

# Bi2BP\_EKOP

## EKOP2:

### **Ekologické faktory ovzduší**

- hustota vzduchu, mimozemské záření, světlo, biorytmy, fotoperiodismus, klidové stavy, orientační reakce, teplota, vlhkost, atmosférický tlak, proudění vzduchu, kyslík, oxid uhličitý

# Hustota a nosnost vzduchu

- **aeroplankton**
- **aktivně létaví živočichové** – asi 78 % živočichů je schopno letu (z toho téměř 99 % hmyz), aerodynamický tvar těla, konvergentní přizpůsobení tvaru těla a způsobu letu

## Mimozemské záření

- **záření radioaktivní** – působí somaticky a geneticky
- **záření ultrafialové** – nad 260 nm vyvolává např. zčervenání pokožky, pod 260 nm má letální účinky, způsobuje hynutí
- **viditelné záření**
- **záření infračervené** – tepelné, ovlivňuje termoregulační mechanismy

vedle **přímého záření (insolace)** působí i **světlo difúzní**

# Světlo (viditelné záření)

260-760 nm

světlo ovlivňuje živočichy:

- **intenzitou** (chování živočichů)
- **spektrálním složením** (zbarvení těla a jeho změny)
- **délkou působení** (fotoperiodické reakce)
- **stupněm polarizace** (migrace mořských i suchozemských živočichů)
- **směrem působení** (polohové a pohybové reakce)
- nepřímo **fotosyntézou** (potrava)

# Tolerance živočichů ke světlu

**stenofotní**

**x**

**euryfotní**

- **světломilní** (fotofilní, heliofilní)
- **stínomilní** (skiofilní)
- **temnomilní** (fotofobní, heliofobní)

**temnostní formy (afotní)** = závisí na světle nepřímo, troficky, mají výrazná specifická přizpůsobení (zánik zrakových orgánů, ztráta pigmentace pokožky, zánik periodicity některých životních projevů atd.)

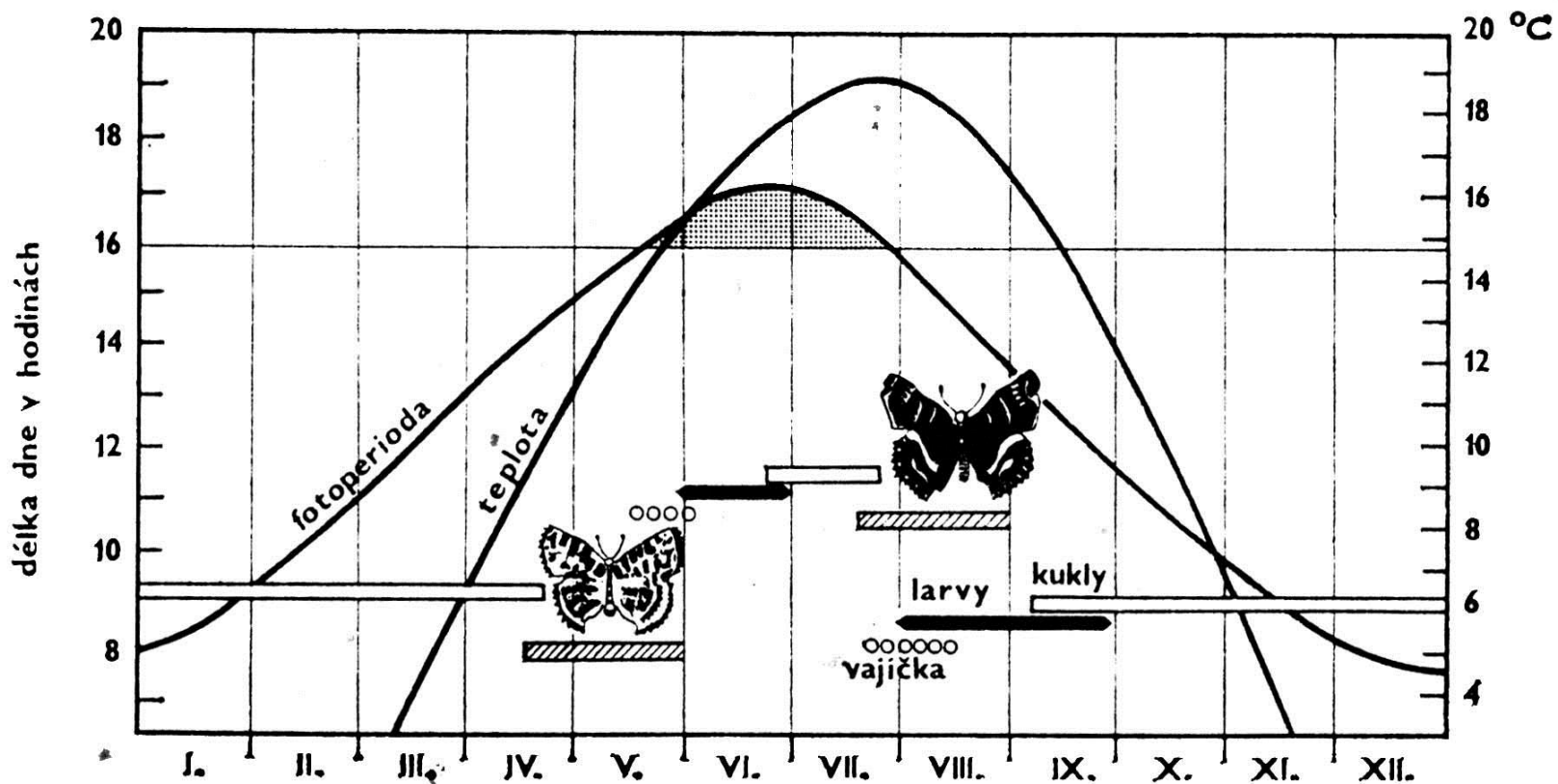
- **troglobionti** – žijí v jeskyních
- **kavernikolní** formy – žijí v dutinách
- **euedafonti** – žijí v půdě
- **stygobionti** – žijí v podzemních vodách
- **abysální** formy – žijí v mořských hlubinách
- **endoparaziti** – žijí v tělech různých hostitelů

