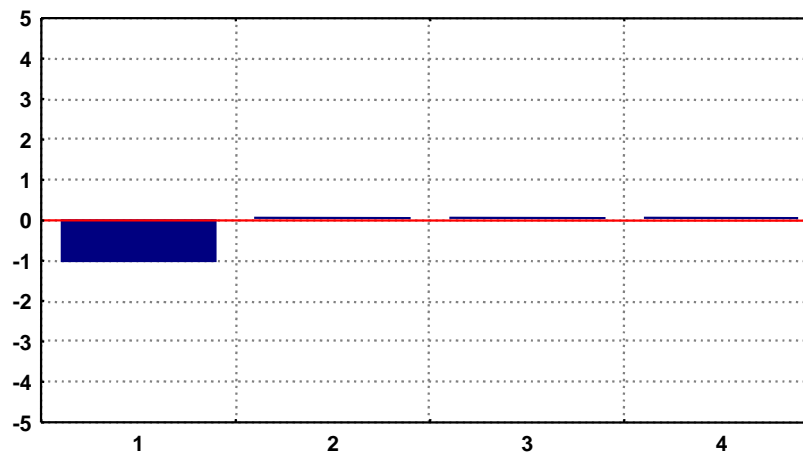
DENNÍ AKTIVITA NA ZIMOVÍŠTI

Letová aktivita v noci

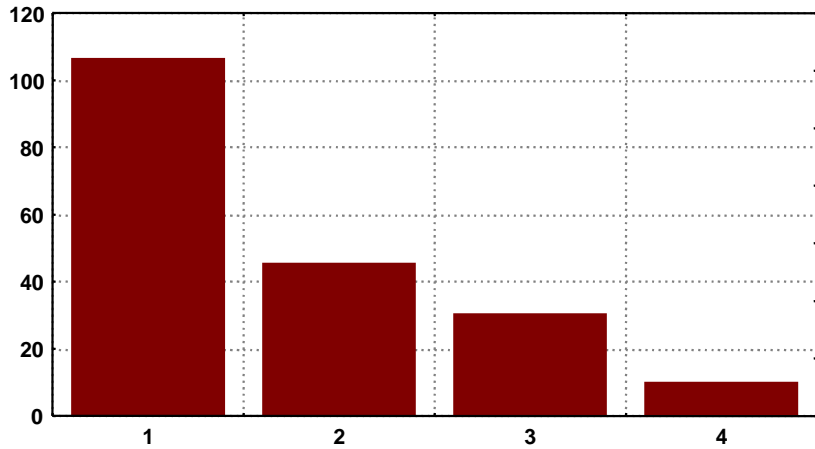
Period A: 5.11.-25.3.



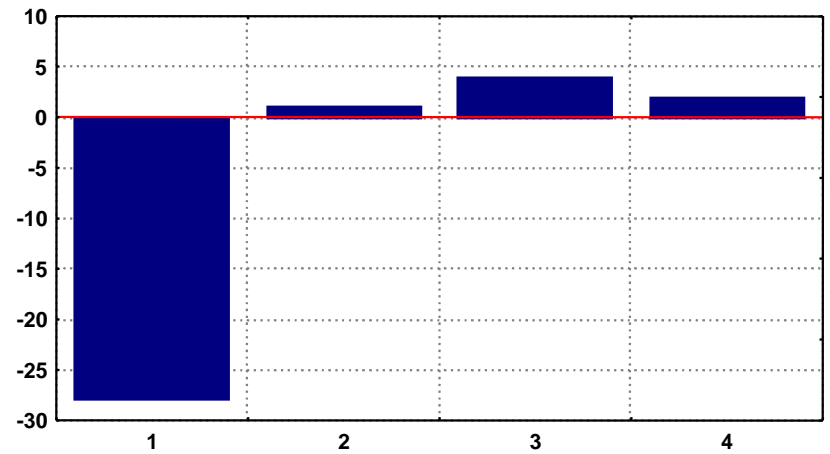
Period A: 5.11.-25.3.



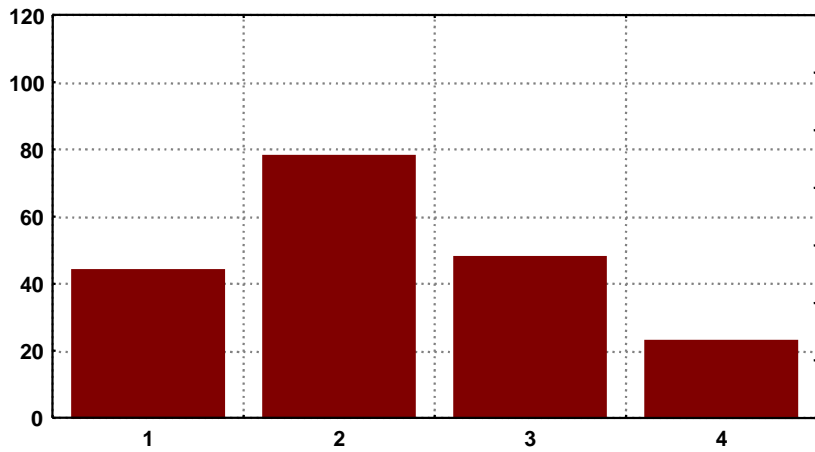
Period B1: 31.3.-15.4.



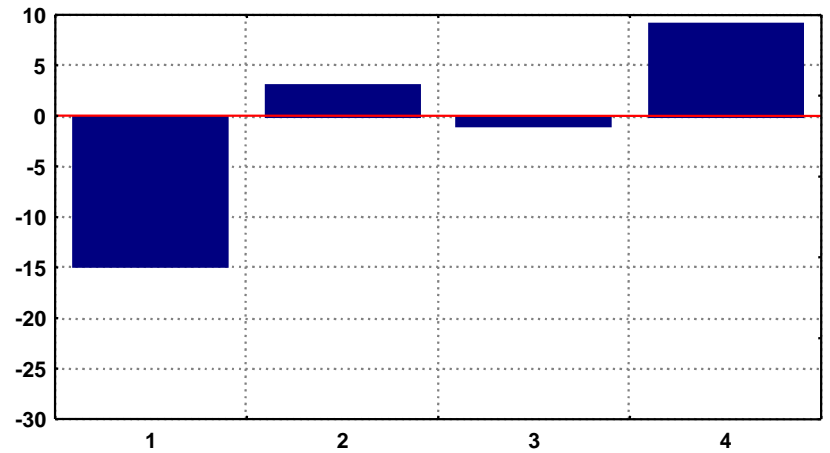
Periodi B1: 31.3.-15.4.



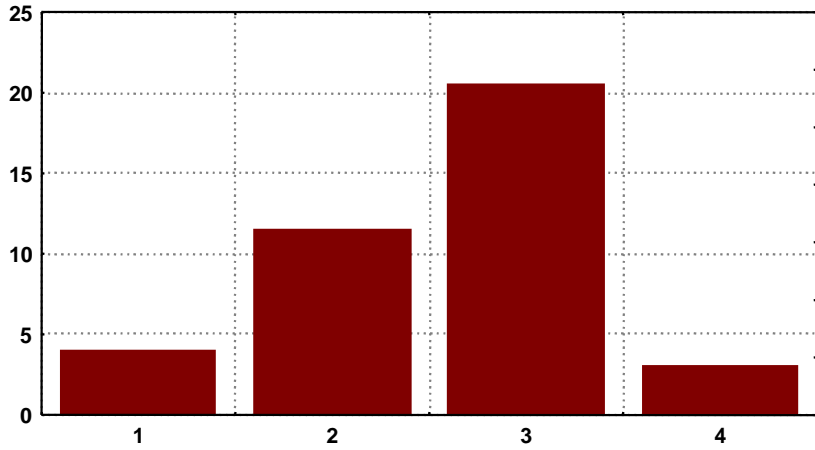
Period B2: 22.4.-9.6.



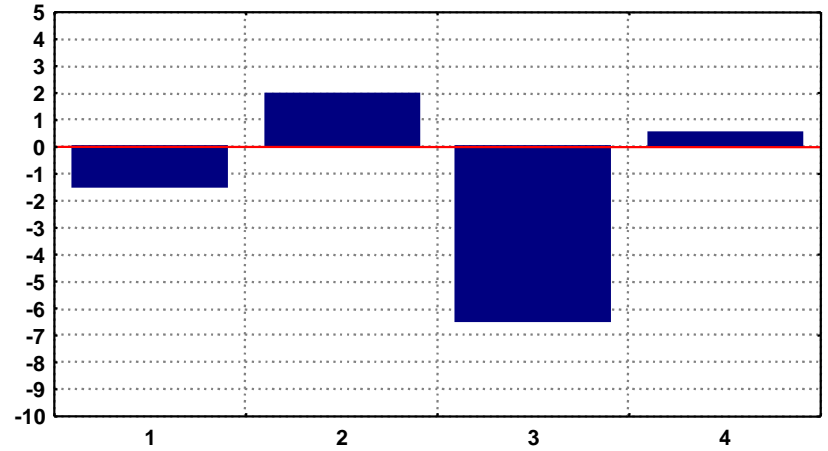
Period B2: 22.4.-9.6.



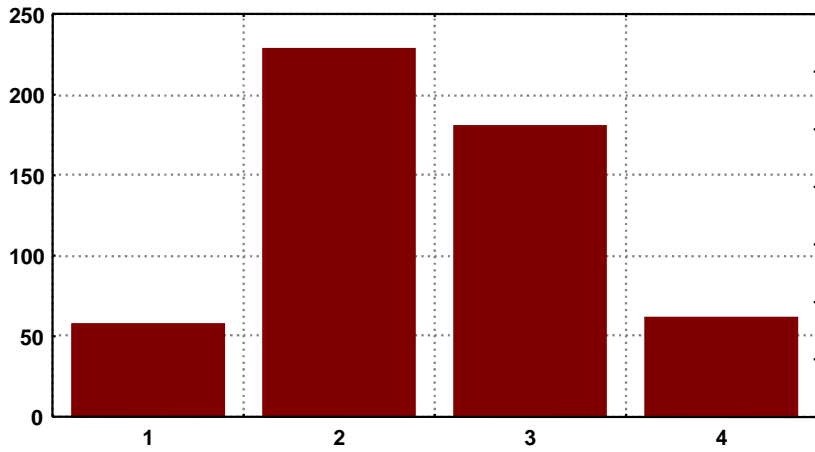
Period C: 17.6.-15.7.



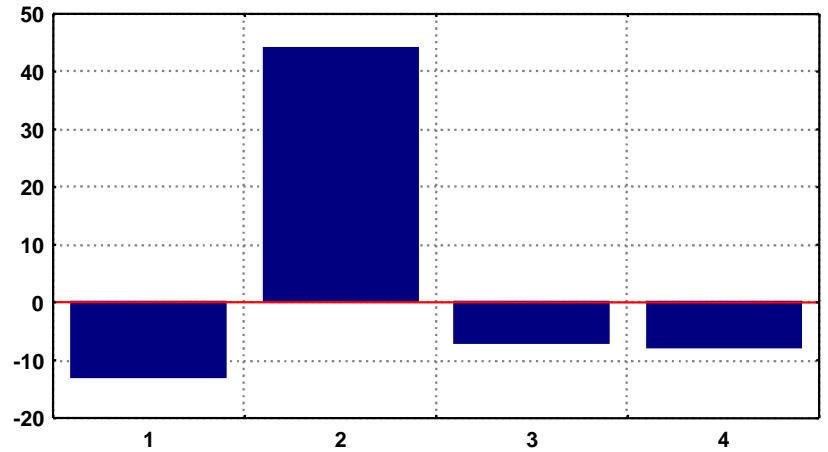
Period C: 17.6.-15.7.



Period D: 29.7.-26.10.



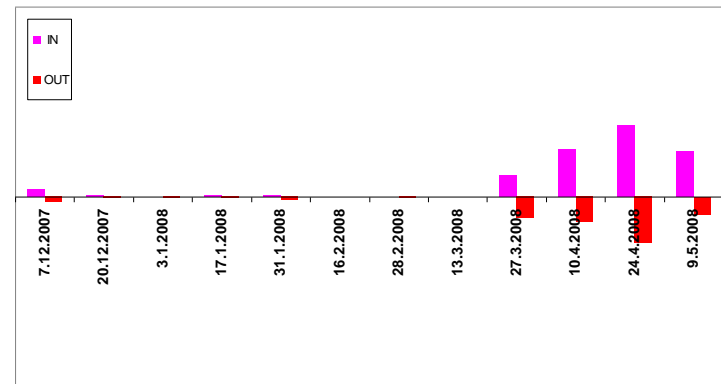
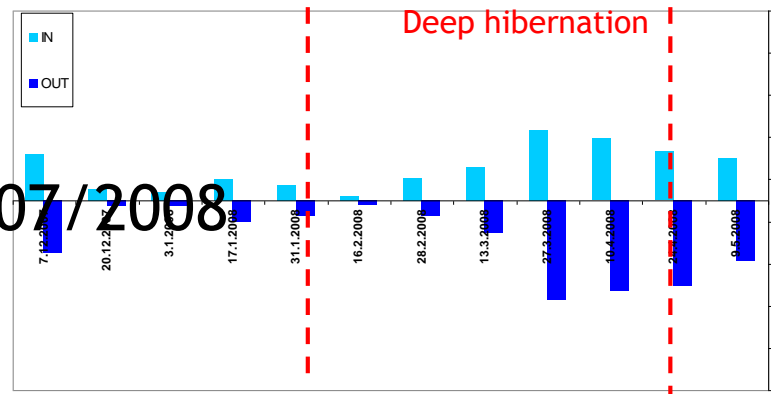
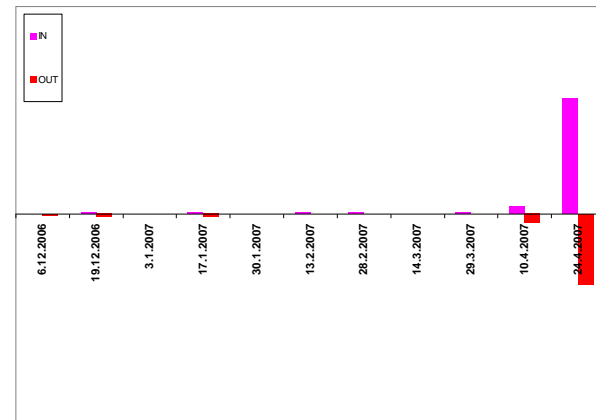
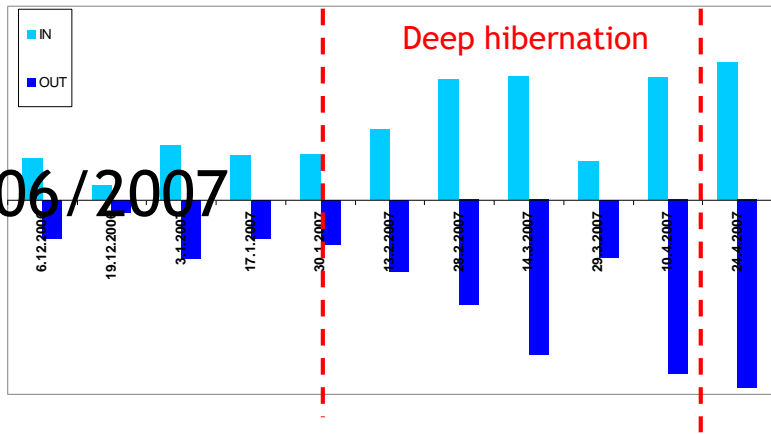
Period D: 29.7.-26.10.