# Biologické rytmy (tzv. biologické hodiny)

jsou pravidelné oscilace životních projevů navozené různými faktory. Tato periodicitu může být vázána na světlo, především na změnu v délce světelné části dne = **fotoperiodismus** - ovlivňuje především děje spojené s reprodukcí. Dochází k synchronizaci pohlavní aktivity s ročními sezónami, u obratlovců světlo hormonálně urychluje vývoj zárodečných žláz a současně s tím zvyšuje pohlavní aktivitu dospělých jedinců změnou fotoperiody lze vyvolat posun doby rozmnožování u savců ovlivňuje také línání, shromažďování tuku, migrace u hmyzu sezónní změny tvaru, velikosti a zbarvení těla = **sezónní dimorfismus (polymorfismus)** např. babočka síťovaná, která má jarní a letní formu

vnější faktor usměrňující frekvenci rytmů se označuje jako **časovač (synchronizátor)**

## Příklad vlivu fotoperiody na vybarvení = sezónní dimorfismus

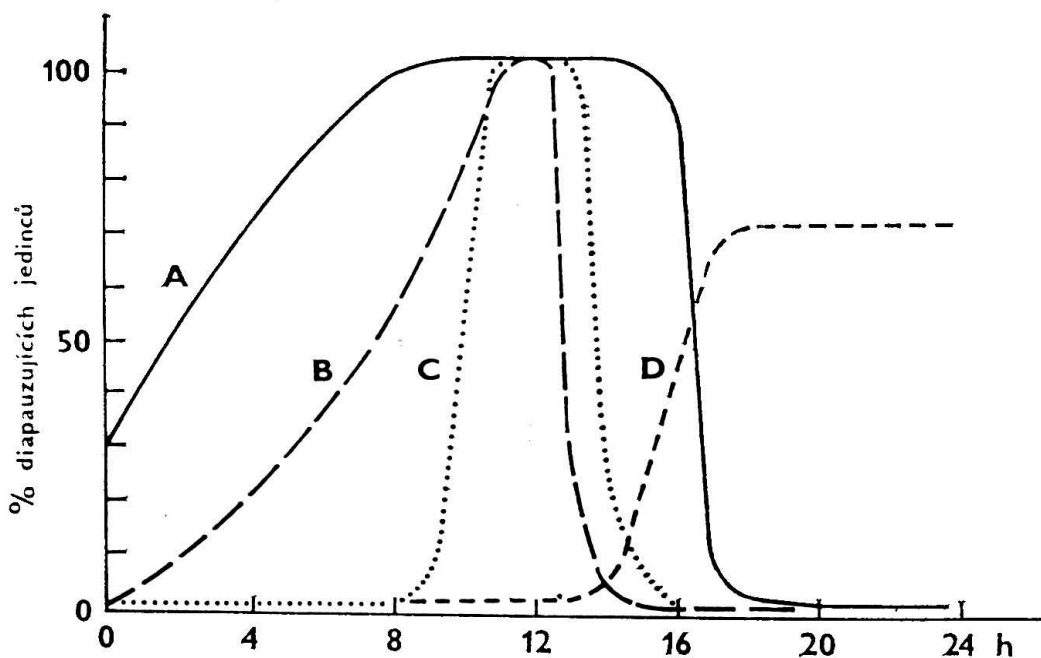


(Losos a kol., 1984)

18. Sezónní dimorfismus babočky sítkované (*Araschnia levana*); jarní forma *levana* je červenožlutá s černými skvrnami, letní forma je černohnědá s bílými skvrnami; vytečkovaná ploška zdůrazňuje hodnoty fotoperiody nad 16 hodin, které mají význam pro vývoj letní formy (podle MÜLLERA, upraveno)

**Počet vrhů a mláďat u samic hraboše mokřadního (*Microtus arvalis*) chovaných v různé fotoperiodě**

Počet samic $\bar{x}$	Fotoperioda	Počet vrhů	Počet mláďat
7,5	15 h	14	47
7,8	8 h	3	8



(Losos a kol., 1984)

Vliv různé fotoperiody na výskyt diapauzy u různých druhů motýlů: *A* šípověnka hojná (*Acronicta rumicis*), *B* obaleč *Creptolita molesta*, *C* zavijec kukuřičný (*Pyrausta nubilalis*), *D* bourec morušový (*Bombyx mori*; podle WIGGLESWORTH A JÁNSKÉHO)

## Rytmy dle délky periody:

- **ultradiánní** = kratší než den
- **cirkadiánní** = dlouhé přibližně 24 hodin
  - **polyfázické** = rychlé střídání aktivity a pasivity, aktivní několikrát během 24 hodin, např. myšovití
  - **difázické** = dvě fáze aktivity za 24 hodin, soumračné druhy, např. sysel , myšivka, soumračný hmyz
  - **monofázické** = jedna fáze aktivity za 24 hodin, noční a denní druhy, např. většina ptáků a savců



## **Druhy živočichů podle doby aktivity:**

- **denní (diurnální)** = aktivní ve dne
- **noční (nokturnální)** = aktivní v noci
- **soumračné (krepuskulární)** = aktivní ráno a večer
- **indiferentní (arytmické)** = střídání světla a tmy nena-  
vozuje rytmus

# Orientační reakce

= polohová či pohybová reakce vyvolaná vnějším podnětem

**1. tropismus** = zaujímání určité polohy vůči podnětu, většinou světlu = **fototropismus** - u rostlin a přisedlých živočichů (např. někt. žahavců)

**2. kineze** = změna rychlosti nebo druhu pohybu jako odpověď na změnu síly podnětu, rozhodující je intenzita, ne směr, zesílení podnětu pohyb urychlí, zeslabení zpomalí, podnětem např. látka rozpuštěná ve vodě, množství potravy nebo světlo - **fotokineze** = ke světlu nesměrované pohyby, kdy je vyhledáváno místo s nejvhodnějším osvětlením, při náhlém osvětlení zmateně pobíhají různým směrem, např. prvoci.

**3. taxe** = složitější orientační chování, pohyb je ve vztahu ke směru působení podnětu, u živočichů s vyvinutými párovými smyslovými orgány, dle směru pohybu existují pozitivní taxe = pohyb k podnětu a negativní taxe = pohyb od podnětu

**dle podnětu:** fototaxe (světlo), termotaxe (teplota), chemotaxe (chem. látky), geotaxe (gravitace), galvanotaxe (el. proud)

existují i složitější formy orientace

**4. pilotování** = orientace dle pozemních značek do nevelké vzdálenosti, např. kutilky

**5. navigace** = zjištění a zachování směru k vzdálenému cíli bez pozemních značek, např. orientace dle slunce a hvězd u tažných ptáků či orientace k magnetickému poli Země – racek, špaček atd.

# Klidové stavy

- **dormance** = částečná či úplná nehybnost, relativní či absolutní nečinnost smyslových orgánů a nervové soustavy; není důsledek vyčerpání, obecný termín pro klidové stavy
- **kviescence** = nejjednodušší forma dormance, kdy se do klidového stavu přechází bezprostředně následkem změny vnějších podmínek
- **anabióza** = klidový stav v kritickém období života, úplná dehydratace, neprostá nepohyblivost; zvyšuje toleranci, může trvat i několik let (prvoci, hád'átka, vířníci...)
- **diapauza** = zastavení nebo zpomalení životních projevů bezobratlých (především členovců) v určitém druhově specifickém životním období; je nezbytnou součástí ontogeneze, je přizpůsobením na období zimy či sucha