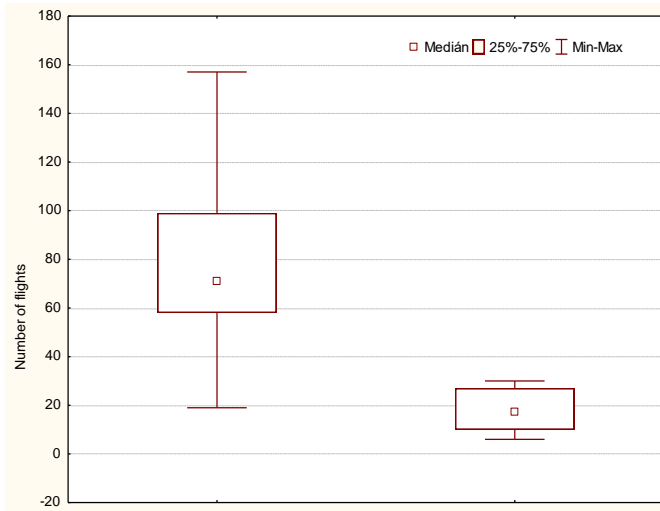
Večerní a ranní aktivita

Večerní aktivita

Ranní aktivita



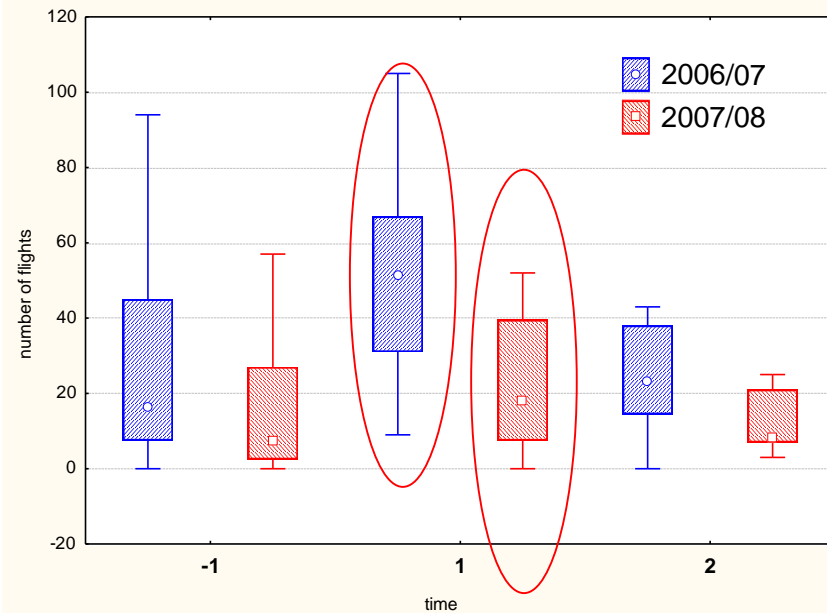
úroveň aktivity během hluboké hibernace



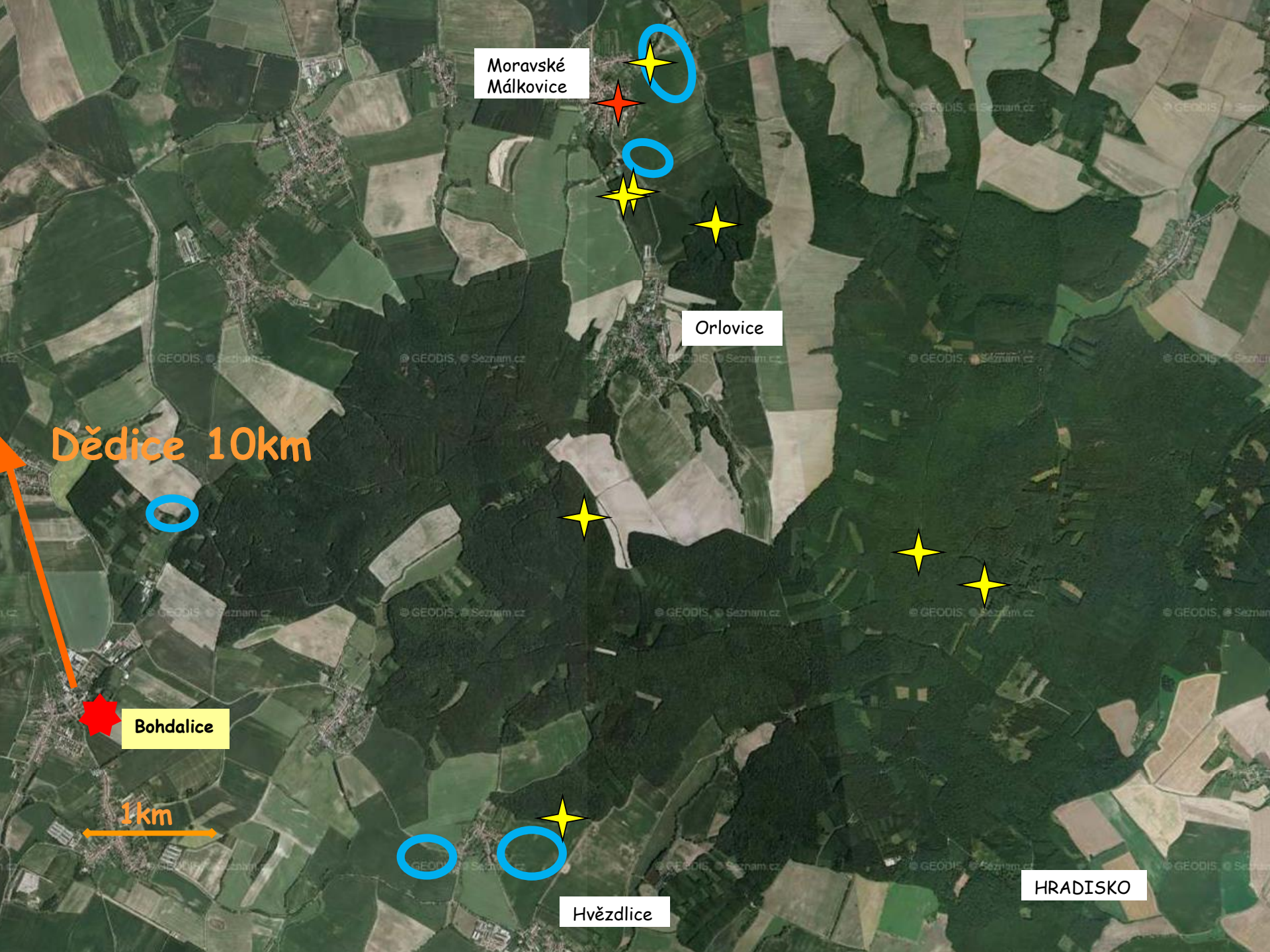
2006/07

2007/08

Medián aktivity kolem
západu slunce



LETOVÁ AKTIVITA



Moravské
Málkovice

Orlovice

Bohdalice

Hvězdlice

HRADISKO

Dědice 10km

1km



Bohdalice



Kozlany

HRADISKO



Hvězdlice

Chvalkovice

Nemochovice



Uhřice



Dobročkovice

Brankovice



Nesovice



Radslavice



Dědice



Vyško



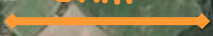
Drnovice



Křtiny 17,1 km

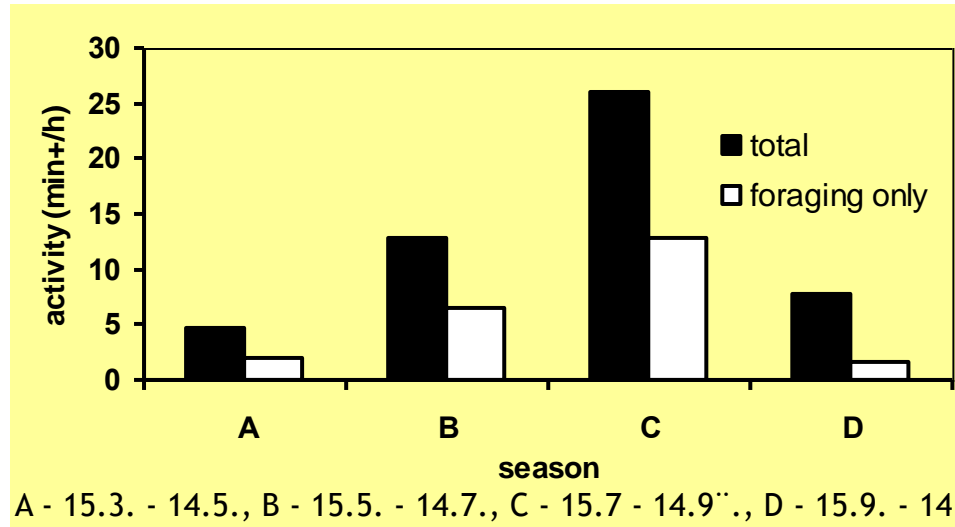


1km

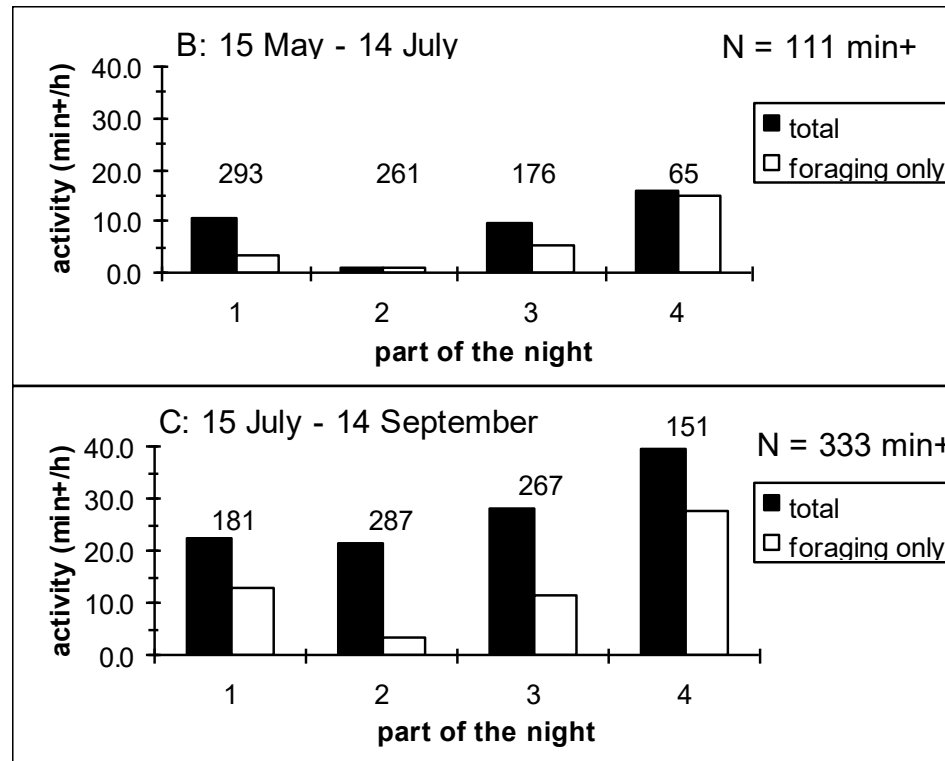


Letová aktivita - časové změny

A. Sezónní změny



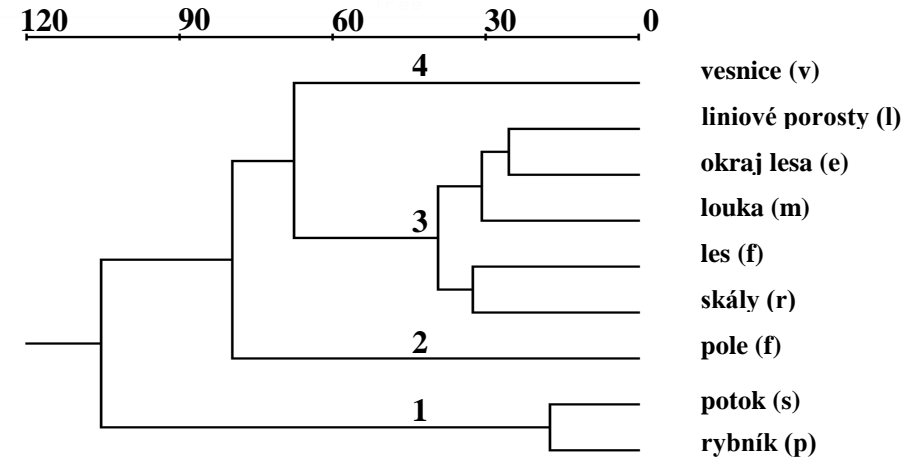
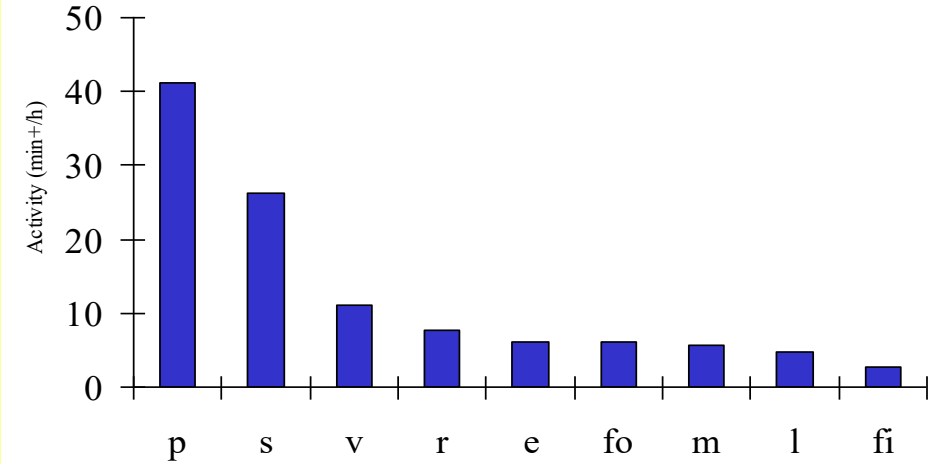
A. Noční změny



Letová aktivita - preference biotopů

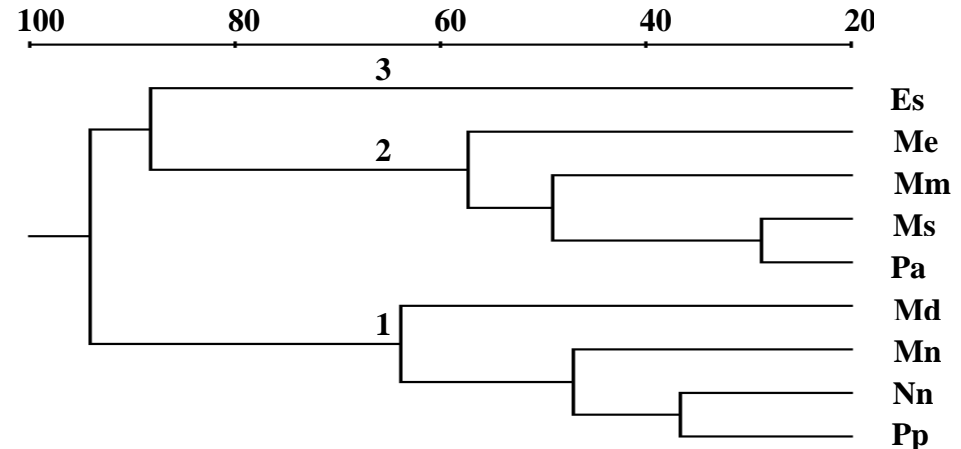
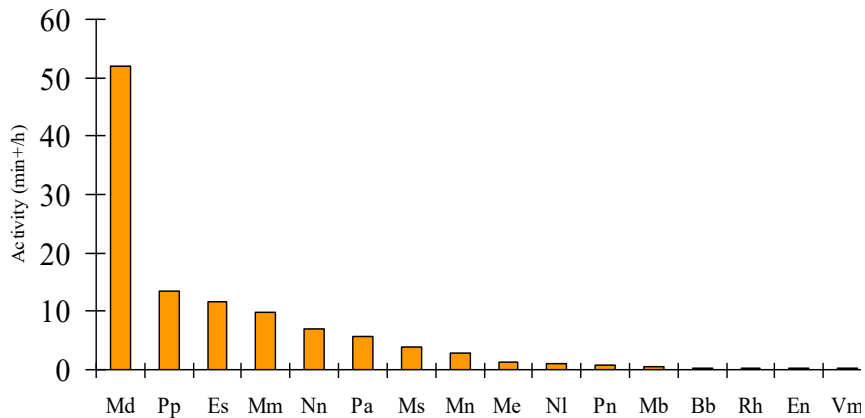
Celková intenzita letové aktivity netopýrů v 9 typech biotopů

biotopů



Celková intenzita letové aktivity jednotlivých druhů netopýrů

netopýrů



FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ AKTIVITU NETOPÝRŮ

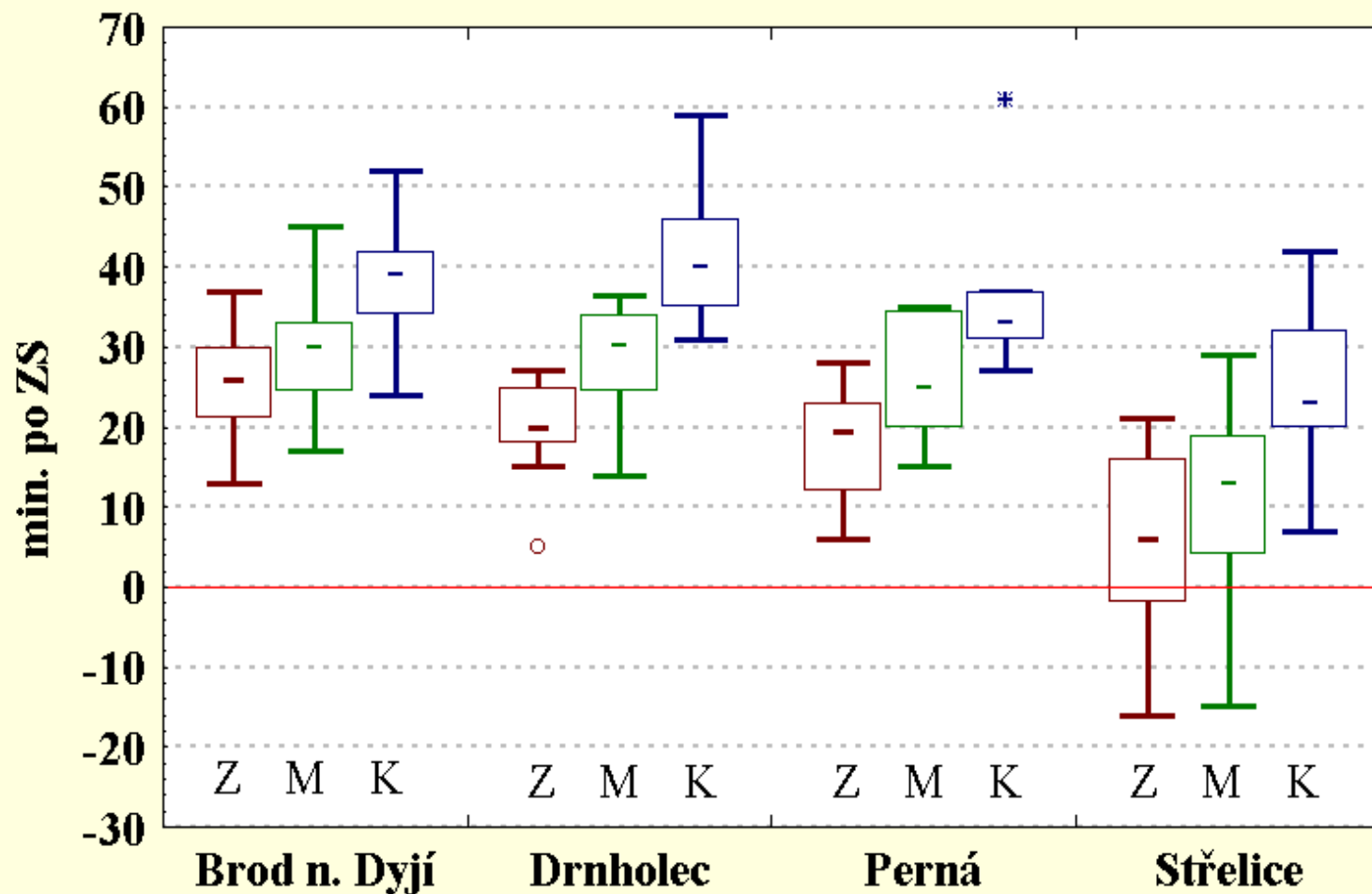
Klimatické faktory

- Velmi rozporuplné výsledky

Klimatická data

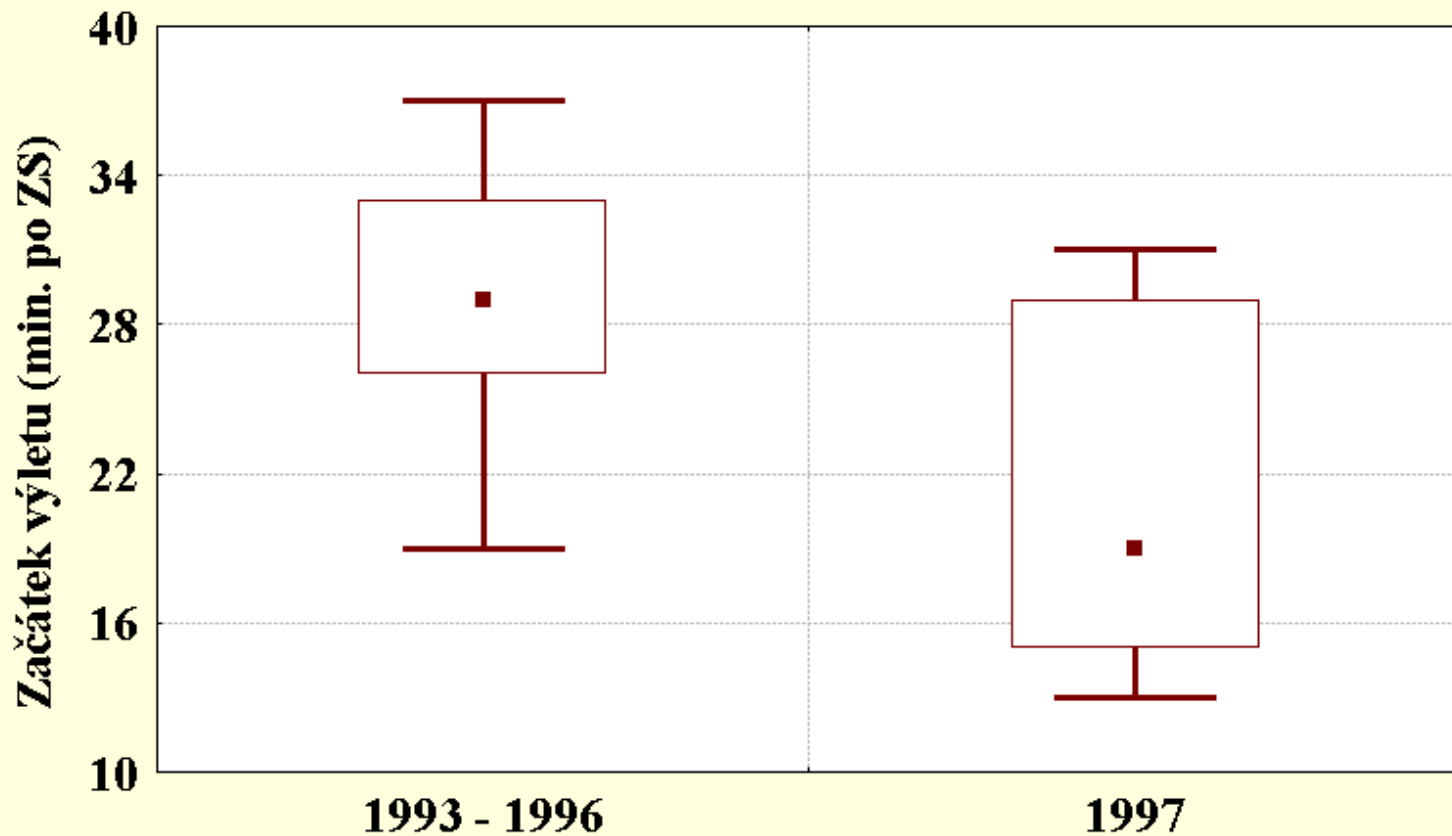
- teplota °C
- tlak <979; 999> hPa
- vlhkost <36; 97> %
- oblačnost <0; 10> index
- rychlost větru <0; 7> index

Velikost kolonie

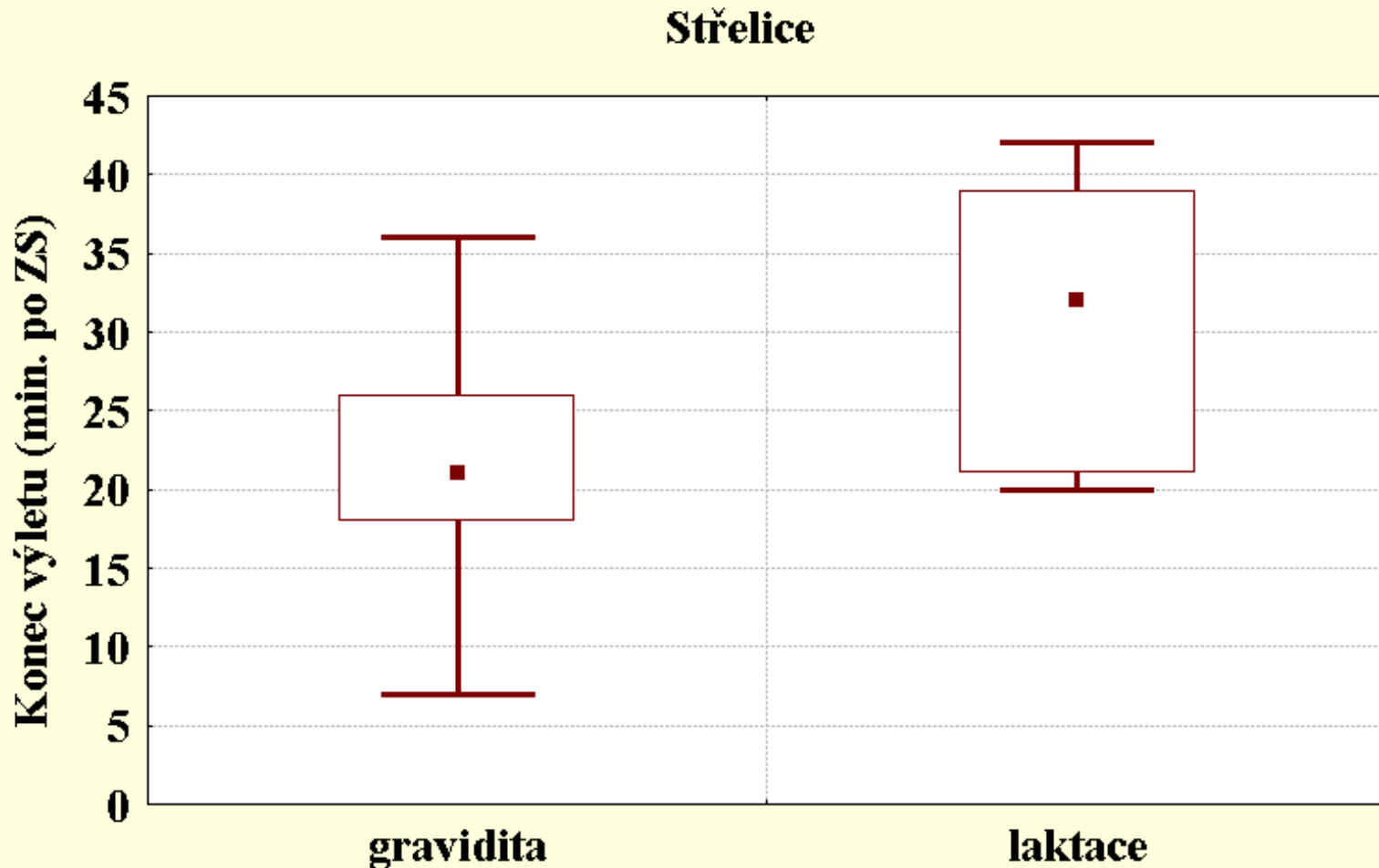


Reprodukční období

Brod nad Dyjí - laktace



Reprodukční období



Závěry

- počasí a velikost kolonie mají na výlet netopýrů jen malý vliv
- načasování výletu dáno situací z předchozí noci (špatné počasí = dříve)
- model výletu – ovlivněn více faktory

Netopýři a patogeny

Zoonoses

- nositelé patogenů
- bioindikační význam
- WNS



Zvířecí hostitelé

- pro člověka jsou nebezpečné infekce zejména od savců
 - hlodavci
 - kopytníci
 - primáti
 - šelmy
 - netopýři
- méně než 20% virů pochází od ptactva
- výjimečně od jiných obratlovců



infekční choroby u netopýrů

- lidský virus průušnic
- SARS
- MERS
- vzteklina
- Ebola
- Marburg
- NIPAH
- Hendra
- a řada



A distinct lineage of influenza A virus from bats

Suxiang Tong^{a,1}, Yan Li^a, Pierre Rivailler^b, Christina Conrardy^a, Danilo A. Alvarez Castillo^c, Li-Mei Chen^b, Sergio Recuenco^d, James A. Ellison^d, Charles T. Davis^b, Ian A. York^b, Amy S. Turmelle^d, David Moran^c, Shannon Rogers^a, Mang Shi^a, Ying Tao^a, Michael R. Weil^e, Kevin Tang^f, Lori A. Rowe^f, Scott Sammons^f, Xiyan Xu^b, Michael Frace^f, Kim A. Lindblade^g, Nancy J. Cox^b, Larry J. Anderson^a, Charles E. Rupprecht^{d,1}, and Ruben O. Donis^{b,1}

^aDivision of Viral Diseases, ^bInfluenza Division, ^cDivision of High Consequence Pathogens and Pathology, and ^dDivision of Scientific Resources, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA 30333; ^eEmory University, Atlanta, GA 30322; ^fCenter for Health Studies, Universidad del Valle de Guatemala, 01015, Guatemala City, Guatemala; and ^gInternational Emerging Infections Program, Centers for Disease Control and Prevention Regional Office for Central America and Panama, 01015, Guatemala City, Guatemala

Edited by Robert A. Lamb, Northwestern University, Evanston, IL, and approved January 17, 2012 (received for review October 7, 2011)

Host and viral ecology determine bat rabies seasonality and maintenance

Dylan B. George^{a,b,1}, Colleen T. Webb^a, Matthew L. Farnsworth^c, Thomas J. O'Shea^d, Richard A. Bower^e, David L. Smith^a, Thomas R. Stanley^a, Laura E. Ellison^a, and Charles E. Rupprecht^f

^aDepartment of Biology, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523; ^bTroperty International Center, National Institutes of Health, Bethesda, MD 20892; ^cDepartment of Biomedical Science, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523; ^dUS Geological Survey, Fort Collins Science Center, Fort Collins, CO 80526; ^eDepartment of Biology and Emerging Pathogens Institute, University of Florida, Gainesville, FL 32610; and ^fCenters for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA 30333

Edited by Burton H. Singer, University of Florida, Gainesville, FL, and approved May 4, 2011 (received for review August 3, 2010)

infekční choroby u netopýrů

- rozvíjí se rozsáhlý výzkum – potvrzen přenos na člověka

biology
letters
Pathogen biology

Biol. Lett. (2010) 6, 438–440
doi:10.1098/rsbl.2010.0267
Published online 28 April 2010

Meeting report

Emerging diseases in Chiroptera: why bats?

Gudrun Wibbelt¹, Marianne S. Moore²,
Tony Schountz³ and Christian C. Voigt^{1,*}

¹Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research, Alfred-Kowalke-Strasse 17, 10315 Berlin, Germany

²Department of Biology, Center for Ecology and Conservation Biology, Boston University, Boston, MA 02215, USA

³School of Biological Sciences, University of Northern Colorado, 501, 20th Street, Greeley, CO 80639, USA

*Author for correspondence (voigt@izw-berlin.de).

PHILOSOPHICAL
TRANSACTIONS
OF
THE ROYAL
SOCIETY



Phil. Trans. R. Soc. B (2012) 367, 2881–2892
doi:10.1098/rstb.2012.0228

Research

A framework for the study of zoonotic disease emergence and its drivers: spillover of bat pathogens as a case study

James L. N. Wood^{1,*}, Melissa Leach², Linda Waldman²,
Hayley MacGregor², Anthony R. Fooks³, Kate E. Jones^{4,1}, Olivier Restif⁶,
Dina Dechmann⁵, David T. S. Hayman^{1,3,4,5}, Kate S. Baker^{1,4},
Alison J. Peel^{1,4}, Alexandra O. Kamins^{1,4}, Jakob Fahr^{5,7}, Yaa Ntiamoah-Baidu^{8,12}, Richard Suu-Ire^{9,12}, Robert F. Breiman¹⁰, Jonathan H. Epstein¹¹, Hume E. Field¹³ and Andrew A. Cunningham⁴

¹Disease Dynamics Unit, University of Cambridge, Madingley Road, Cambridge CB3 0ES, UK

²STEPS Centre, Institute for Development Studies, University of Sussex, Brighton BN1 9RE, UK

³Animal Health and Veterinary Laboratories Agency, New Haw, Weybridge, Surrey KT15 3NB, UK

⁴Institute of Zoology, Zoological Society of London, Regent's Park, London NW1 4RS, UK

⁵Max Planck Institute for Ornithology, Vogelwarte Radolfzell, Schloßallee 2, 78315 Radolfzell, Germany

⁶Department of Biology, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523, USA

⁷Division of Evolutionary Biology, Zoological Institute, University of Braunschweig, Braunschweig, Germany

⁸Centre for African Wetlands, University of Ghana, PO Box LG 67, Legon, Accra, Ghana

⁹Wildlife Division of the Forestry Commission, Accra, Ghana

¹⁰US Centers for Disease Control and Prevention—Kenya Office, Nairobi, Kenya

¹¹EcoHealth Alliance, New York, NY, USA

¹²Department of Animal Biology and Conservation Science, University of Ghana, Legon, Accra, Ghana

¹³Queensland Centre for Emerging Infectious Diseases, Biosecurity Queensland, Department of Agriculture, Fisheries & Forestry, Health and Food Science Precinct, Block 10, 39 Kewick Road, Groppan Plains, Queensland 4108, PO Box 156, Archerfield, Australia

Virus hepatitidy c

- neočekávaná diverzita hepaticvirů u netopýrů z Jižní Ameriky a Afriky
- doposud neznámý nívod hepaticvirů

Bats are a major natural reservoir for hepaticviruses and pegiviruses

Phenix-Lan Quan^{a,1}, Cadhia Firth^a, Juliette M. Conte^a, Simon H. Williams^a, Carlos M. Zambrana-Torrel^b, Simon J. Anthony^{a,2}, James A. Ellison^c, Amy T. Gilbert^c, Ivan V. Kuzmin^{d,2}, Michael Niezgod^e, Modupe O. V. Osinubi^f, Sergio Recuenco^g, Wanda Markotter^h, Robert F. Breiman^a, Lems Kalembaⁱ, Jean Malekani^j, Kim A. Lindblade^a, Melinda K. Rostal^b, Rafael Ojeda-Flores^b, Gerardo Suzan^b, Lora B. Davis^j, Dianna M. Blau^j, Albert B. Ogunkoya^k, Danilo A. Alvarez Castillo^l, David Moran^l, Sali Ngam^m, Dudu Akaikeⁿ, Bernard Agwanda^o, Thomas Briese^a, Jonathan H. Epstein^b, Peter Daszak^b, Charles E. Rupprecht^{a,2}, Edward C. Holmes^a, and W. Ian Lipkin^a

^aCenter for Infection and Immunity, Mailman School of Public Health, Columbia University, New York, NY 10032; ^bScottish Alliance, New York, NY 10001; ^cPoxvirus and Rabies Branch, Division of High-Consequence Pathogens and Pathology, National Center for Emerging Zoonotic Infectious Diseases, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA 30333; ^dDepartment of Microbiology and Plant Pathology, University of Pretoria, Pretoria 0002, South Africa; ^eCenters for Disease Control and Prevention (in Kenya, Nairobi), Kenya; ^fUniversity of Kinshasa, Kinshasa 11, Democratic Republic of the Congo; ^gCenters for Disease Control and Prevention Guatemala, 01015, Guatemala City, Guatemala; ^hFacultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 México D. F., Mexico; ⁱCenters for Disease Control and Prevention Nigeria, Abuja, Nigeria; ^jInfectious Diseases Pathology Branch, Division of High-Consequence Pathogens and Pathology, National Center for Emerging Zoonotic Infectious Diseases, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA 30333; ^kDepartment of Veterinary Medicine, Ahmadu Bello University, Zaria, Kaduna State, Nigeria; ^lCenter for Health Studies, Universidad del Valle de Guatemala, 01015, Guatemala City, Guatemala; ^mLaboratoire National Microbiologie, B.P. 5001 Cote d'Ivoire, Cote d'Ivoire; ⁿCentre de Surveillance de la Biodiversité, Université de Kinshasa, B.P. 2012 Kinshasa, Democratic Republic of the Congo; ^oMammalogy Section, National Museums of Kenya, 00100 Nairobi, Kenya; ^pSydney Emerging Infections and Biosecurity Institute, School of Biological Sciences and Sydney Medical School, University of Sydney, Sydney, NSW 2006, Australia

Edited by Harvey Alter, National Institutes of Health, Bethesda, MD, and approved March 25, 2013 (received for review February 19, 2013)

netopýři jako hostitelé

Parametr

Aktivní let

Sociální vazby

Synantropie

Význam pro EID

Šíření patogenu

Šíření patogenu

Kontakt s lidmi

netopýři jako hostitelé

Parametr

Vysoká diverzita

Hibernace

Součást kulturních
obřadů

Význam pro EID

Variabilita patogenu

Snížení imunity

Přenos patogenu

SYNDROM BÍLÉHO NOSU

2006 v USA

Myotis lucifugus

atypické chování



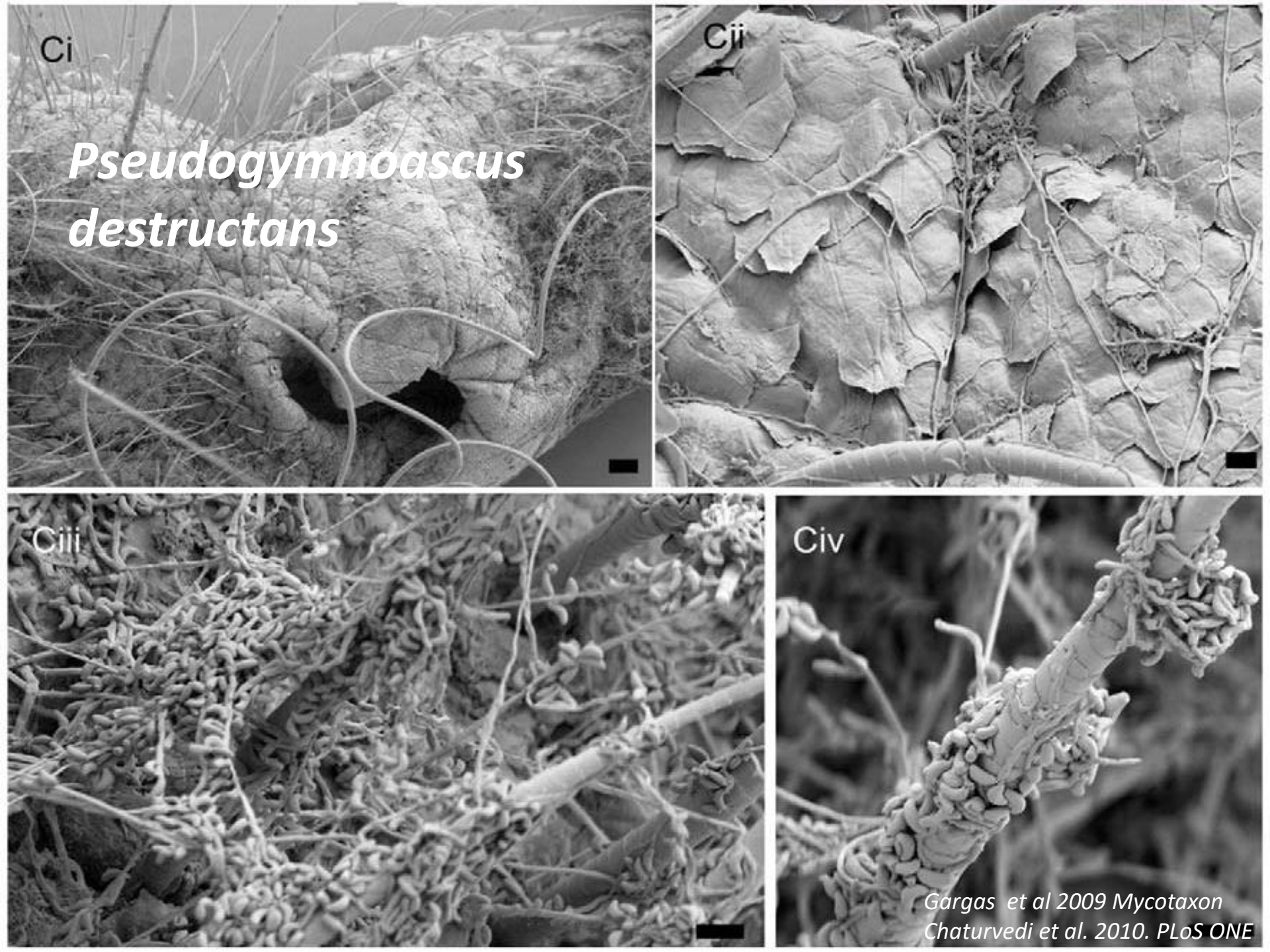
Ci

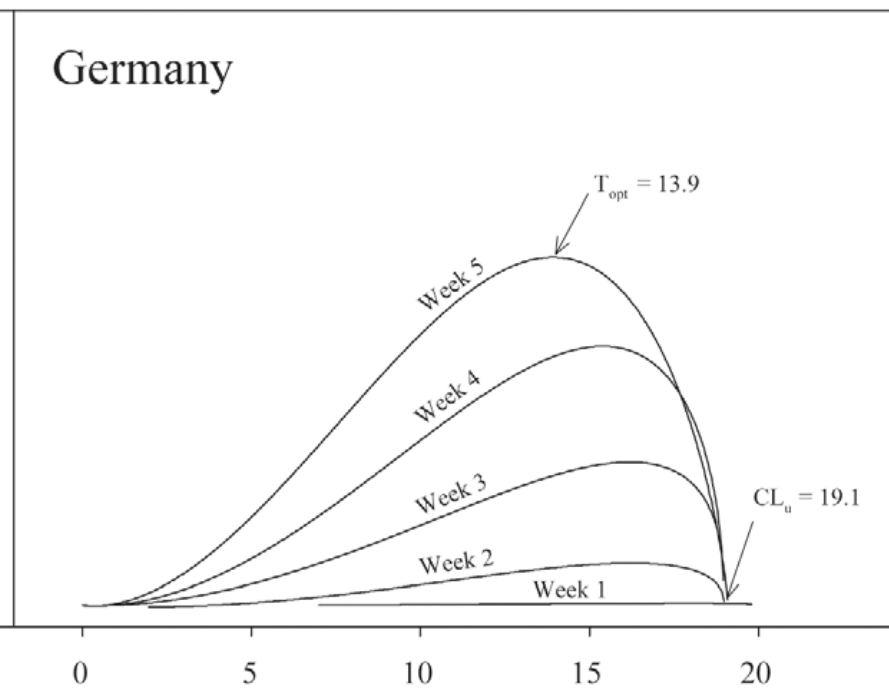
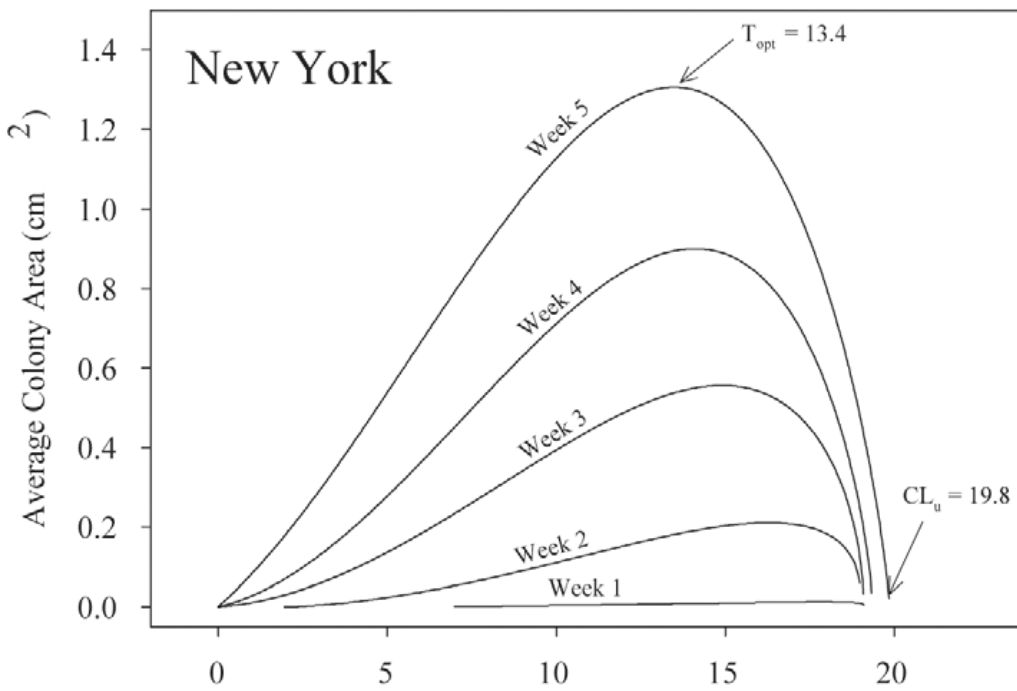
*Pseudogymnoascus
destructans*

Cii

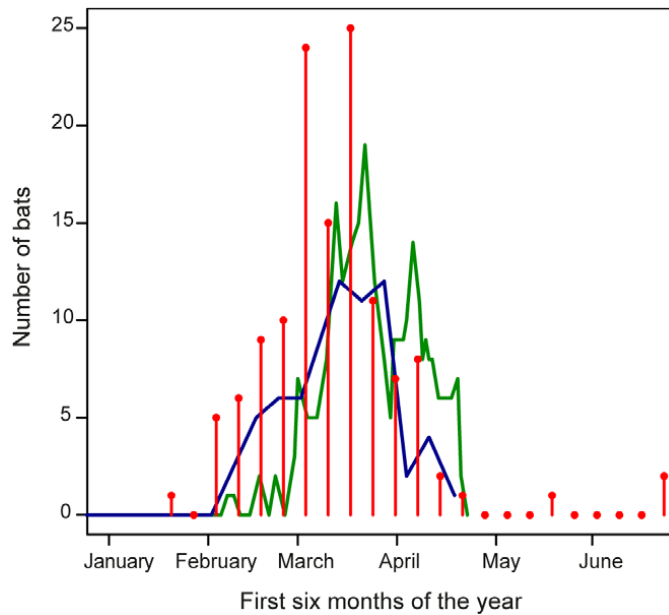
Ciii

Civ





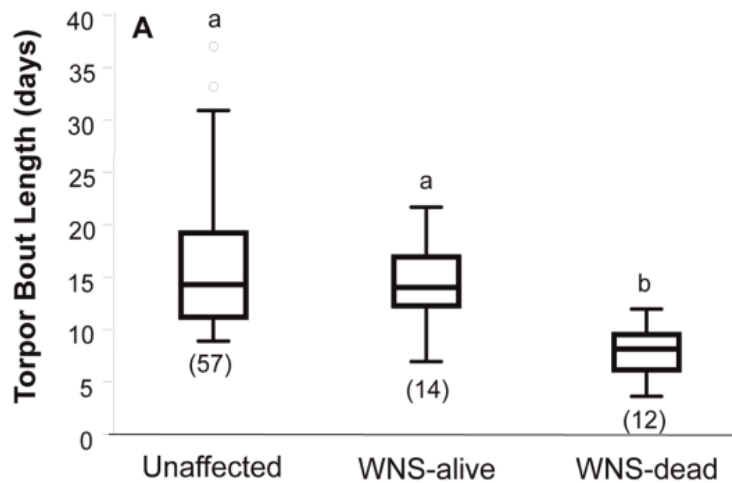
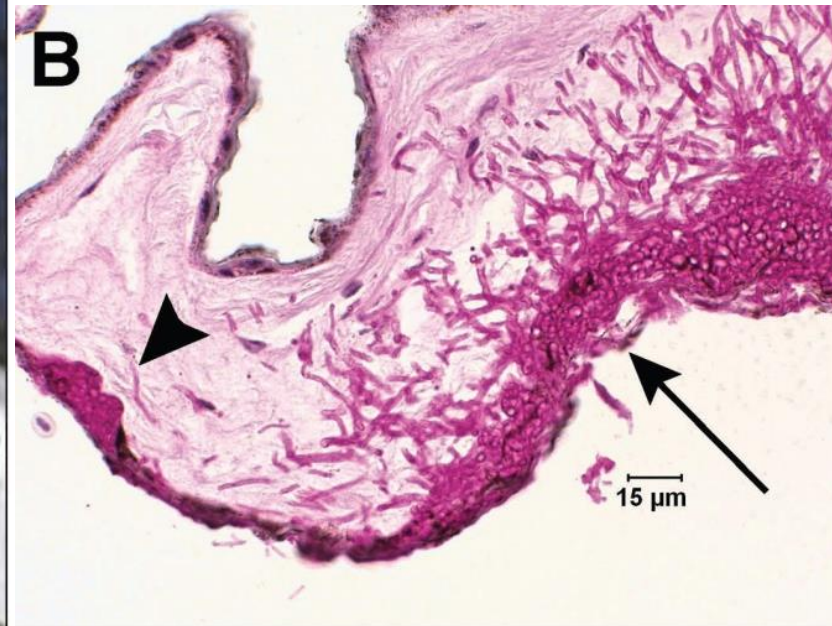
Temperature (°C)