  - **fakultativní** = diapauzují jen jedinci jedné z generací
  - **obligatorní** = diapauzují všichni jedinci (je jen jedna generace)

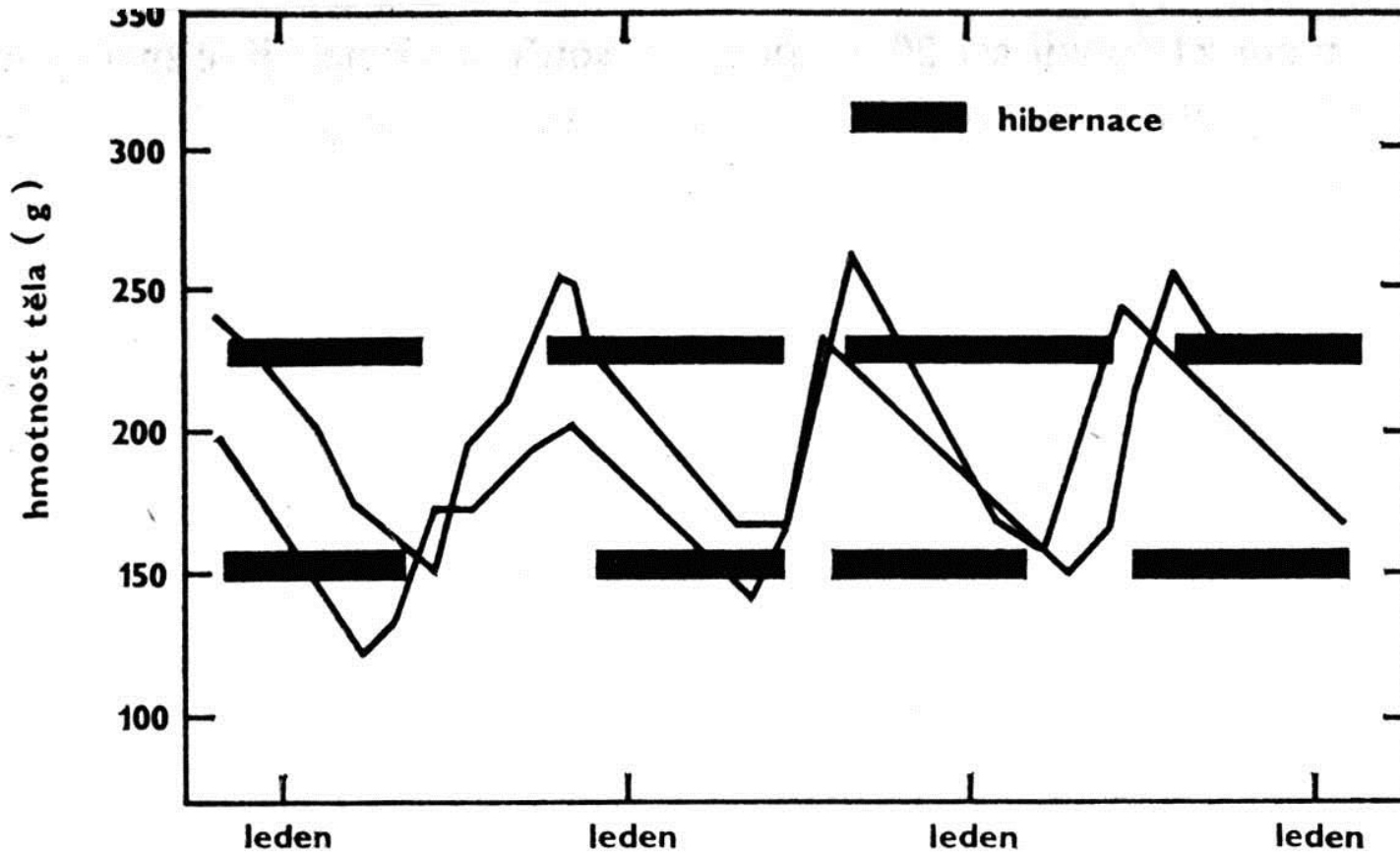
- **spánek** = stav snížené aktivity, který trvá méně než 24 hodin; útlum nejvyšších funkcí CNS a různý stupeň útlumu smyslových orgánů, nepatrný pokles teploty a metabolismu, probuzení trvá méně než 1 hodinu, chování těsně před usnutím je druhově specifické; teplokrevní živočichové
- **hypotermie** = stav strnulosti (klidový stav) do kterého se dostávají endotermní živočichové. Hypotermní letargie může mít formu **hibernace** (zimní spánek), může to však být různě dlouhý cyklus, některé jsou jen několikahodinové = **denní letargie**.
- **hypertermie** = stav strnulosti do kterého upadají živočichové při vysokých teplotách (většinou kolem 45-50°C), životní projevy slábnou, snižuje se aktivita. Má formu **estivace** = letního spánku; zpomalení pochodů v letním suchém období, snížení tělesné teploty, úkryt pod zemí nebo v dutinách, navozena hlavně nízkou vzdušnou vlhkostí, např. stepní sysel, poloopice, někteří vačnatci; někdy se sem řadí klidové stavy obratlovců ve vysychajících vodách (bahník) nebo pouštních plazů