**pomalu
rostoucí
plíseň**



Puechmaille et al. 2011. PLoS ONE
Verant et al. 2012 PLoS ONE



**rozvoj charakteristických
kožních změn
poškození létací blány
narušuje homeostázu**

Syndrom bílého nosu



přítomnost patogenu

histopatologický náleze

atypické chování spojené s masovým úhynem

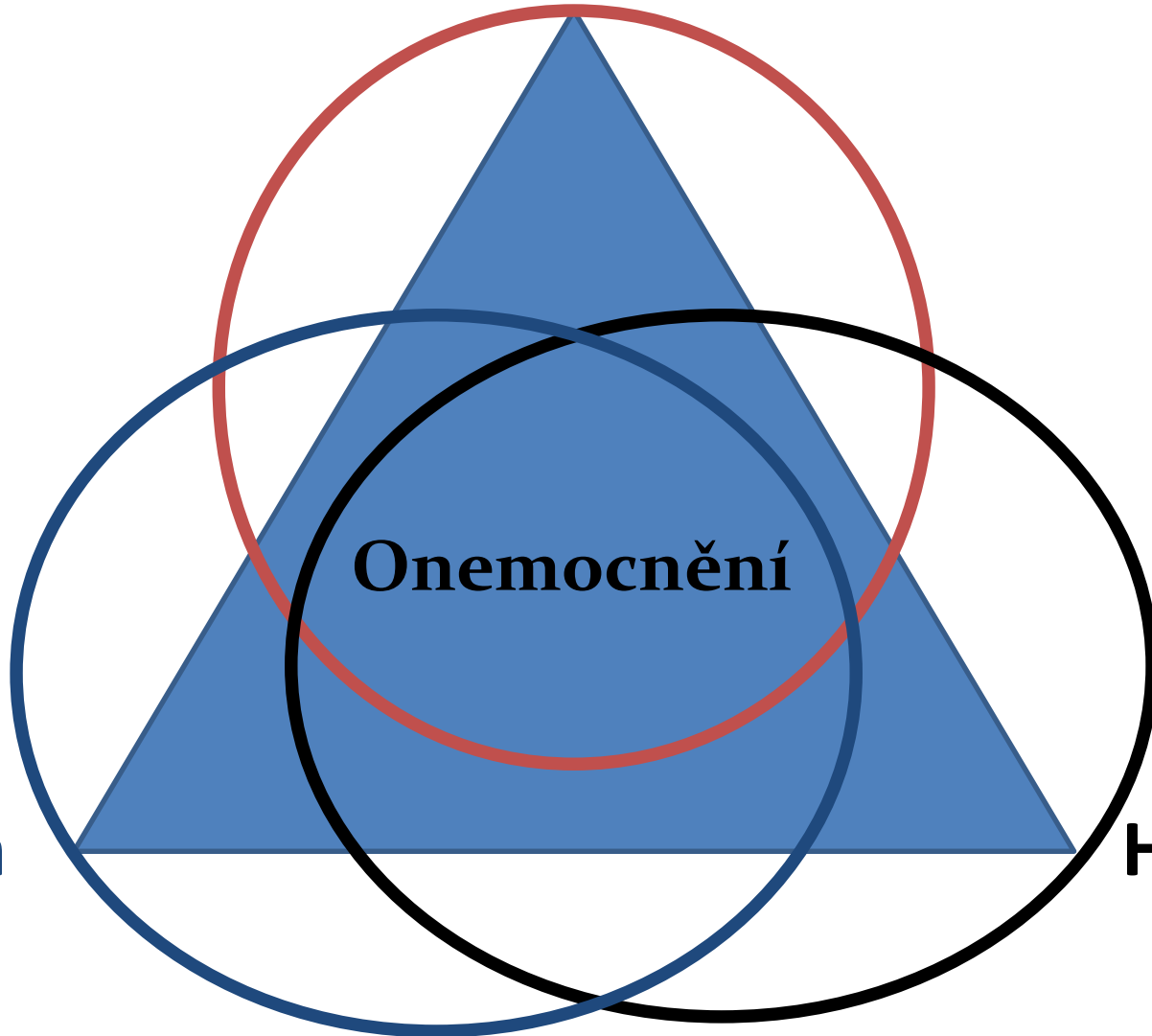
**Epidemiologická
triáda**

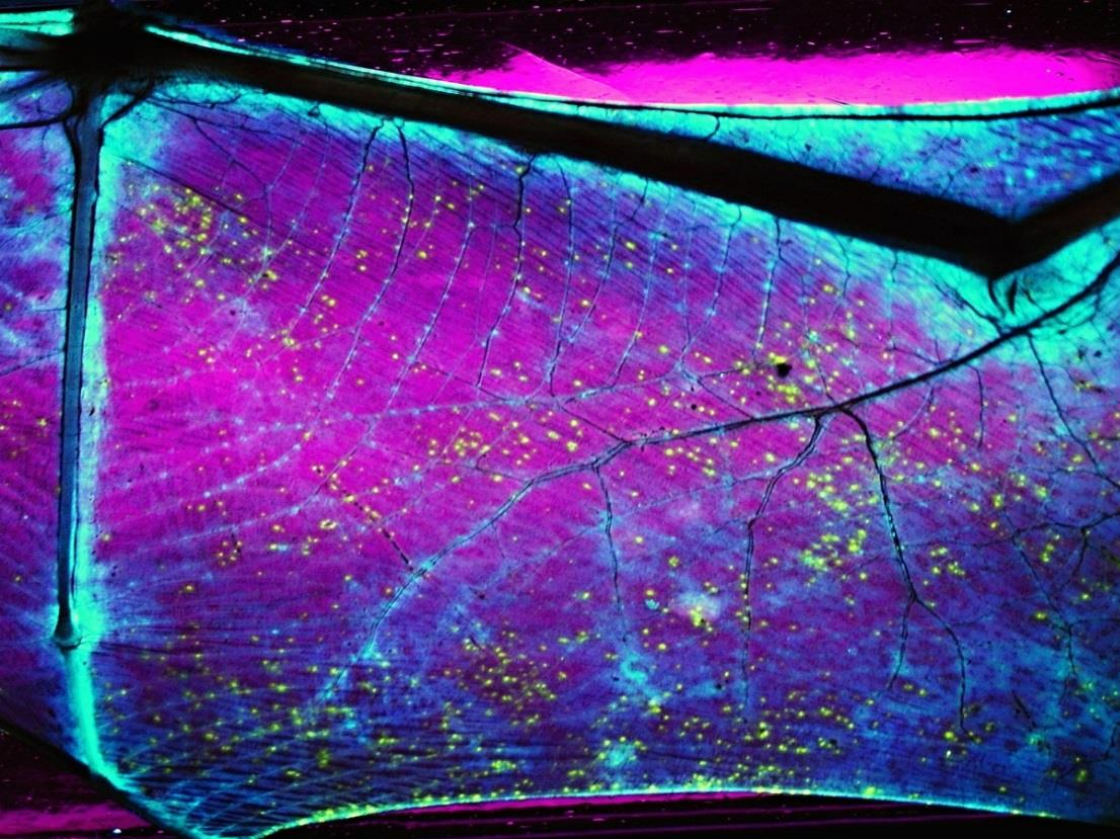
Prostředí

Onemocnění

Patogen

Hostitel



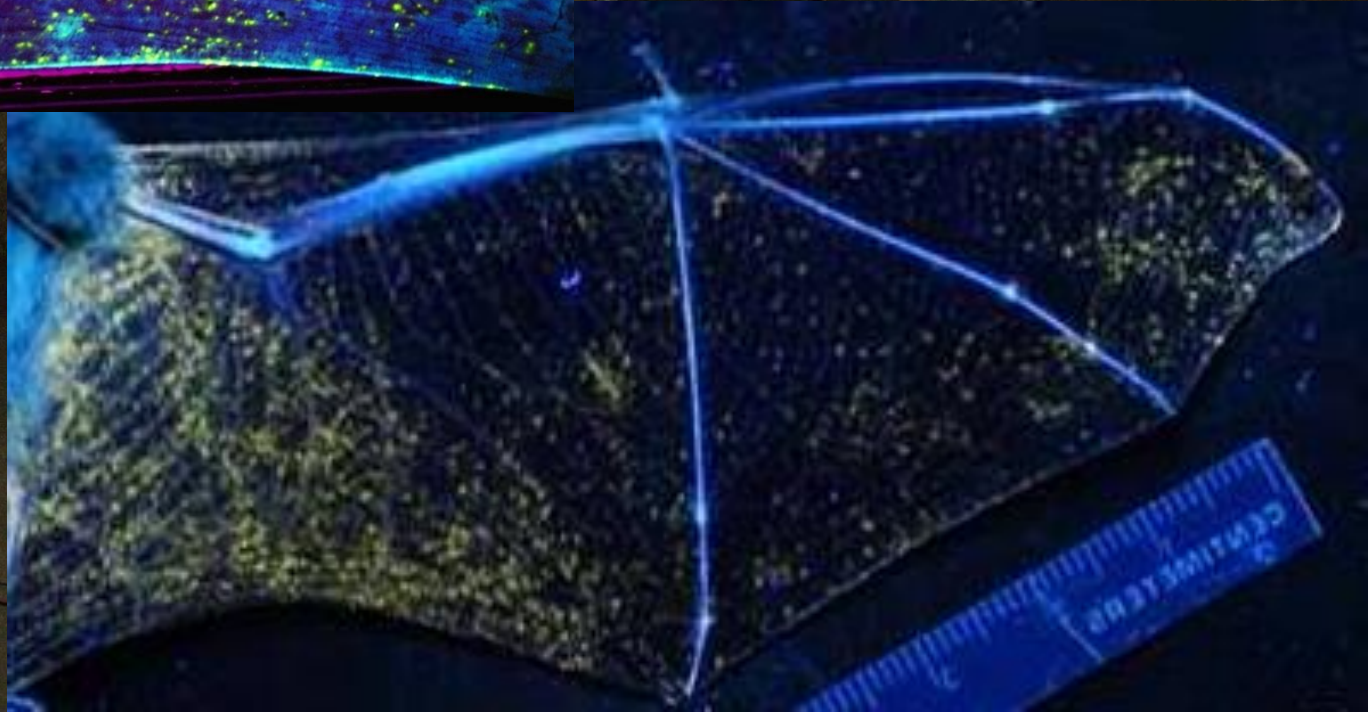


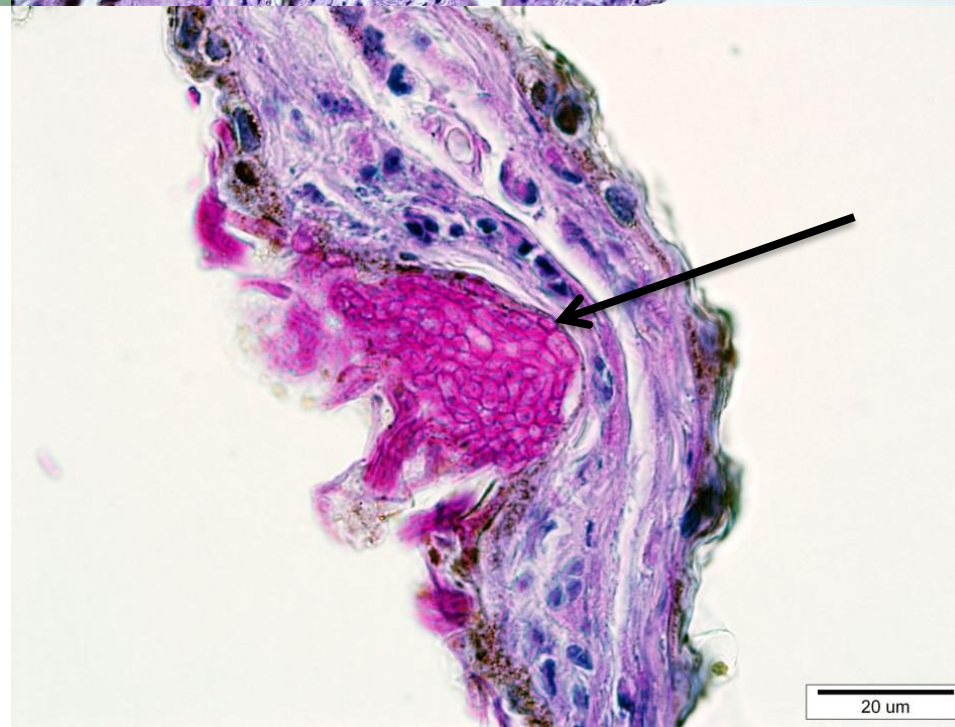
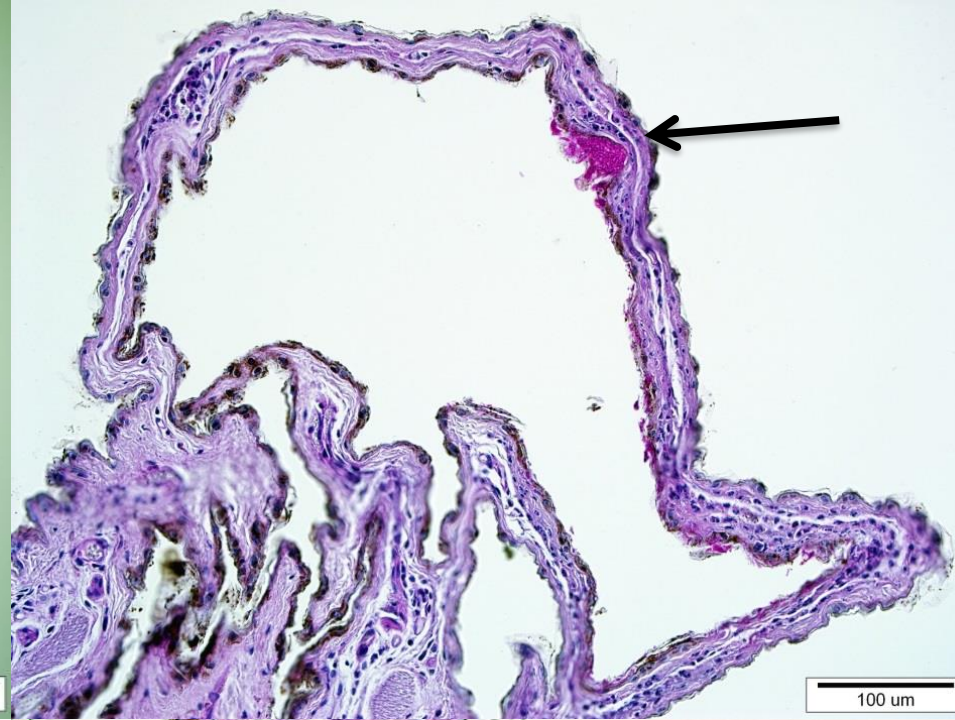
UV diagnostika



Myotis myotis

Perimyotis subflavus



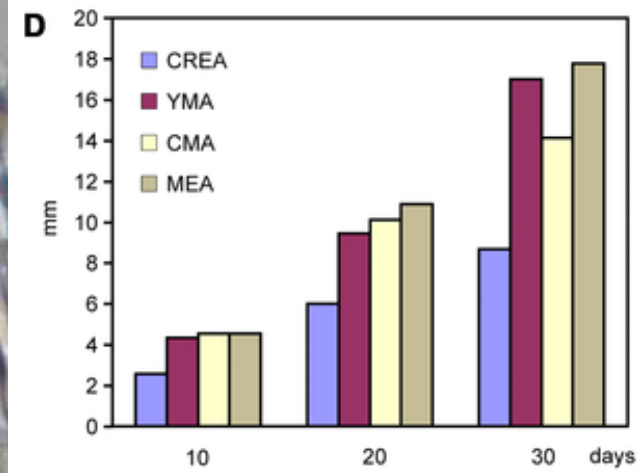
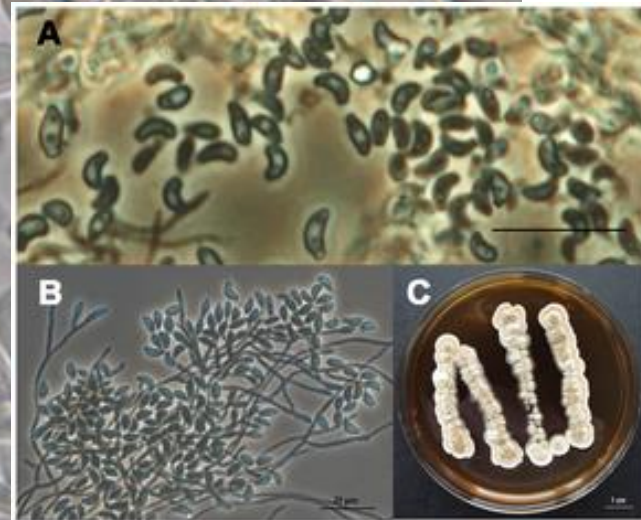


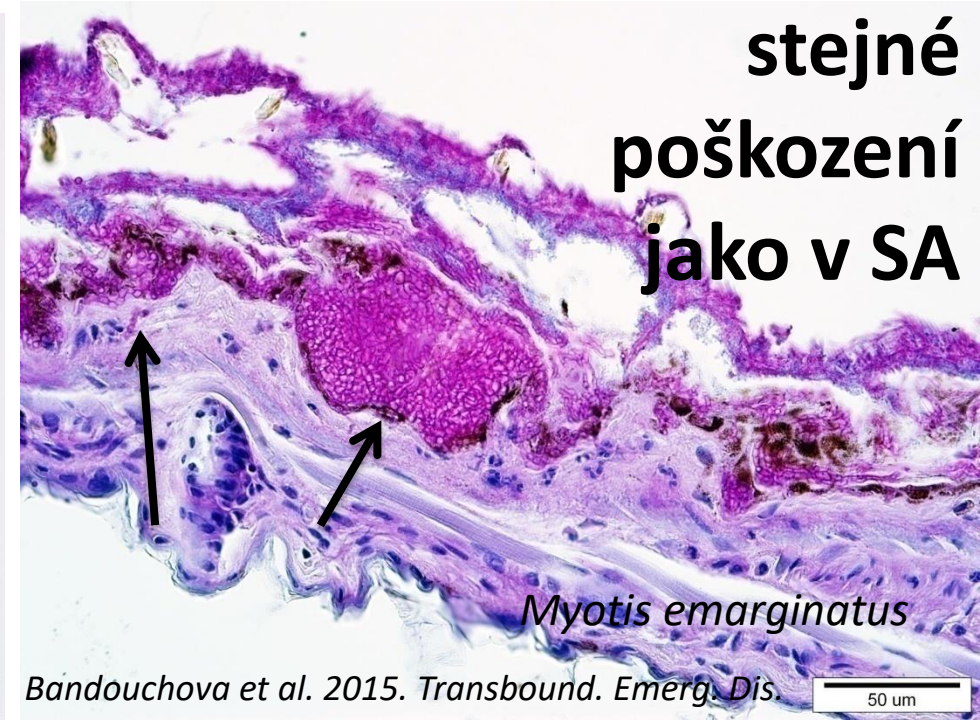
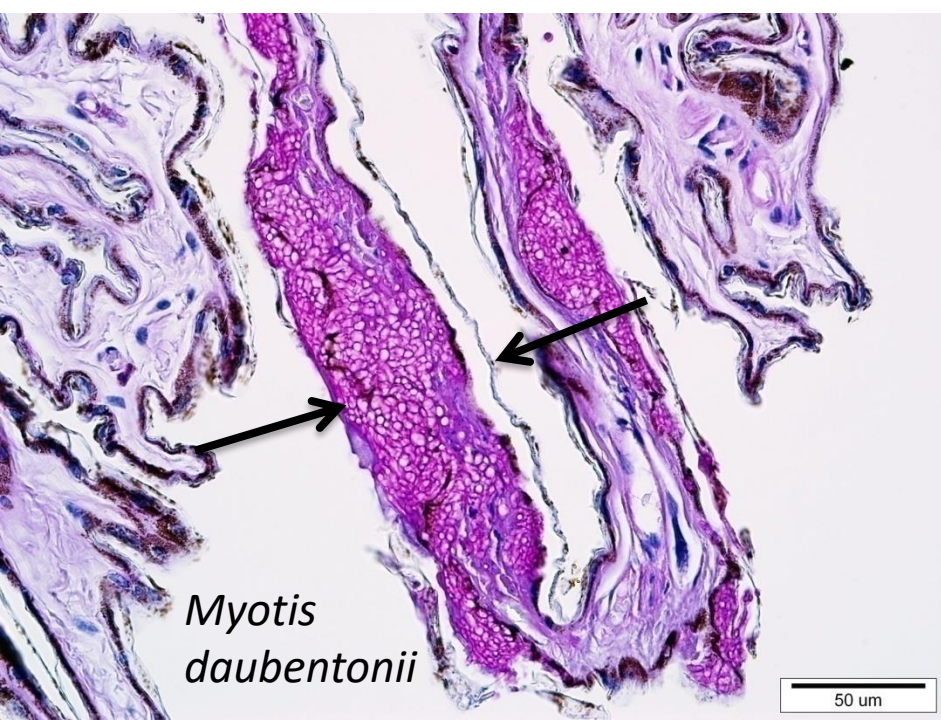
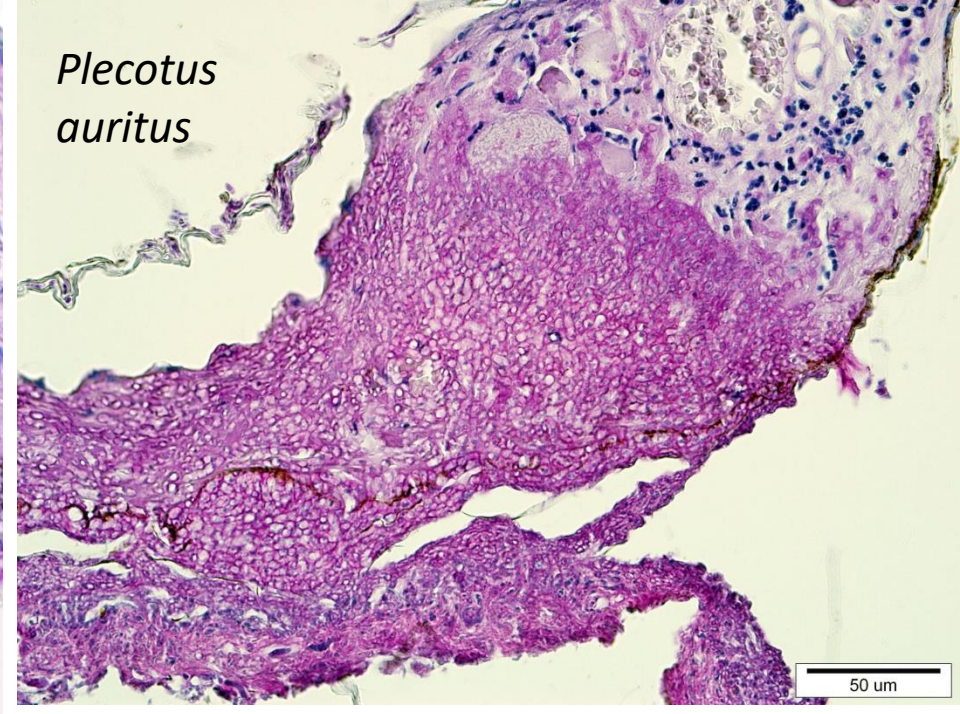
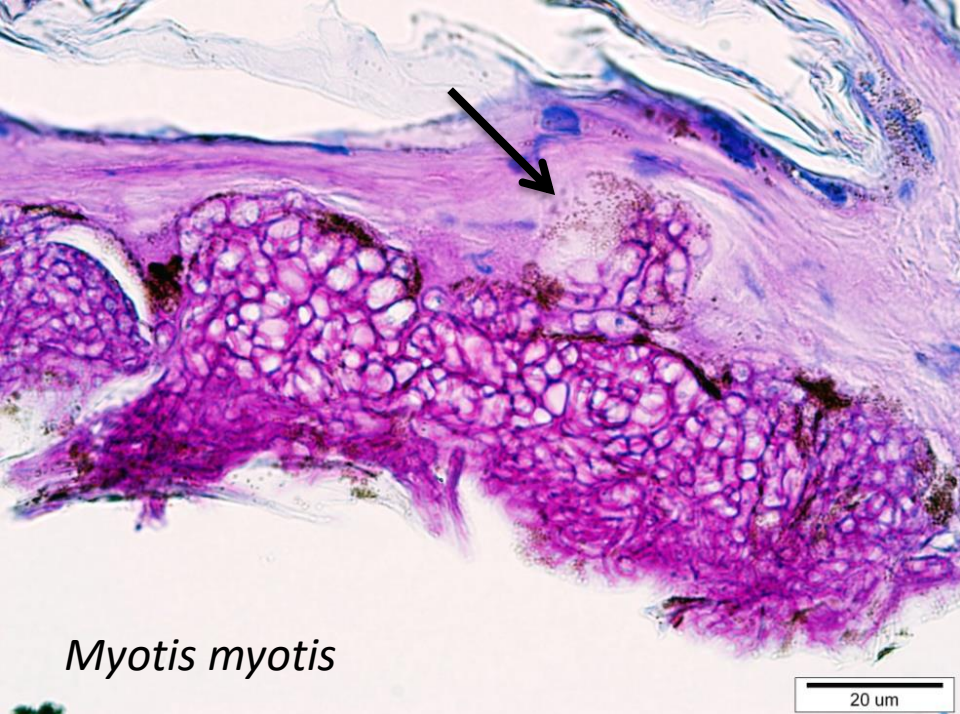
UV diagnostika

detekovatelná velikost lézí je
20 – 40 μm (průměr)