## Hibernace

= přezimování, zimní spánek; stav letargie u četných skupin savců během chladného období roku; pokles teploty těla, snížení úrovně metabolismu – dýchání, tlak krve; před započítím hromadí tuky; je možný přechod ze spánku do bdělosti vlivem intenzivního vnějšího podmětu = **řízená hypotermie (heterotermie)**; např. myšivka, plši, sysel, netopýři.

*Nejdelší nepřerušovaný spánek byl pozorován u plcha velkého – 114 dní.*

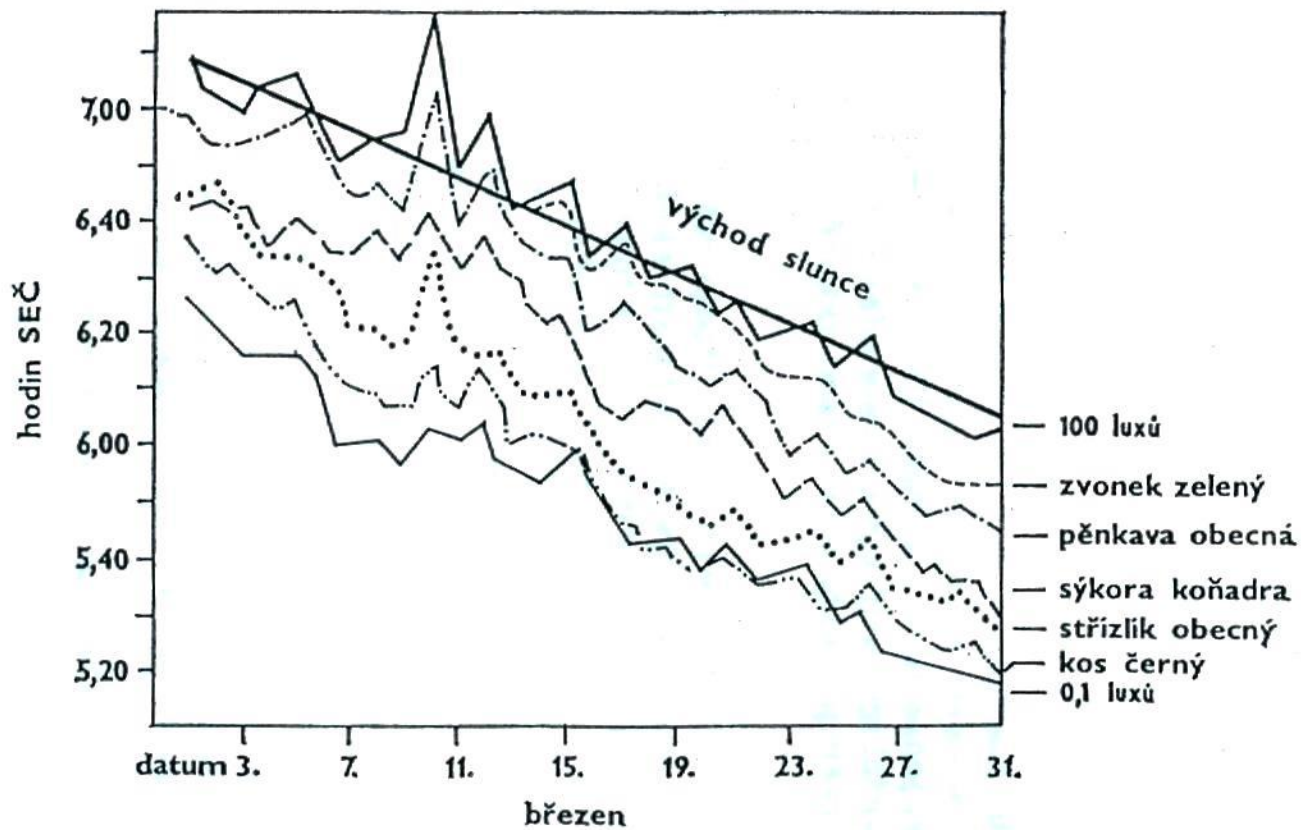
**nepravý zimní spánek** = krátké období, jen to nejnepříznivější, přerušovaný, např. veverka, medvěd, jezevec



Změny hmotnosti těla sýslů během hibernace, chovaných v konstantní teplotě (podle PENGELEYHO a ASMUNDSONA) (Losos a kol., 1984)

**Hibernace je podmíněna endogenně (vnitřně) a je často několikrát přerušována.**

# 1. Světlo: intenzita



21. Závislost začátku zpěvu některých pěvců na intenzitě světla v měsíci březnu (podle SCHEERA)



# Teplota

## Termobiologické typy živočichů

- **studenokrevní (poikilotermní, exotermní)** = produkuje málo tepla, které snadno ztrácejí, rychle přijímají teplo ze svého okolí, teplota jejich těla kolísá s prostředím; bezobratlí, ryby, obojživelníci, plazi
- **teplokrevní (homoitermní, endotermní)** = udržují svou teplotu nezávisle na změnách vnější teploty; ptáci (39-40°C), savci (36-37°C)
  - **heterotermní** = subtyp teplokrevných, v době chladu přechází do stavu strnulosti těla, kdy snižují tělesnou teplotu, dovedou ji však opět zvyšovat nezávisle na vnější teplotě, např. netopýři

# Tolerance k teplotě

- **stenotermní** = tolerují nízké rozpětí teplot
  - **oligostenotermní** = studené prostředí – hory, polární oblasti, jeskyně, studené vody (**psychrofilní**); sníh a led (**kryofilní**) např. chvostoskoci, hmyz (sněžnice) atd.
  - **mezostenotermní**
  - **polystenotermní** = teplomilní, žijí především tropech a subtropích, horkých pramenech
- **eurytermní** = tolerují široké rozpětí teplot

obecně je tolerance k teplotě větší u exotermních na druhou stranu u endotermních lze pokles teploty vzduchu kompenzovat zvýšením příjmu potravy; větší tolerance je obecně k vysokým teplotám o nízké vlhkosti než vlhkému teplu

**užší zóna aktivity** = teplotní rozmezí umožňující pohybovou aktivitu

**sociální termoregulace** = změna teploty nejbližšího vnějšího prostředí vlivem sociálního chování, např. shlukování včel, zahřívání mláďat u savců a ptáků apod.