cílená biopsie o průměru 3mm

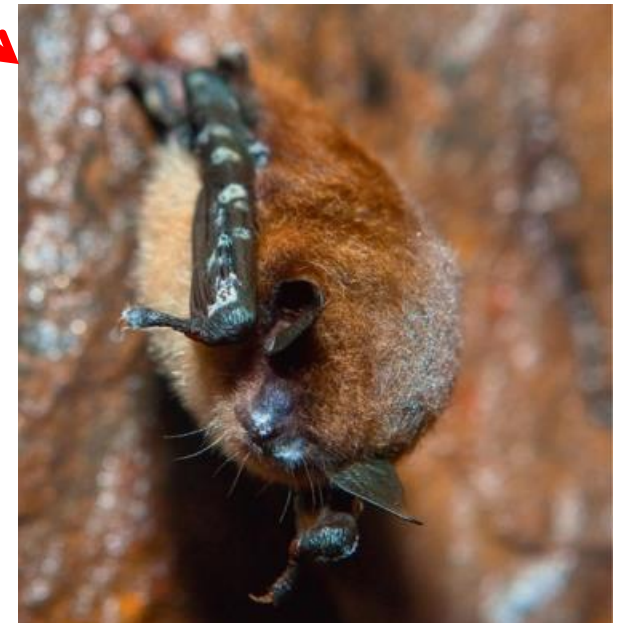
patogen je stejný
jako v SA

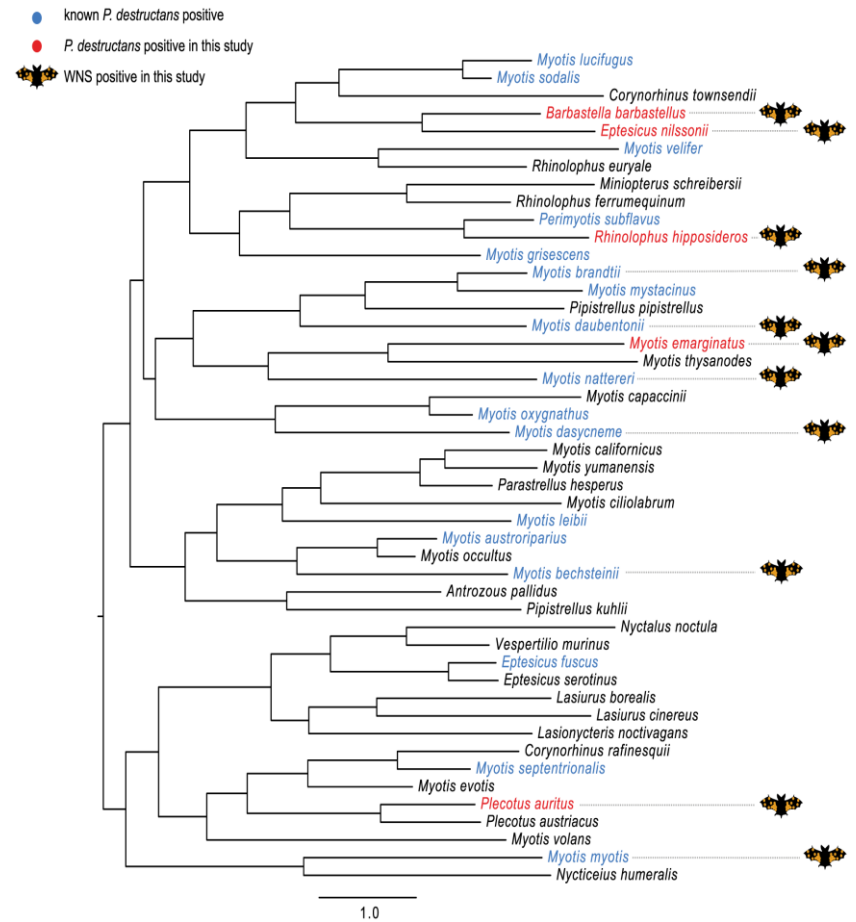
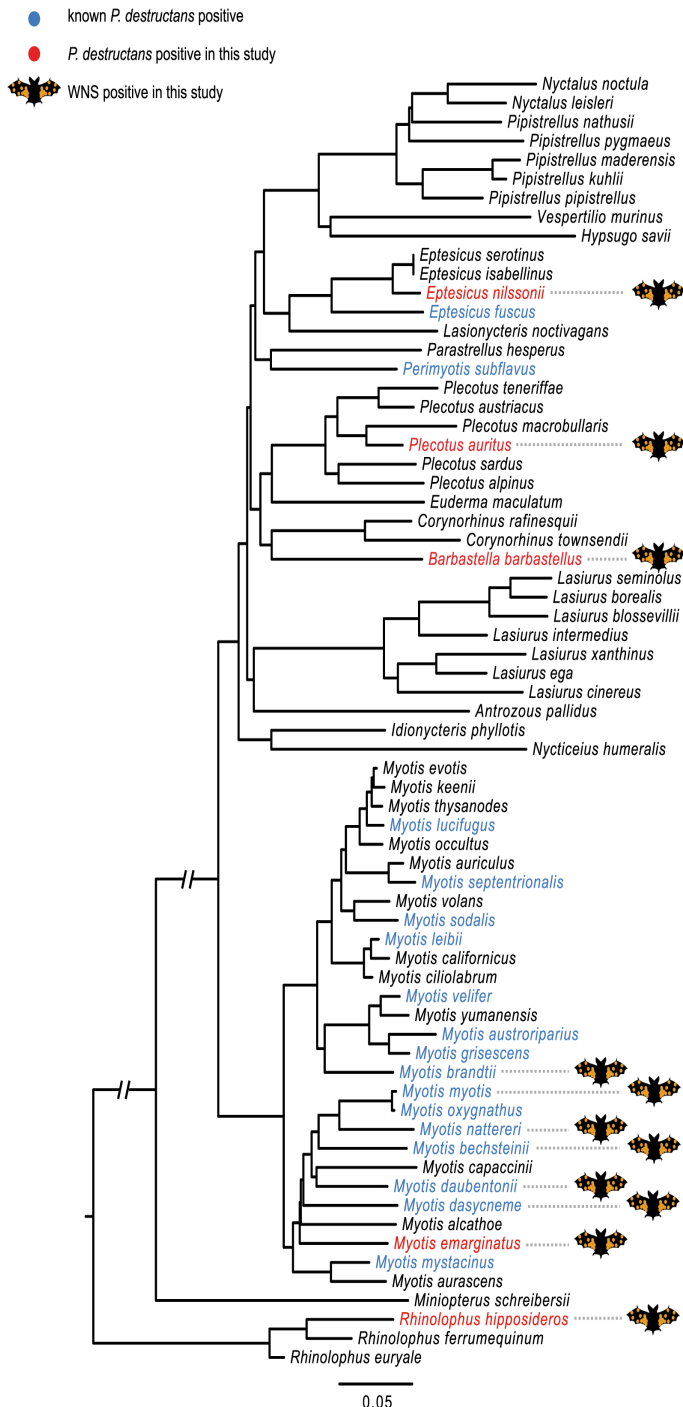




WNS pozitivní druhy

Myotis myotis	Myotis austrioparius
M. oxygnathus (M. blythii)	M. grisescens
M. brandtii	M. leibii
M. daubentonii	M. lucifugus
M. dasycneme	M. septentrionalis
M. mystacinus	M. sodalis
M. nattereri	M. velifer
M. bechsteinii	Eptesicus fuscus
M. emarginatus	Perimyotis subflavus
Eptesicus nilssonii	
Rhinolophus hipposideros	
Plecotus auritus	
Barbastella barbastellus	





Predikce druhů, které mohou být WNS pozitivní

- Corynorhinus townsendii*
- Lasiurus cinereus*
- Plecotus austriacus*
- Rhinolophus ferrumequinum*
- Miniopterus schreibersii*





Myotis myotis



Rhinolophus hipposideros

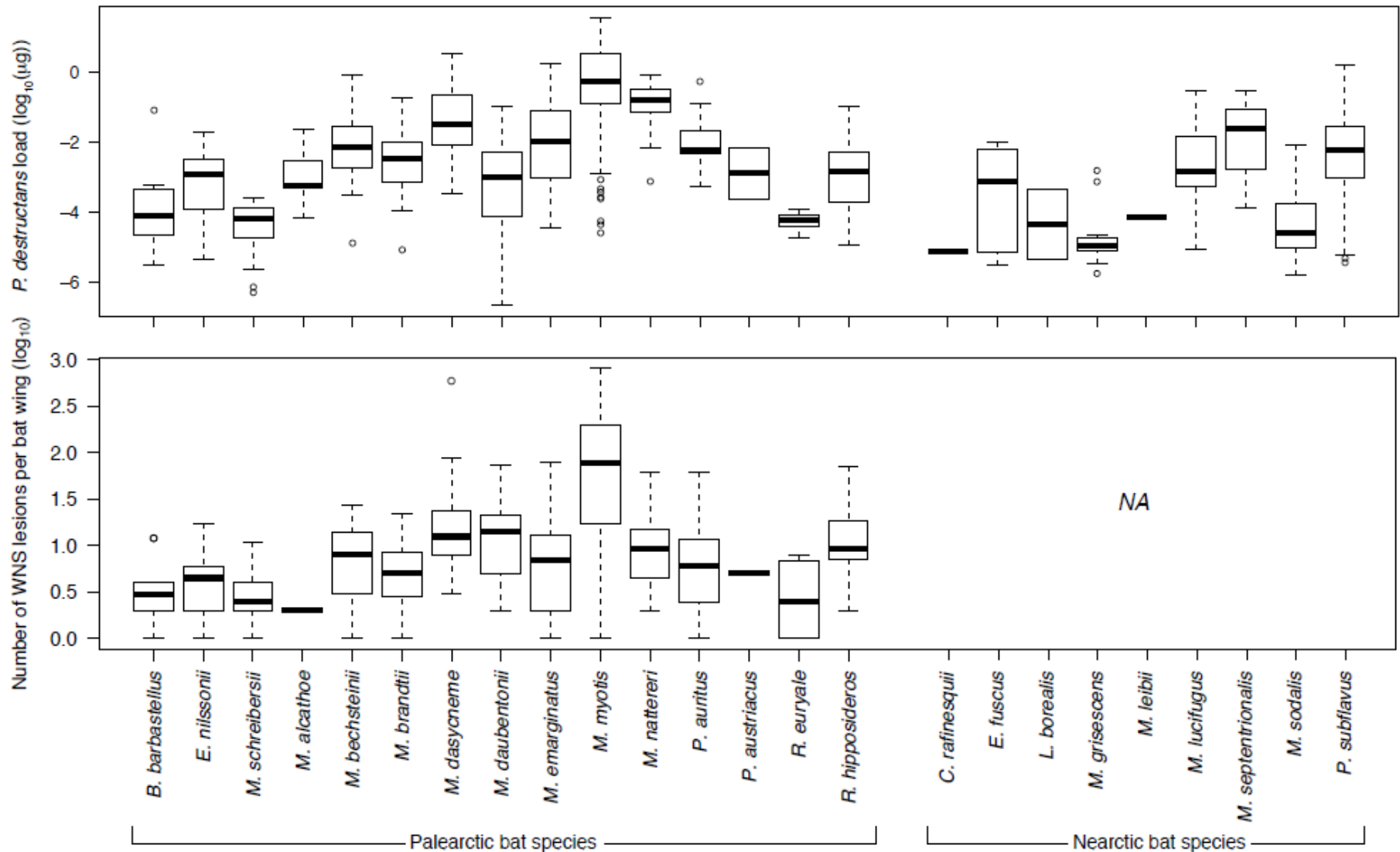
druhová variabilita v prevalenci onemocnění

Species	Screened	Biopsied	Histo+	WNS prevalence (%)	St. error
<i>Myotis myotis</i> ^a	67	56	37	55.22	6.08
<i>Myotis daubentonii</i> ^b	25	13	4	16.00	5.76
<i>Myotis bechsteini</i> ^b	21	7	2	9.52	6.78
<i>Myotis nattereri</i> ^b	20	8	3	15.00	7.10
<i>Myotis brandtii</i> ^b	17	1	1	5.88	8.23
<i>Myotis alcathoe</i> ^b	8	7	0	0	15.94
<i>Myotis emarginatus</i> ^b	39	7	5	12.82	5.35
<i>Rhinolophus hipposideros</i> ^b	28	5	1	3.57	5.18
<i>Eptesicus nilssonii</i> ^b	4	1	1	25.00	26.89
<i>Plecotus auritus</i> ^c	23	11	5	21.73	8.60
<i>Barbastella barbastellus</i> ^c	17	3	3	17.64	8.24
<i>Plecotus austriacus</i>	3	1	0	0	32.22
<i>Eptesicus serotinus</i>	2	1	0	0	39.61
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1	1	0	0	48.47
<i>Myotis dasycneme</i> ^b	1	1	1	100	48.47
Total	276	123	63	22.82	2.53

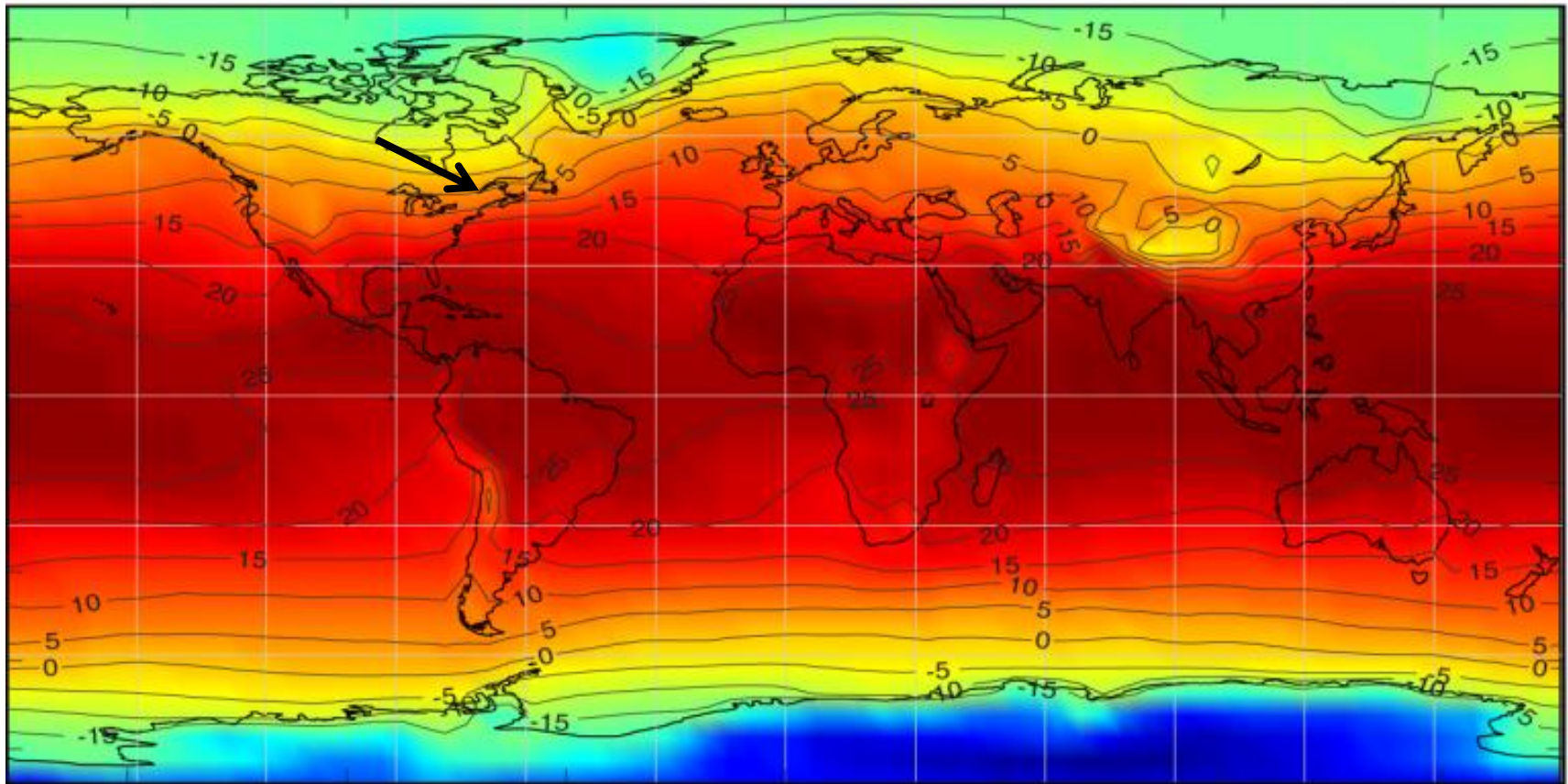
^a = species reported positive for WNS fungus prior to 2012, ^b = species recognised as positive in 2012, ^c = bat species recognised as positive in 2013. Screened = numbers of bats captured and examined using UV light trans-illumination to detect WNS lesions, biopsied = numbers of bats biopsied due to WNS-suspected skin lesions viewed under UV light, histo+ = specimens positive for WNS diagnostic features under histopathological examination (i.e. cupping erosions and fungal invasion of dermis), WNS prevalence = percentage of bats positive on histopathology out of the total number screened.

doi:10.1371/journal.pone.0097224.t001

druhová variabilita v prevalenci onemocnění



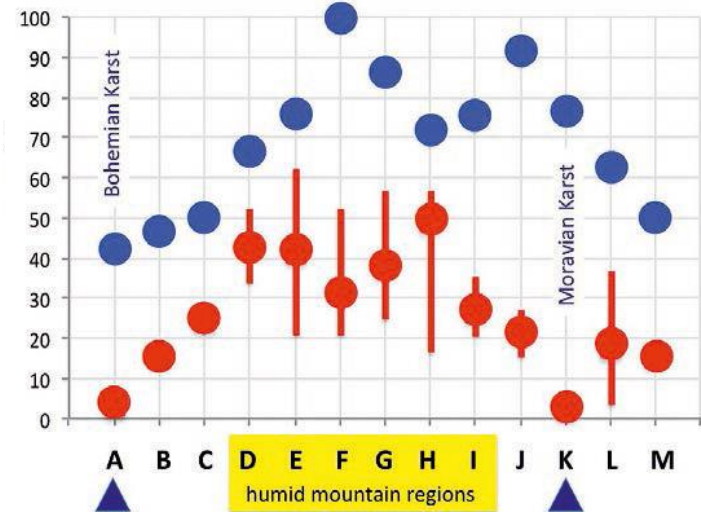
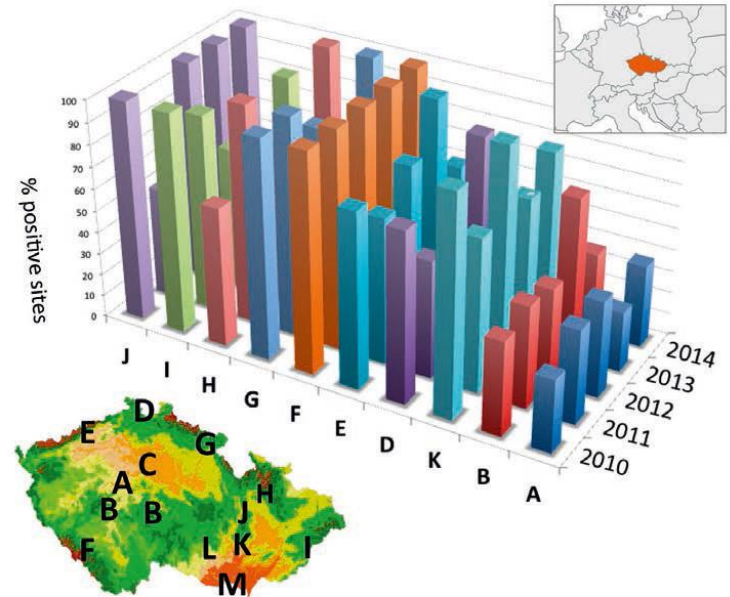
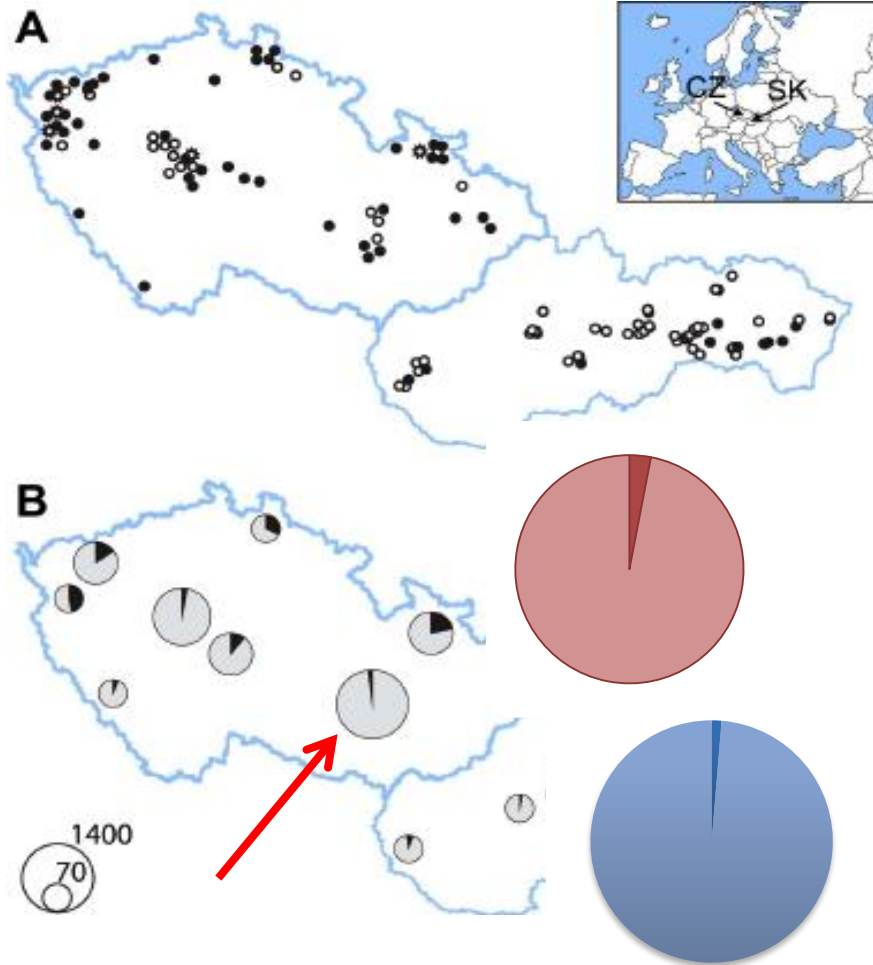
Global Mean Annual Temperature for 1961-1990



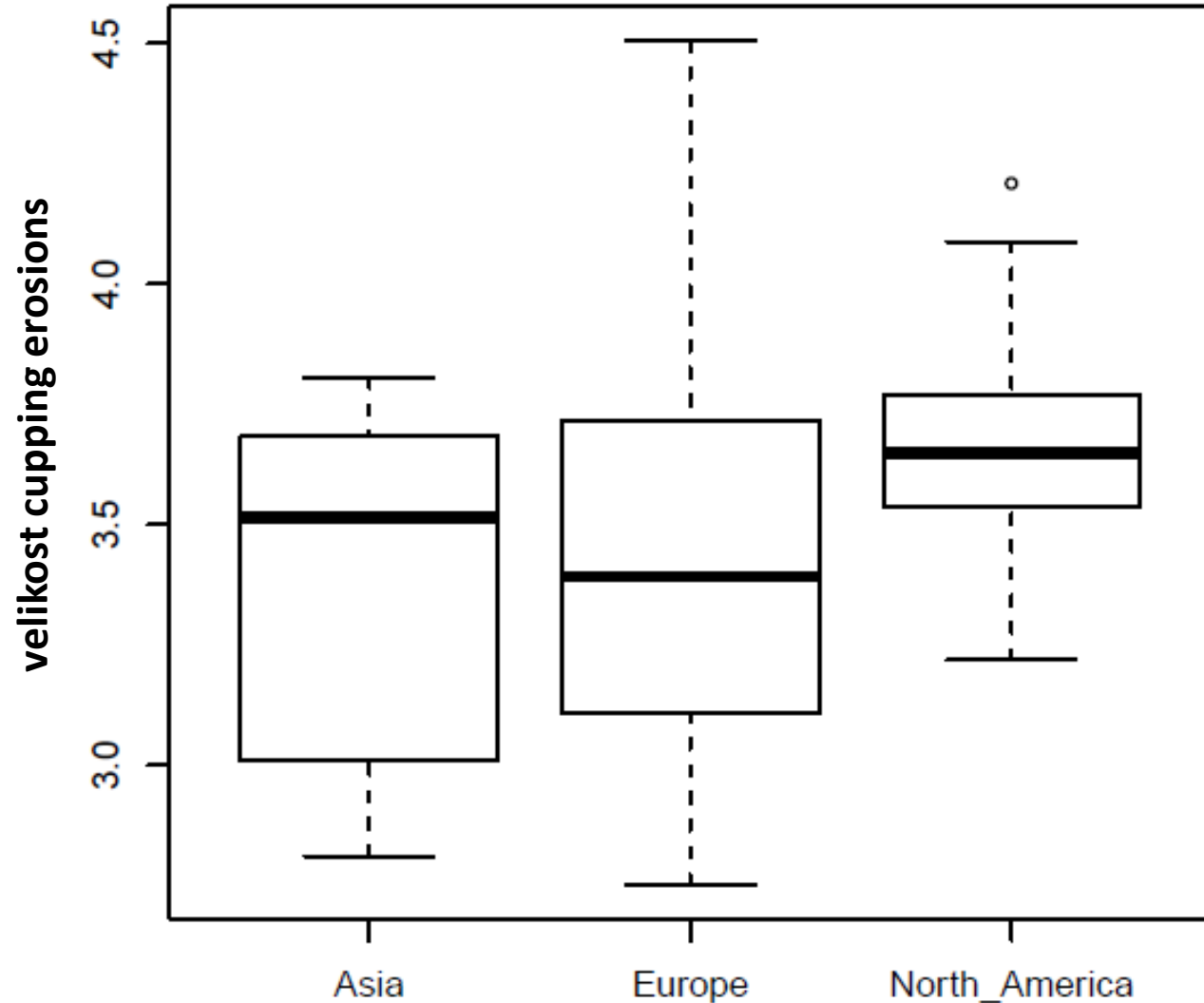
MAT in °C

Data: Climate Research Unit, University of East Anglia
<http://www.cru.uea.ac.uk/data>

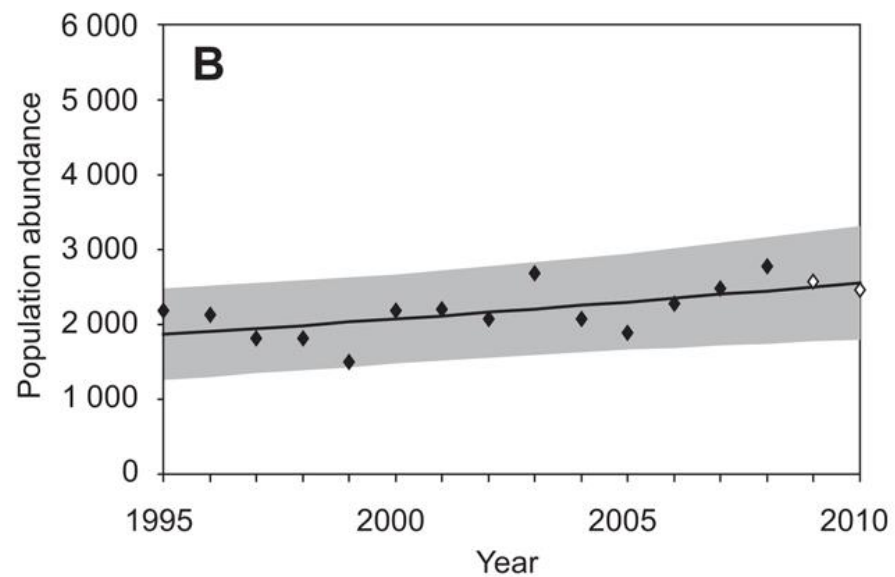
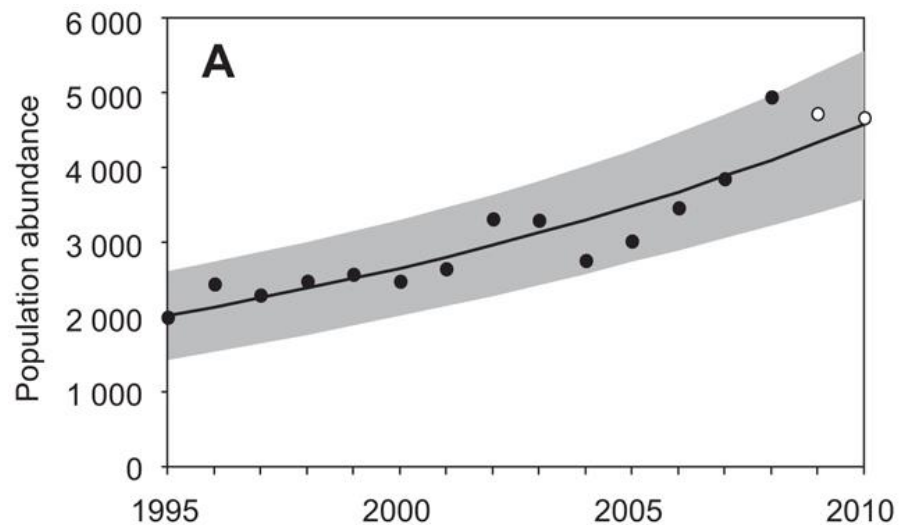
geografická variabilita v prevalenci onemocnění

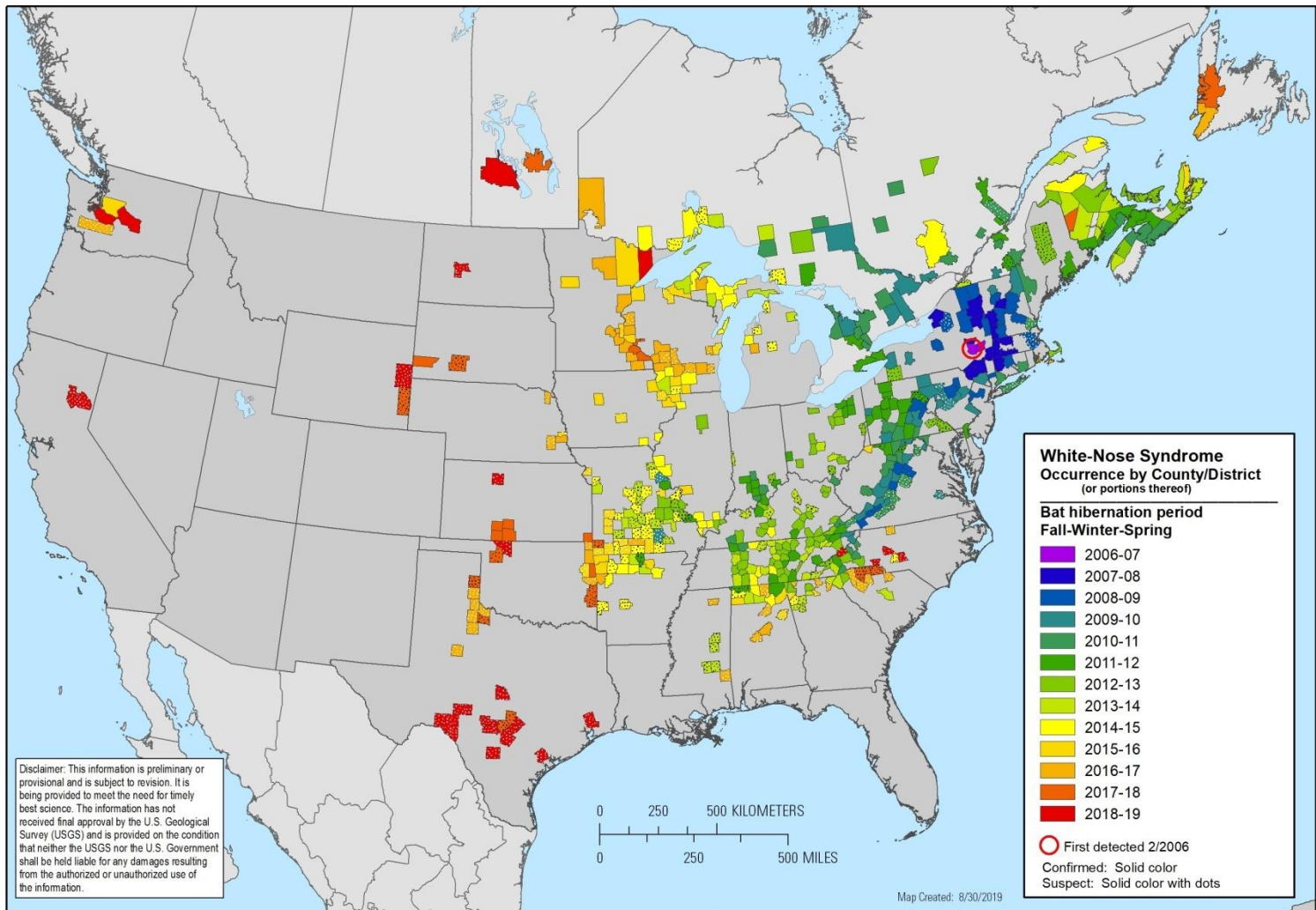


stejná úroveň poškození v různých regionech



rozdílná mortalita

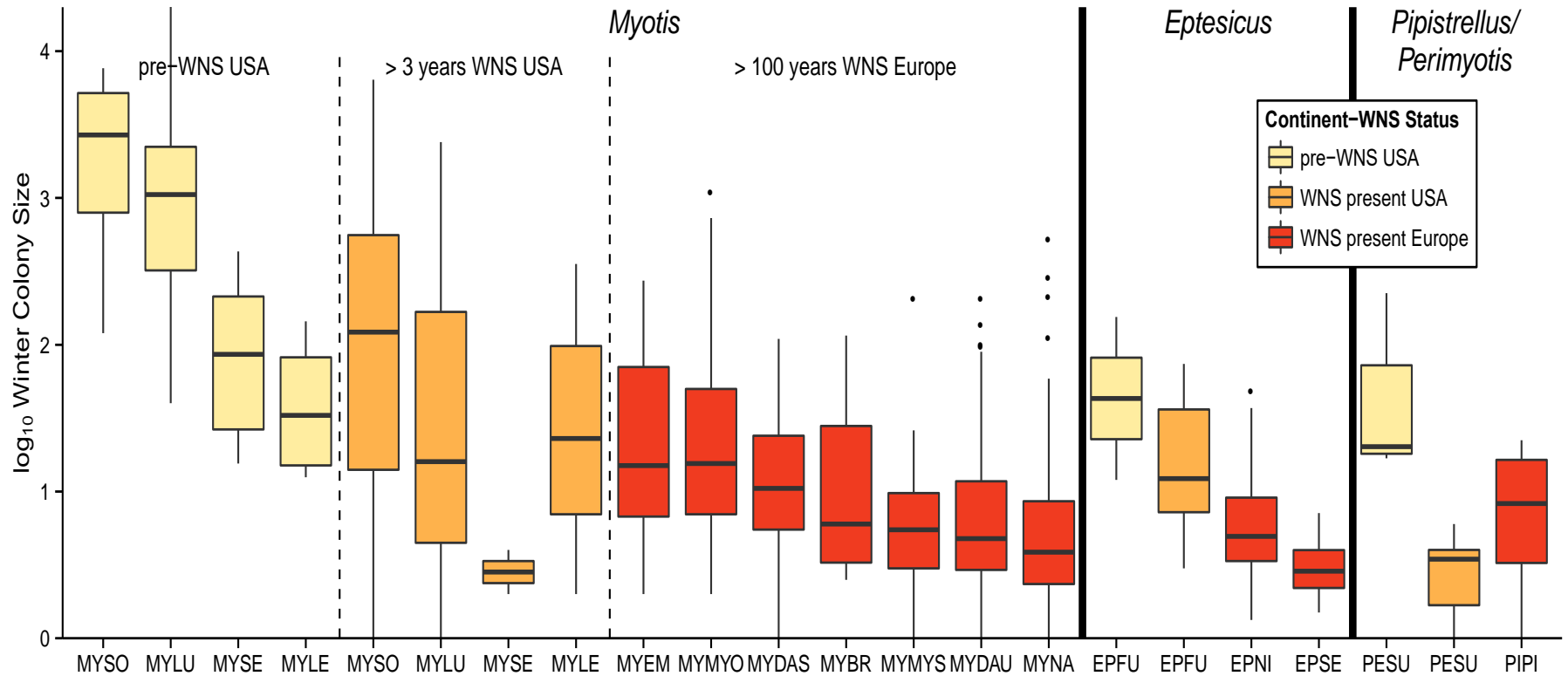




Citation: White-nose syndrome occurrence map - by year (2019). Data Last Updated: 8/30/2019. Available at: <https://www.whitenosesyndrome.org/static-page/wns-spread-maps>.

behaviorální adaptace

změna hibernačního chování SA netopýrů



Patogeny a ochrana netopýrů

EID dotýkající se bezprostředně lidského zdraví a našich životů, nebo mající značný ekonomický dopad, budou vždy zaplavovat média, na rozdíl od infekční onemocnění volně žijících zvířat, i když význam i dopad obou může být stejně dramatický

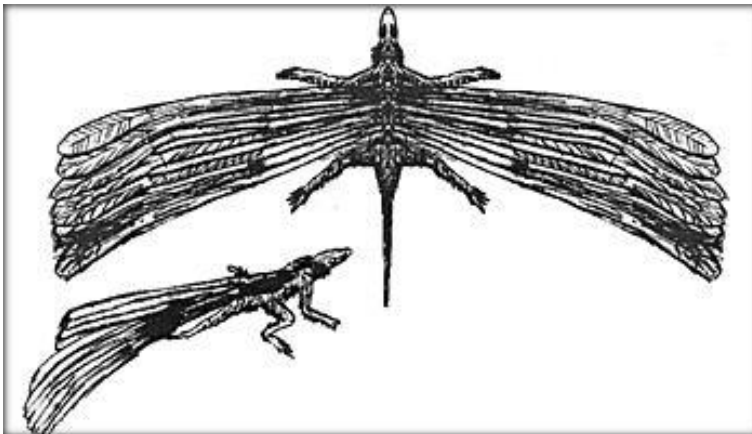
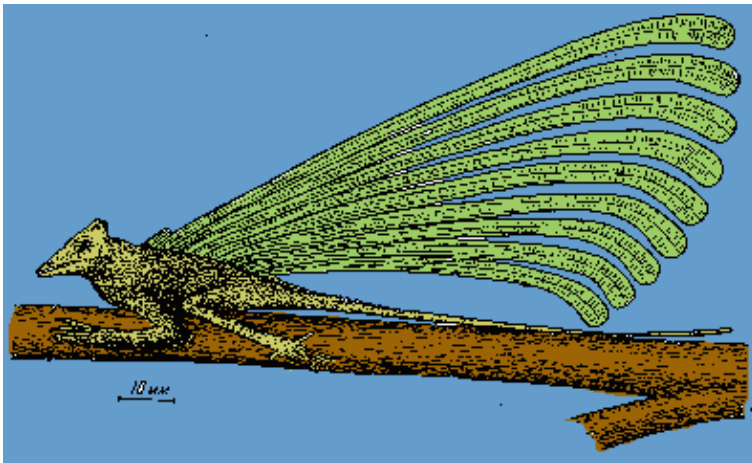
Let, letový aparát a lovecké strategie

První letci

Jamkozubí archosauři (Archosauria - Thecodontia) - v triasu

- klouzavý let (gliding) - *Longisquama* (240 mil. let)

Longisquama insignis



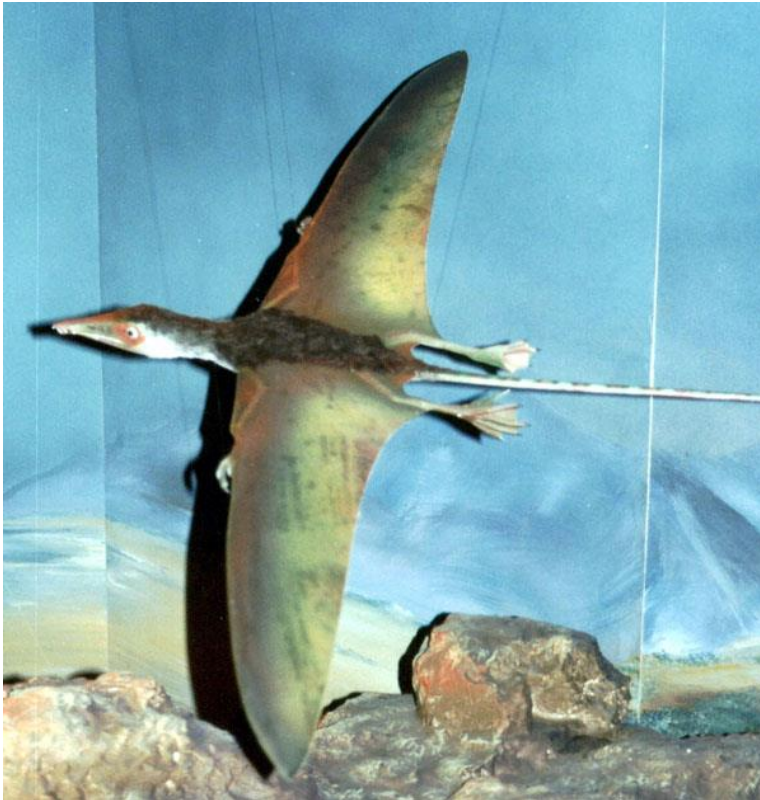
Sharovipterix



Ptakoještěři (Archosauria – Pterosauria) – svrchní trias

- aktivní let (flapping flight) - *Eudimorphodon*,
Dimorphodon (230 mil . let)

Eudimorphodon



Dimorphodon



- velké formy v juře a křídě - *Pteranodon* (165 mil. let)

Pteranodon sp.



Let u ptáků



Archaeopteryx lithographica 135 mil. let



Let u savců

MARSUPIALIA - Vačnatci Austrálie

- f. Phalangeridae - kuskusovití
vakoplšík létavý - *Acrobates pygmaeus*,
- f. Petauridae – vakoveverkovití (3) - *Petaurus* spp.
- f. Pseudocheiridae
vakovec - *Schoinobates*

Acrobates pygmaeus



Petaurus breviceps



RODENTIA

létající formy: méně mláďat ve vrhu, delší březost a odchov mláďat (menší riziko predace než u terestrických druhů), noční stromové formy

- f. Sciuridae, subf. Petauristinae - poletuchy - 13 rodů, 36 druhů, JV-Asie, druhy v Severní Americe, 1 druh na Sibiři a v SV Evropě *Pteromys volans* - poletuška slovanská



- f. Anomaluridae - šupinatkovití - 7-10 druhů, 2 řady šupin na spodní straně ocasu – Anomalurus
- f. Theridomyidae, z eocenu, spolu s předchozí podřád Theridomorpha



Anomalurus sp.

DERMOPTERA - letuchy, JV Asie

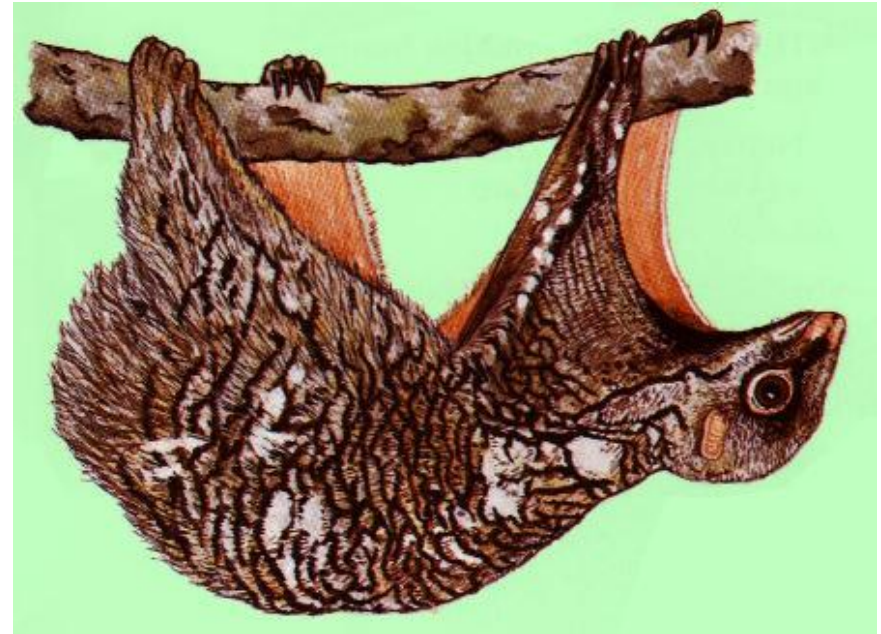


Cynocephalus volans - I. filipínská

30-70 m bez ztráty výšky,
max. 136 m (ztráta výšky 10-
12 m)

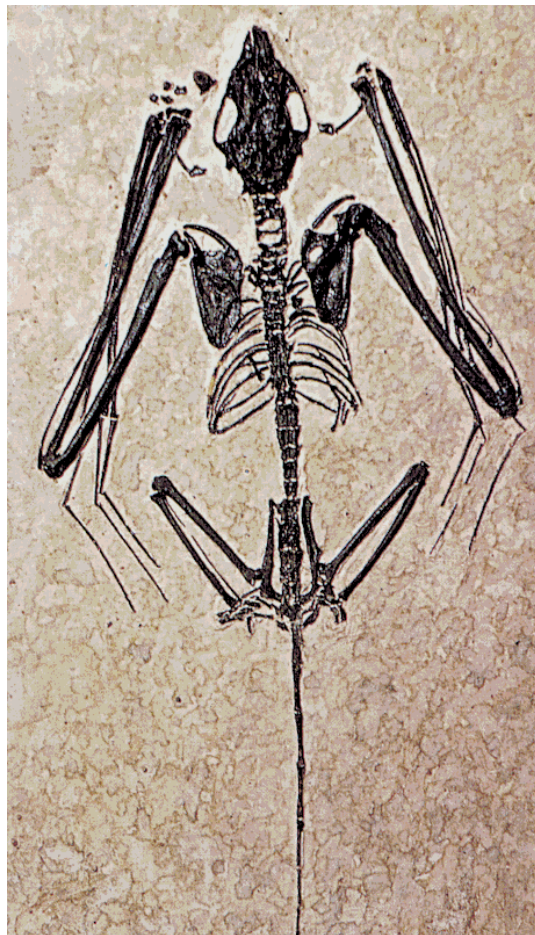
Všichni jen klouzavý let (gliding) mezi stromy 50-100 m,
osrstěná blána mezi předními a zadními končetinami.