# Odolnost proti chladu

Rezistence je podmíněna:

- ***pokryvem těla*** = srst, peří, vrstva podkožního tuku
- ***velikostí těla*** lépe řečeno povrchem těla ve vztahu k objemu (tepelné ztráty)
- ***dostatkem potravy*** která zintenzivňuje produkci tepla.
- ***adaptacemi***
  - ***chování*** – hnízda, nory, záhraby
  - ***kolektivní termoregulace*** – vzájemné zahřívání (myšovití)
  - ***pozice těla při odpočinku*** – stáčení do klubíčka

**Dolní mezní teploty zjištěné u různého hmyzu (podle různých autorů)** (Losos a kol., 1984)

Druh	Dolní mezní teplota v °C
ponravy chroustů ( <i>Melolontha melolontha</i> )	— 4
komár <i>Aedes aegyptii</i>	— 10
šváb americký ( <i>Periplaneta americana</i> )	— 15
moucha domácí ( <i>Musca domestica</i> )	— 15
housenky některých motýlů	— 40
kokony bource morušového ( <i>Bombyx mori</i> )	— 39
bourovec <i>Malacosoma americanum</i>	— 60

**Schopnost termoregulace člověka, ptáků a savců vystavených působení chladu po dobu 1 hodiny, aniž nastal pokles tělesné teploty (podle HENSELA)**

(Losos a kol., 1984)