C. variegatus - I. malajská



CHIROPTERA - letouni, aktivní let

Icaronycteris index

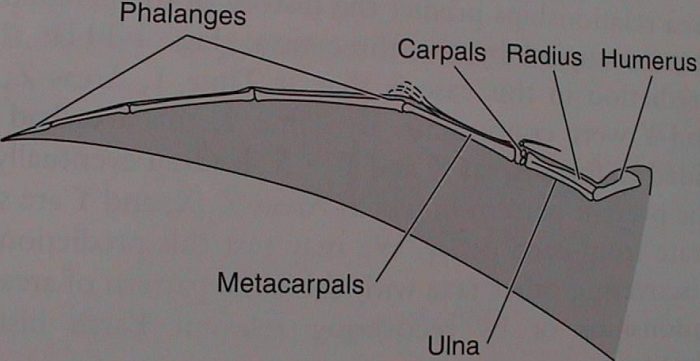


Green River, Wyoming

eocen (60 mil. let),
LC:70 mm, LAt: 48
mm

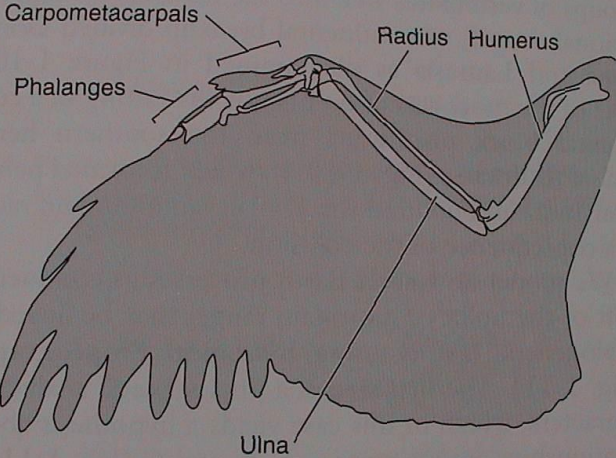
jen jednoduchý
kloub humerus-
scapula

Srovnání křídelní kostry



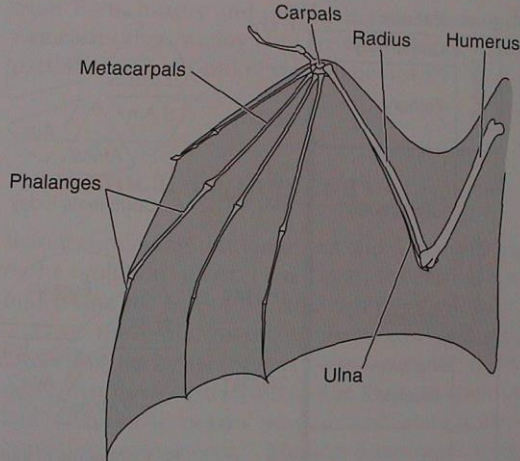
C. †Pterosaur wing with airfoil surface made of skin supported by a single elongated digit

pták



A. Bird wing with airfoil surface made of feathers

letoun



ptakoještěř

Vznik letu

2 teorie:

- stromová (arboreal) - Darwin 1859, od klouzavého letu ze stromu k aktivnímu letu;
- z běhu (cursorial) - Caple et al. 1983, Norberg et Rayner 1987, běh - poskoky - roztažení křídel - odlepení se ze země - klouzavý let - aktivní let (asi u ptáků, u letounů těžko)

a) gliding (klouzání) →

b) flapping (mávání)

Vznik letu letu a echolokace u letounů

Vznik letu a echolokace (Speakman 1999)

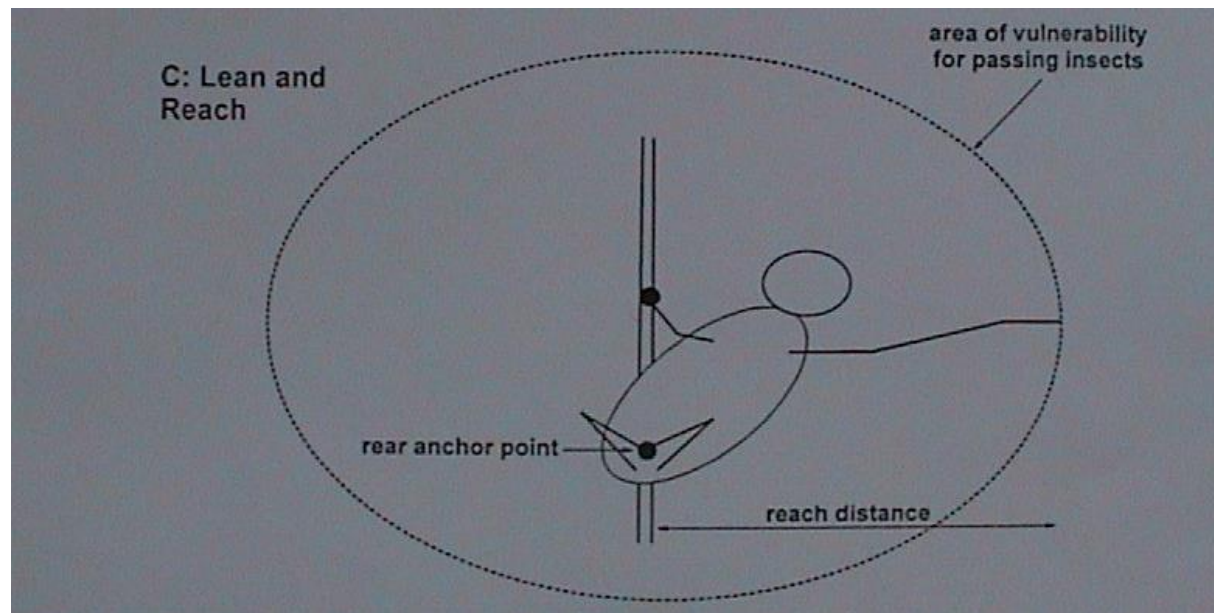
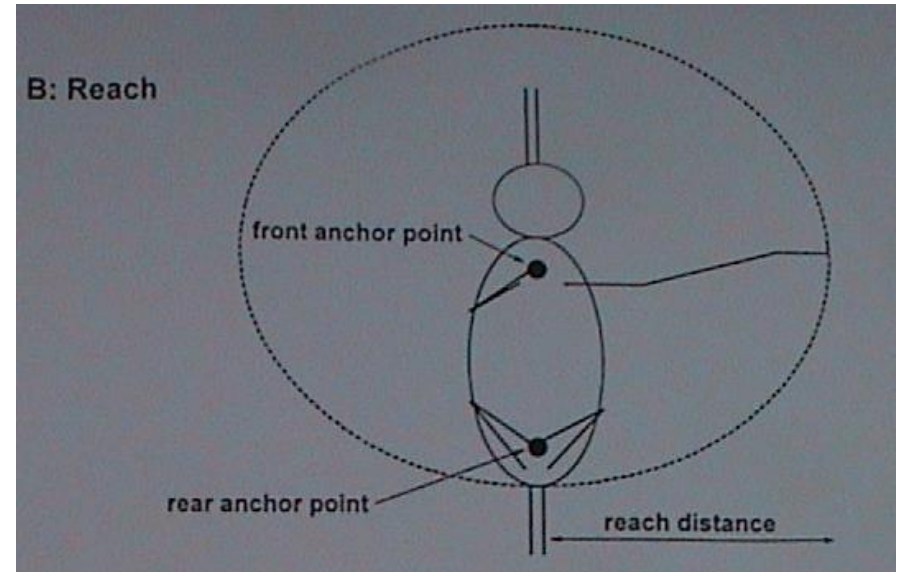
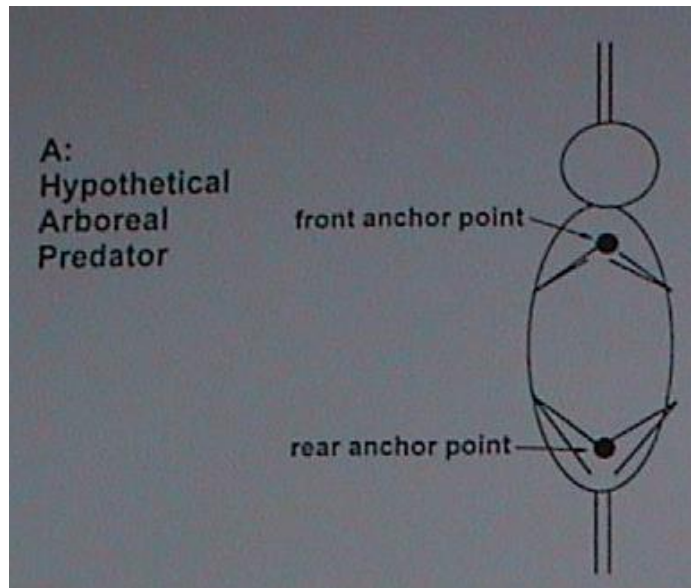
přímí předkové netopýrů (pre-bats) v eocenu

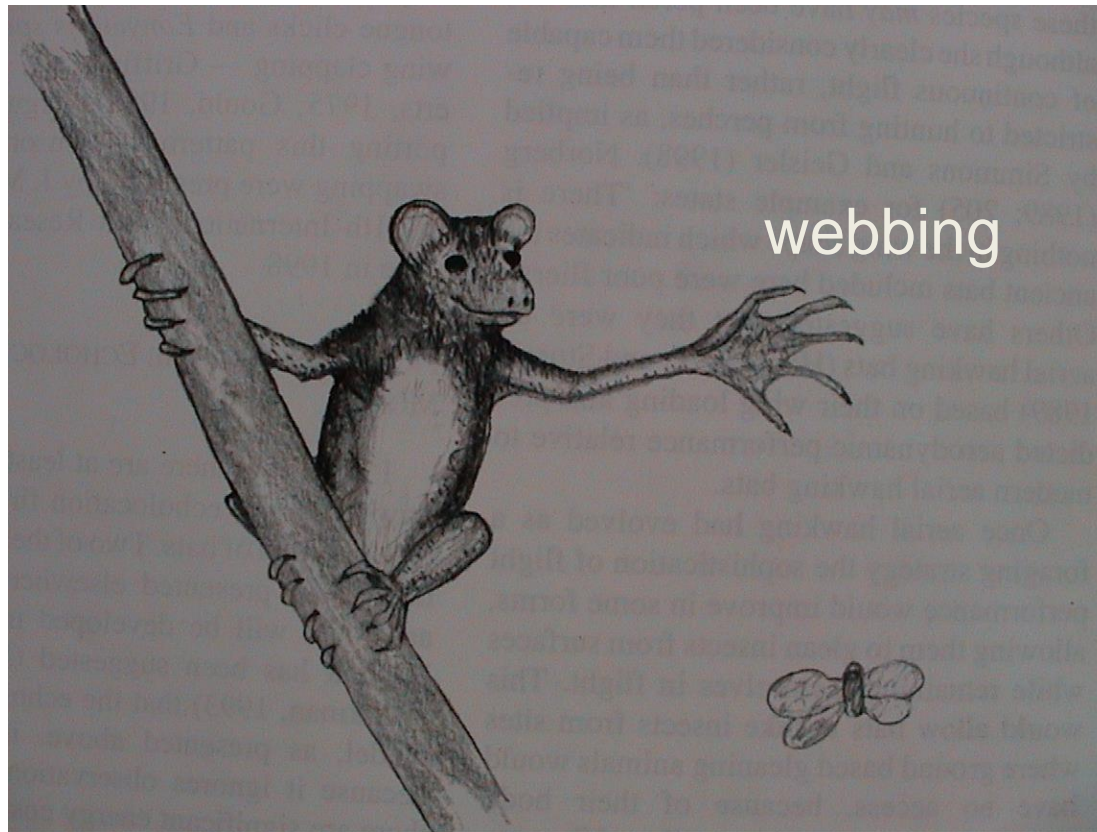
3 hypotézy:

- 1) Echolocation first hypothesis
- 2) Flight first hypothesis
- 3) Parallel development of flight and echolocation

Vznik letu u letounů

Reach hunting - lov z číhané





Reach hunting (pre-bat)



Perch hunting (vrápenci, *Plecotus*)



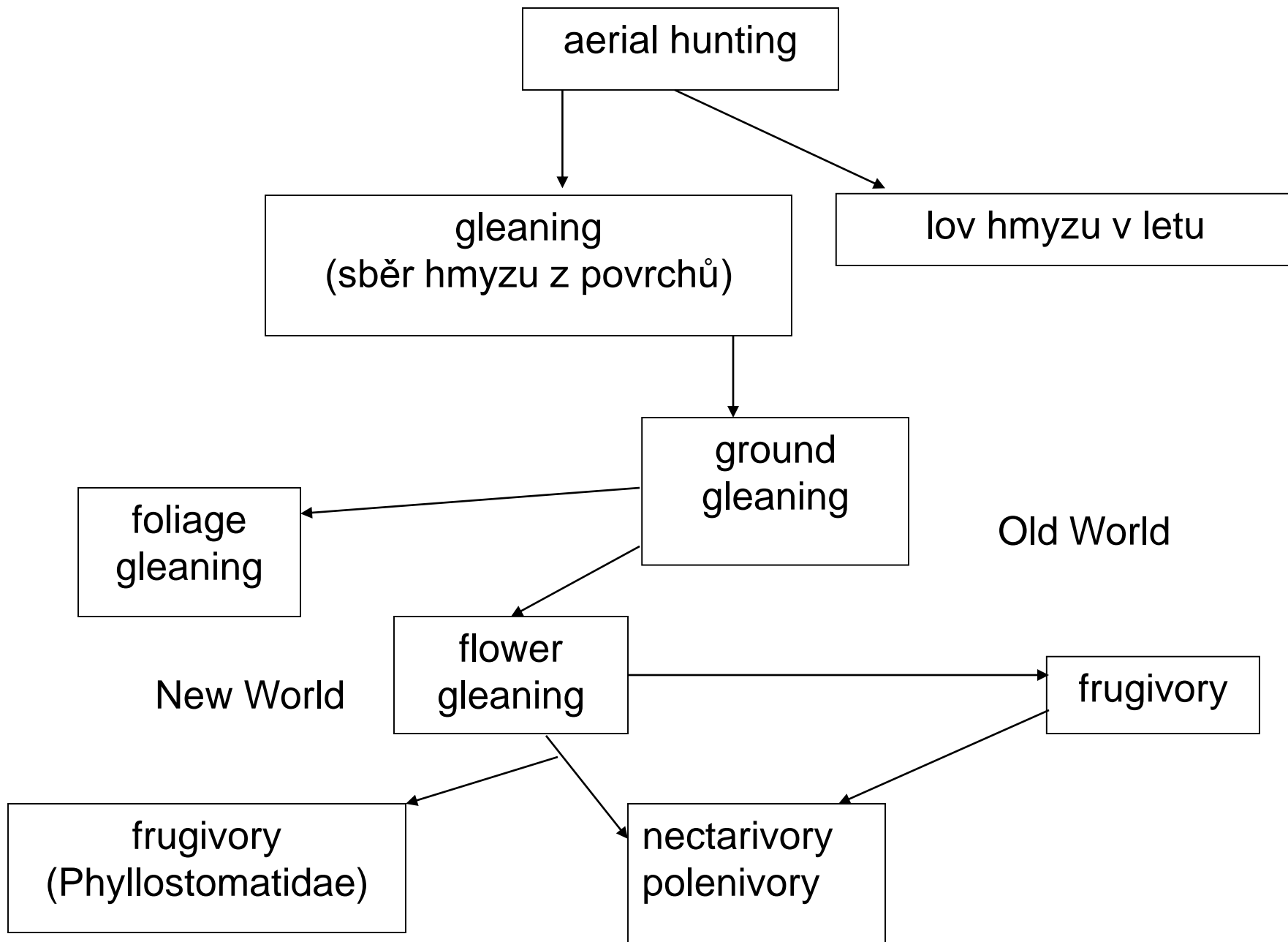
(gliding)



Aerial hunting

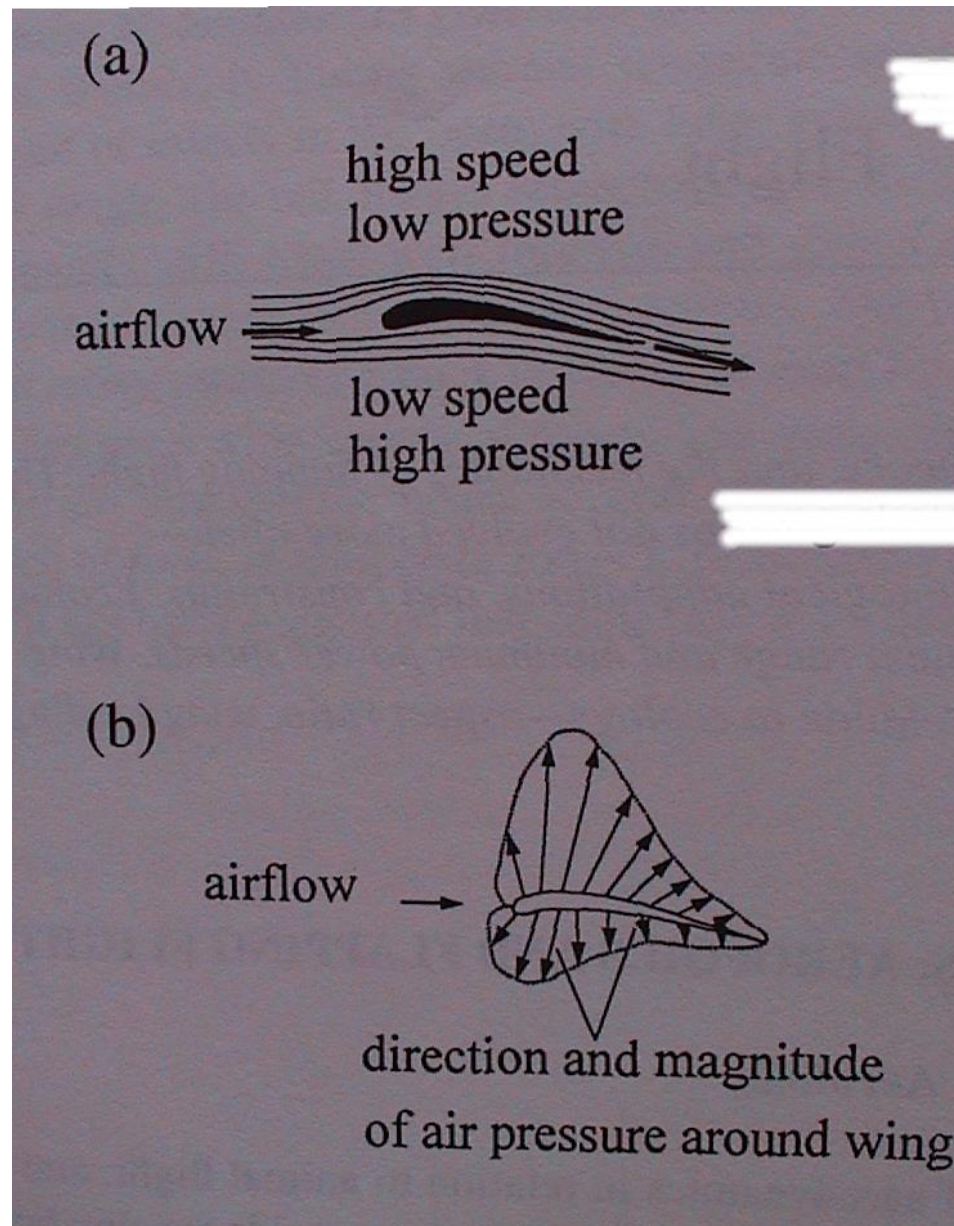
Icaronycteris, *Archaeonycteris* - PH nebo již AH (poor fliers)

Rozvoj loveckých strategií

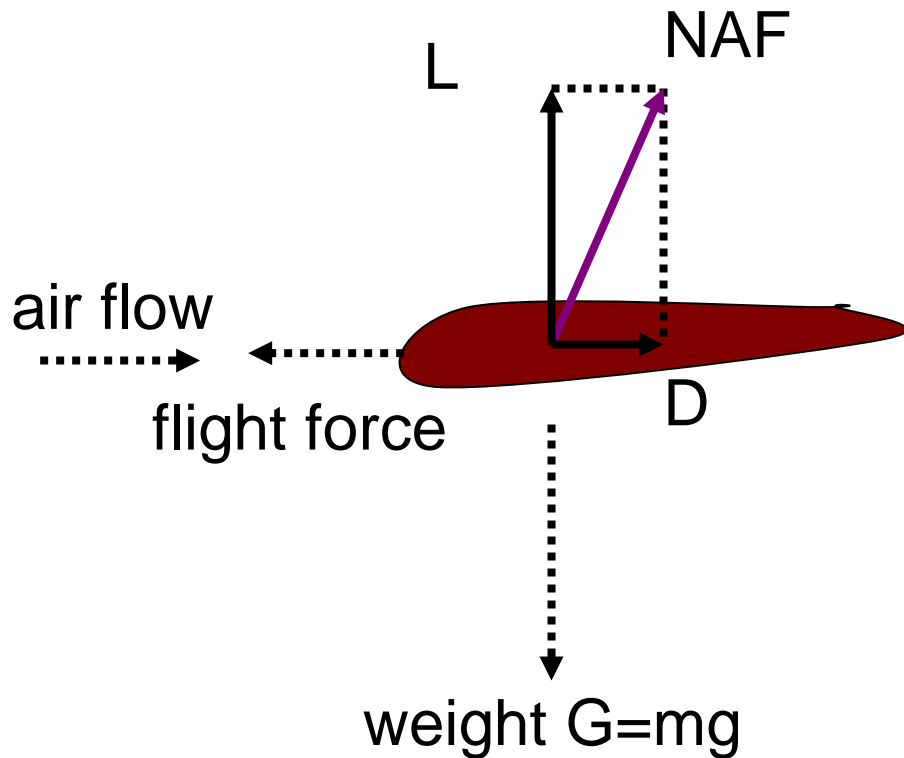


Létací aparát

Podmínka letu: vznik dostatečně velké vztlakové síly při obtékání křídla



Výsledná aerodynamická síla (net aerodynamic force - NAF) = vektorový součet vztlaku (lift - L) a horizontálního odporu vzduchu při letu vpřed (drag - D)



$$D = 0,5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_D$$

ρ ... hustota vzduchu

V ... rychlost letu

S ... plocha křídla

C_D ... koeficient odporu

$$L = 0,5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_L$$

C_L ... koeficient vztlaku

Stanovení plochy křídla - S
(odhad dle Blood & McFarlane 1988)

$$S = (FA \times D^5) + 0,5 \cdot (D^5 \times D^3)$$

FA ... forearm, předloktí, D ... digit, prst

Optimum - **$L : D = 10 : 1$**

Složky odporu:

Indukovaný odpor - induced drag

Profilový odpor - profile drag

Doplňkový odpor - parasite drag

Letová energie: $P = P_{aer} + P_{ine}$

$P_{aer} = P_{ind} + P_{pro} + P_{par}$ aerodynamická síla potřebná pro vznik vztlaku (opačná orientace než složky odporu)

P_{ine} (inerted) nezávislá setrvačná síla pro pohyb křídel nahoru a dolů ($p = 0, D = 0$)

P_{ind} ... k překonání turbulence, pro vznik vztlaku a tahu vpřed, klesá s rostoucí rychlostí letu a rozpětím křídel, roste s hmotností, význam u

P_{pro} ... k překonání odporu křídel, roste s letovou rychlostí a plochou křídel, význam u rychle létajících, výhodnější přímý let

P_{par} ... k překonání odporu těla, dána frontálním profilem trupu, analogie P_{pro}

Závěr: minimální aerodynamická síla

- proudnicový tvar těla $P_{\text{par}} = \text{min.}$
- nízká hmotnost $P_{\text{ind}} = \text{min.}$
- dlouhá křídla $P_{\text{ind}} = \text{min.}$
- vysoký tvarový poměr křídel - aspect ratio AR (malá plocha křídel, velké rozpětí) $P_{\text{pro}} = \text{min.}$

$$\mathbf{AR = b^2/S} \quad b = \text{rozpětí, } S = \text{plocha}$$

Faktory ovlivňující hodnotu energie potřebné k letu

1) třepotavý let (hovering)

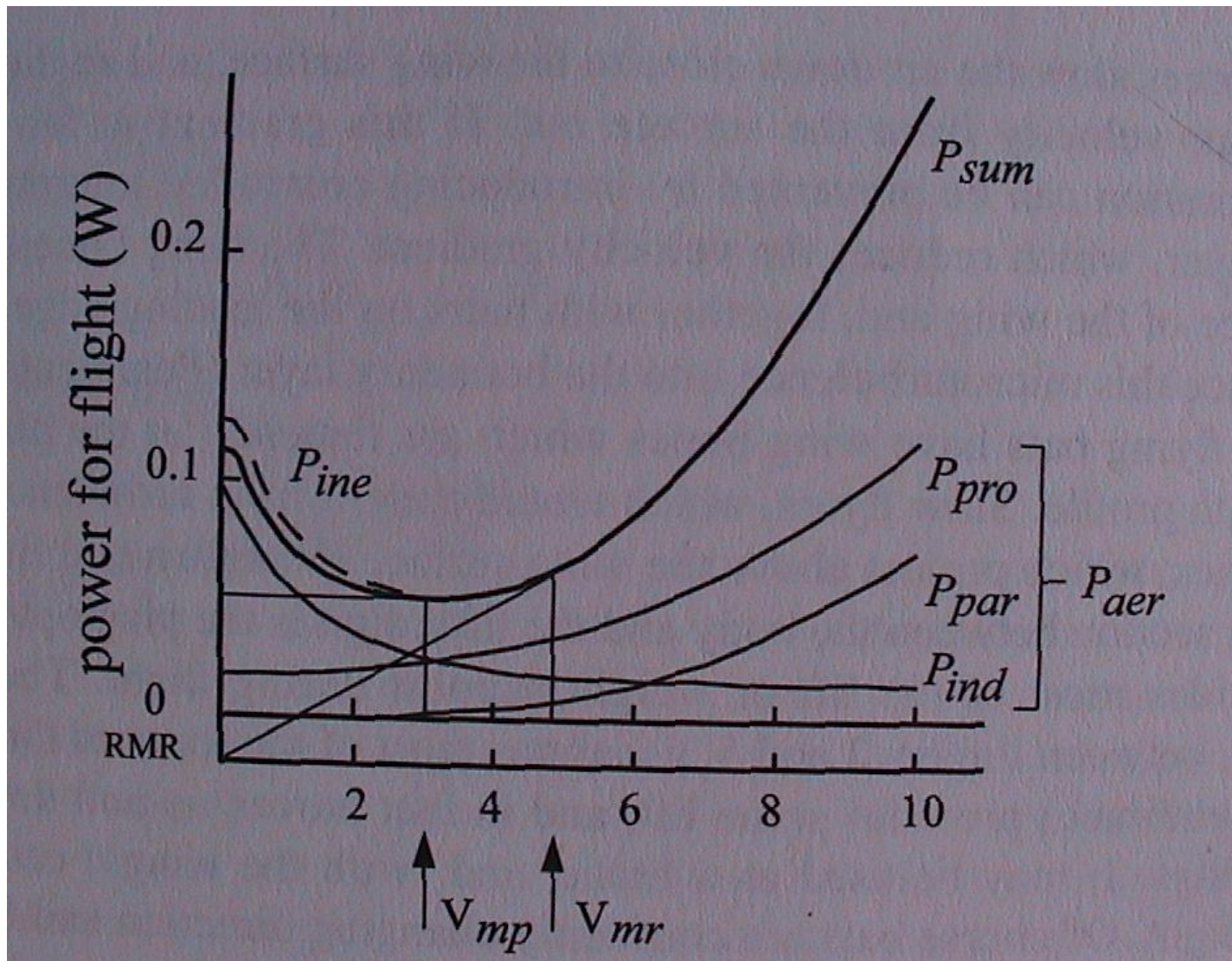
$$P_{\text{ind}} \sim m \cdot g^{3/2} / b \quad P_{\text{pro}} \sim b^3 \cdot \mathbf{S} / T^3 \quad T \dots \text{doba mávnutí křídla} \sim b$$

2) rychlý přímý let (hawking)

$$P_{\text{ind}} \sim m \cdot g^2 / b^2 \cdot V \quad P_{\text{pro}} \sim S \cdot V^3 \quad P_{\text{par}} \sim A \cdot V^3$$

A... frontální plocha těla

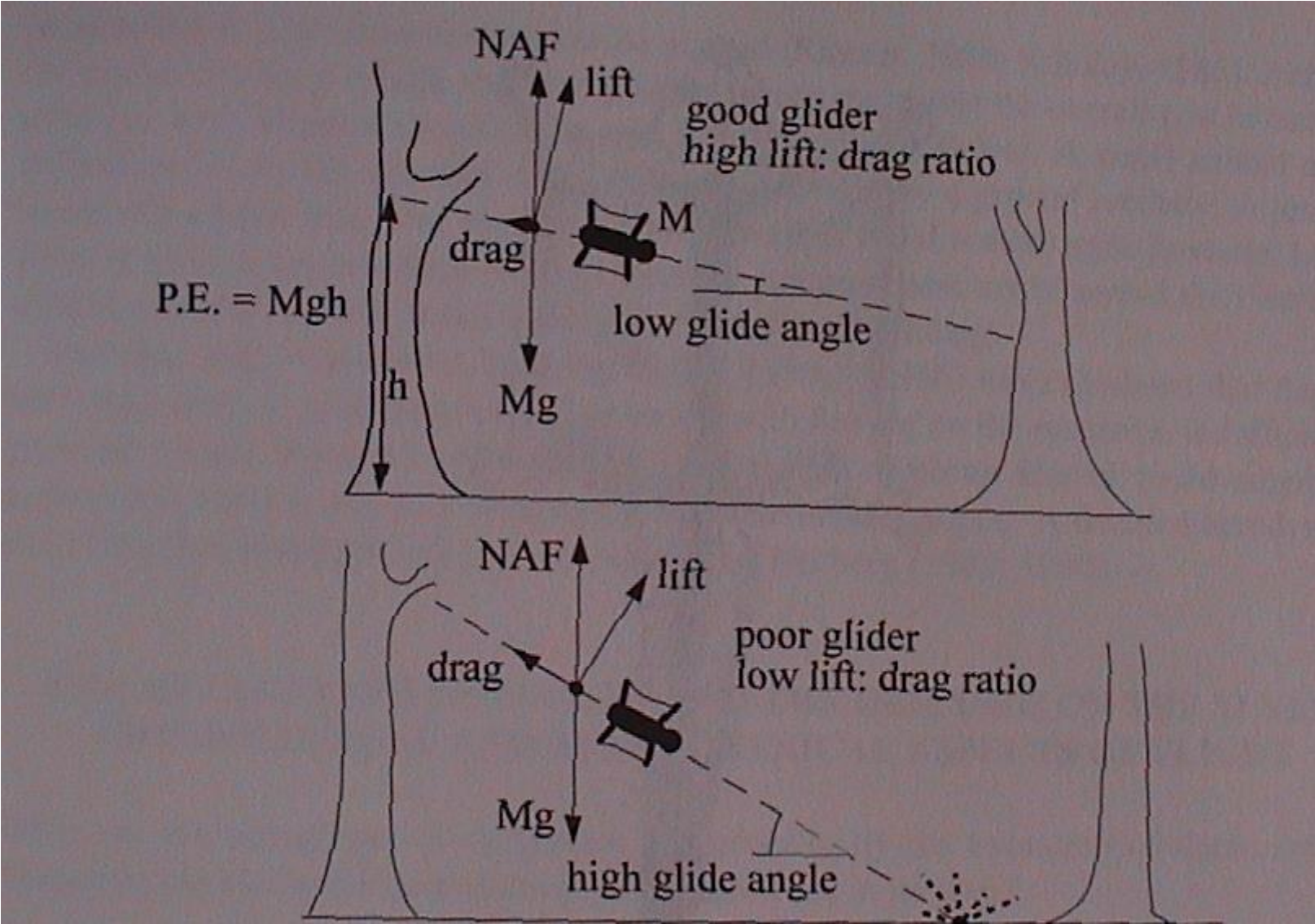
Energie se snižuje s klesající hmotností a plochou křídla



V_{mp} ... letová rychlost s minimální energetickou spotřebou za jednotku času (minimum power speed)

V_{mr} ... letová rychlost s nejdelším doletem za jednotku „paliva“

Gliding (klouzavý let)



Morfologie křídla

Tvar křídel versus lovecké strategie (kde loví, jak loví, co loví)

Extrémy: relativní velká plocha v. relativní malá plocha

Parametry:

1) WING LOADING (zatížení křídel, nosnost)

$$WL = m.g/S \text{ [N.m}^{-2}\text{]} \quad \text{velcí netopýři s malými křídly}$$

2) ASPECT RATIO (tvarový poměr)

$$AR = b/c \quad b \dots \text{ rozpětí křídel, } c \dots \text{ průměrná šířka křídla}$$

$$S = b.c$$

$$AR = b.b/b.c \quad AR = b^2/S$$

netopýři s dlouhými úzkými křídly

3) další parametry: poměr mezi ruční (chiropatagium) a pažní částí (plagiopatagium), charakter špičky křídla (manévrování)

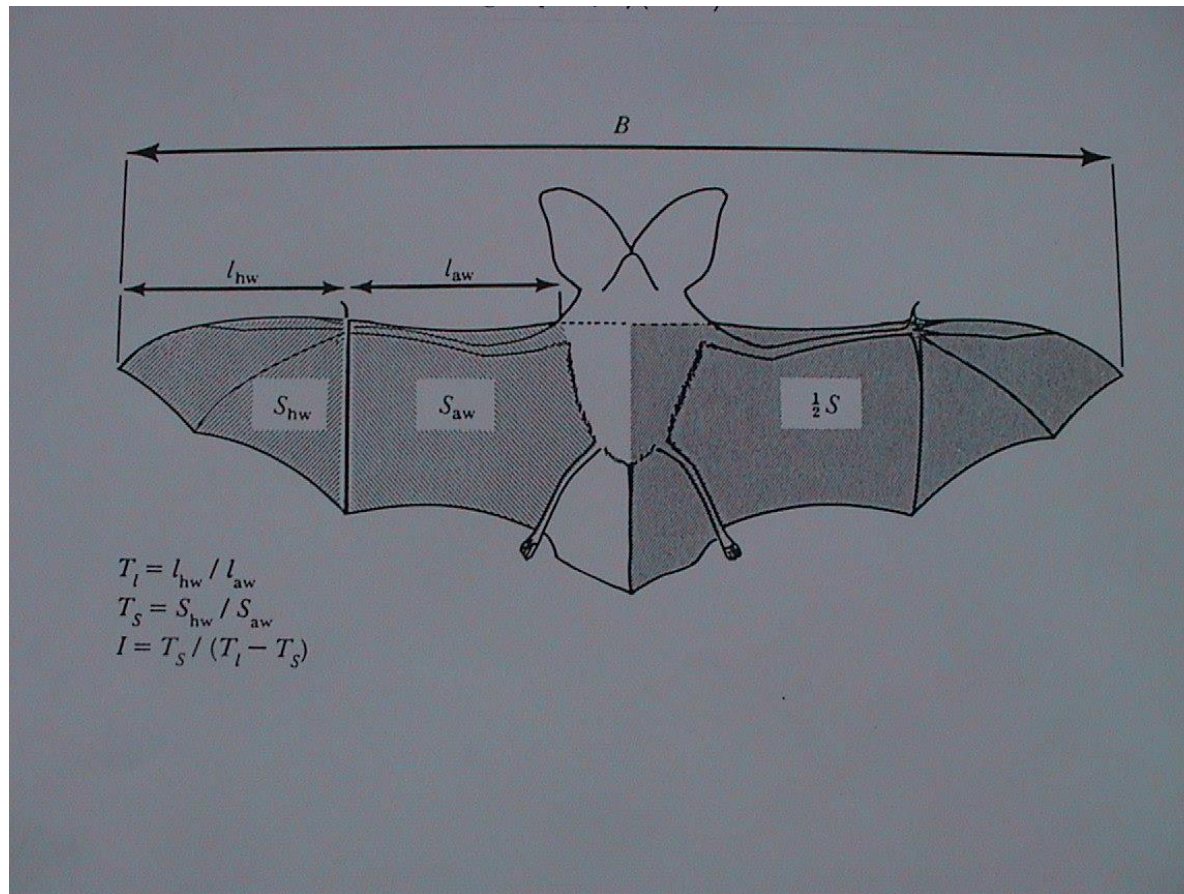
tip area ratio $T_S = S_{hw}/S_{aw}$

hand wing area, arm wing area

tip length ratio $T_l = l_{hw}/l_{aw}$

hand wing length, arm wing length

wingtip shape index $I_{tip} = T_S / (T_l - T_S)$



$I > 1$



$I = 1$



$I < 1$

WL versus AR

Principal component analysis

<WL
>AR

short-range
hawking,
trawling
malí, úzká
dlouhá křídla
pomalý přímý let
trawlers

<WL
<AR

gleaning,
hovering
široká krátká
křídla
pomalý třepotavý
let v korunách

>WL
>AR

long-range
hawking
velcí, úzká
dlouhá křídla
rychlý přímý let
ve výškách

migrators

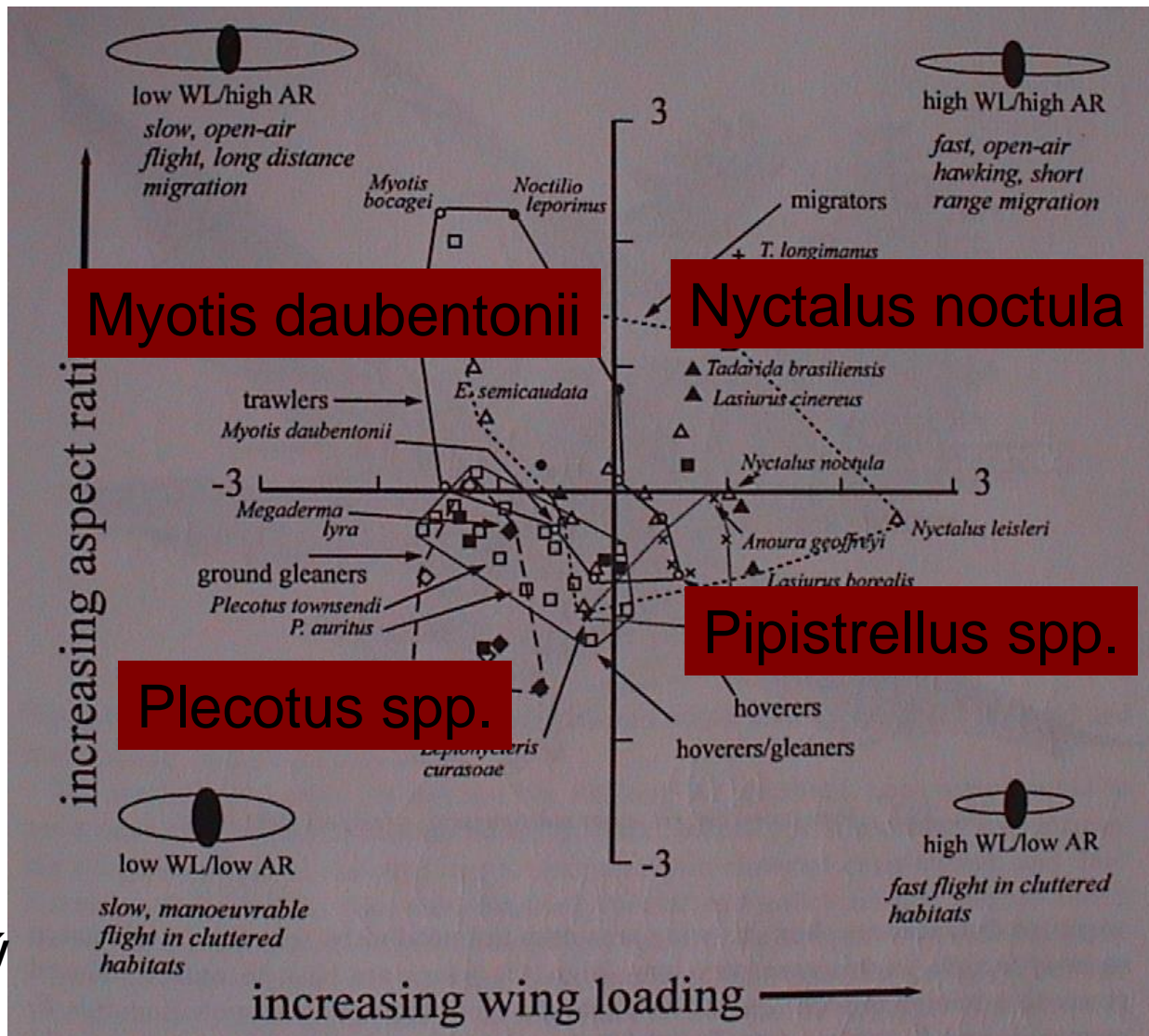
>WL

<AR

hovering

krátká
křídla
rychlý let,
manévrování
v korunách

hoverers



Myotis daubentonii

Nyctalus noctula

Plecotus spp.

Pipistrellus spp.

Lovecké strategie

- Fast, long-range hawking: lov ve volném prostoru za rychlého letu, migrace, max. WL, AR - *N. noctula*, *Vespertilio murinus*, *Miniopterus schreibersii*
- Slow, short-range hawking: lov ve volném prostoru za pomalého letu, let ve výškách, max. WL, min. AR - *N. leisleri*
- Trawling: sběr z vodní hladiny, min. WL, max. AR - *M. daubentonii*, *Noctilio leporinus*
- Gleaning a hovering: sběr z povrchů nebo lov z třepota-vého letu, min. AR - *Plecotus* spp., *Rhinolophus* spp.
- Flycatching: lov z vyvýšeného místa, z číhané - *Plecotus* spp.

Většina druhů používá zpravidla kombinaci více strategií.

Vliv biotopu, potravní nabídky a její dosažitelnosti.

Převažuje potravní oportunistus nad specializací.

Volba strategie: minimální ztráty, maximální efekt

Lovecké zóny

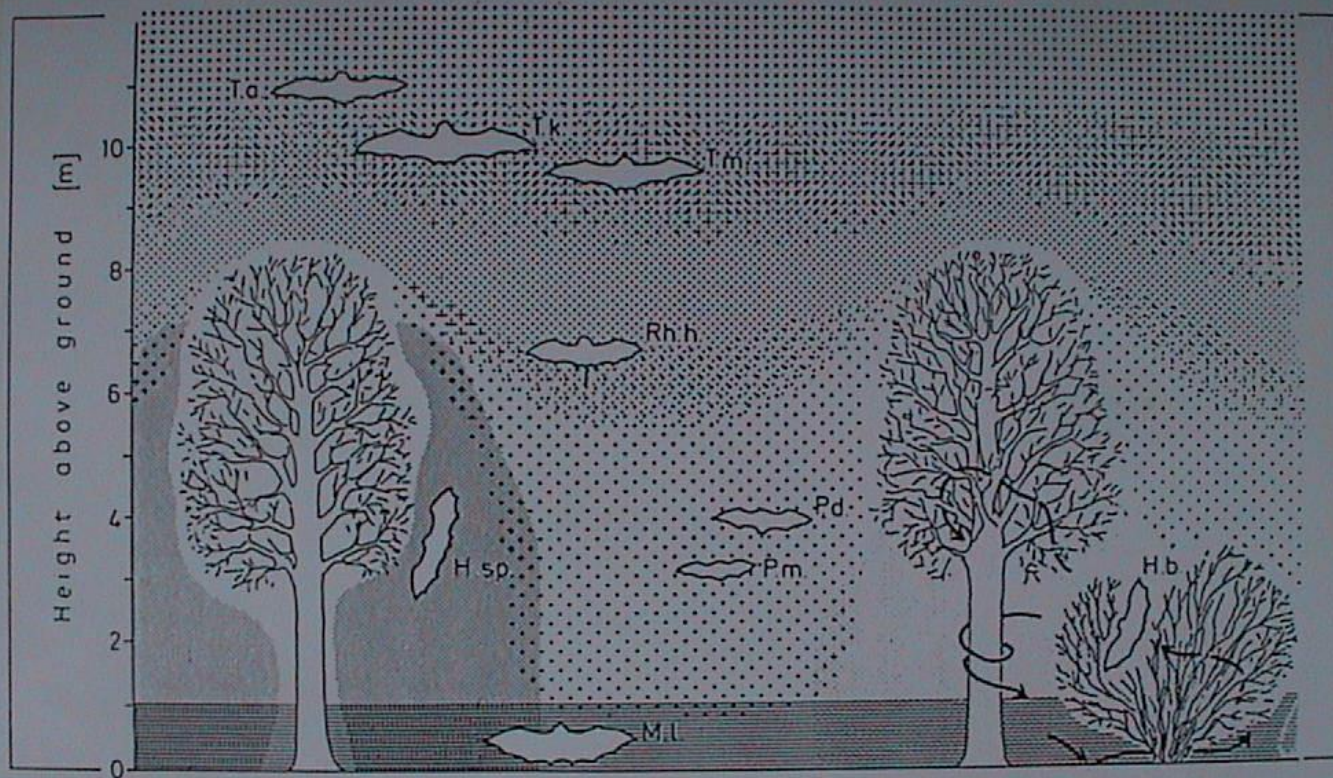


Fig. 1. Preferred foraging zones of the nine most common echolocating bat species in Madurai (South India). Zones of open spaces: T.a. *Tadarida aegyptiaca*, T.k. *Taphozous kachhensis*, T.m. *Taphozous melanopogon*, Rh.h. *Rhinopoma hardwickei*, P.d. *Pipistrellus dumeri*, P.m. *Pipistrellus mimus*. Zone close to and within vegetations: H.sp. *Hipposideros speoris*, H.b. *Hipposideros bicolor*; arrows indicate typical flight paths of *H. bicolor*. Ground gleaning: M.l. *Megaderma lyra* (after [9])

open - semicluttered - cluttered