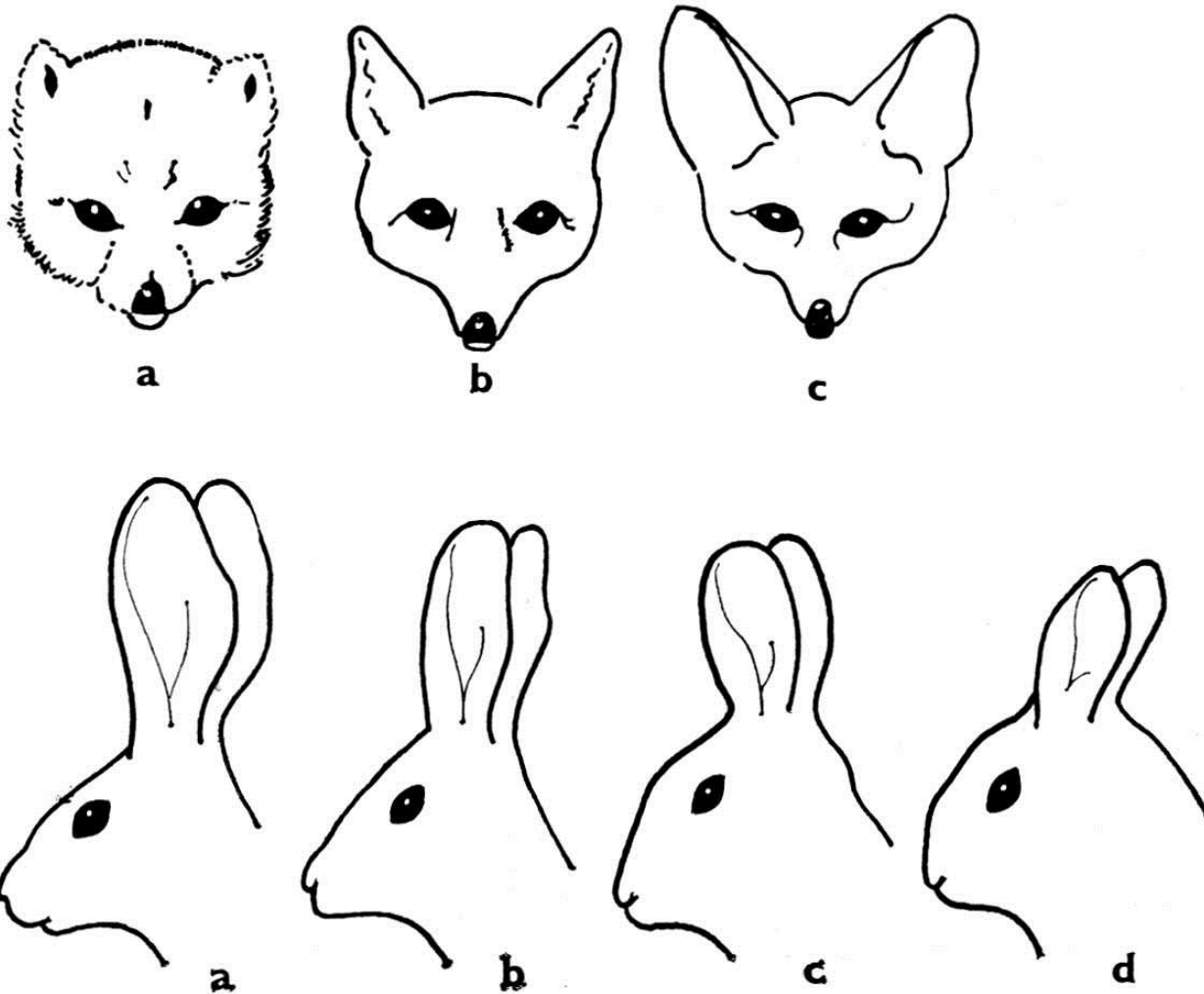
Druh	Teplota vzduchu °C	Rozdíl mezi vnější a rektální teplotou v °C
člověk – nahý	– 1	38
morče domácí ( <i>Clavia aperea</i> v. <i>porcellus</i> )	– 15	55
potkan ( <i>Rattus norvegicus</i> )	– 25	65
vrabec domácí ( <i>Passer domesticus</i> )	– 30	70
kur bankivský ( <i>Gallus gallus</i> )	– 50	90
liška polární ( <i>Alopex lagopus</i> )	– 80	120
husa velká ( <i>Anser anser</i> )	– 90	130
kachna divoká ( <i>Anas platyrhyncha</i> )	– 100	140

**Podchlazení těla pod 20°C u savců (člověk pod 28°C) má škodlivé následky končící smrtí.**

# Ekologická pravidla

- 1. Bergmannovo pravidlo** = endotermní živočichové jsou v chladnějších oblastech větší než jejich příbuzné formy žijící v oblastech teplejších; např. tučňáci, císařský (Antarktida) je vysoký přes 1,2 m (hmotnost cca 34 kg), galapážský (Galapágy) je vysoký kolem 0,5m (hmotnost cca 2,5 kg)
- 2. Allenovo pravidlo** = v chladnějších oblastech mají někteří endotermní živočichové kratší uši, zobáky, ocasy a končetiny než v teplejších oblastech;  
***podpravidlo srsti*** – žijící v chladnějších oblastech mají hustší srst než žijící v teplejších
- 3. Glogerovo pravidlo** = v teplejších a vlhčích oblastech jsou někteří endotermní živočichové tmavší (pestřejší) než jejich příbuzné formy ze sušších a chladnějších oblastí

(Losos a kol., 1984)



Allenovo pravidlo: nahoře hlavy lišek – a liška polární (*Alopex lagopus*), b liška obecná (*Vulpes vulpes*), c fenek berberský (*Fennecus zerda*); dole hlavy zajíců – a *Lepus alleni*, b z. tmavoocasý (*L. californicus*) c z. měnivý (*L. americanus*), d z. polární (*L. arcticus*; podle různých autorů)

# Vliv teploty na aktivitu

**vitální zóna** = rozmezí teplot v kterém může živočich existovat

**zóna aktivity** = rozsah teplot v kterém je živočich aktivní, lze rozdělit na několik pásem jako např. u housenky bekyně mnišky:

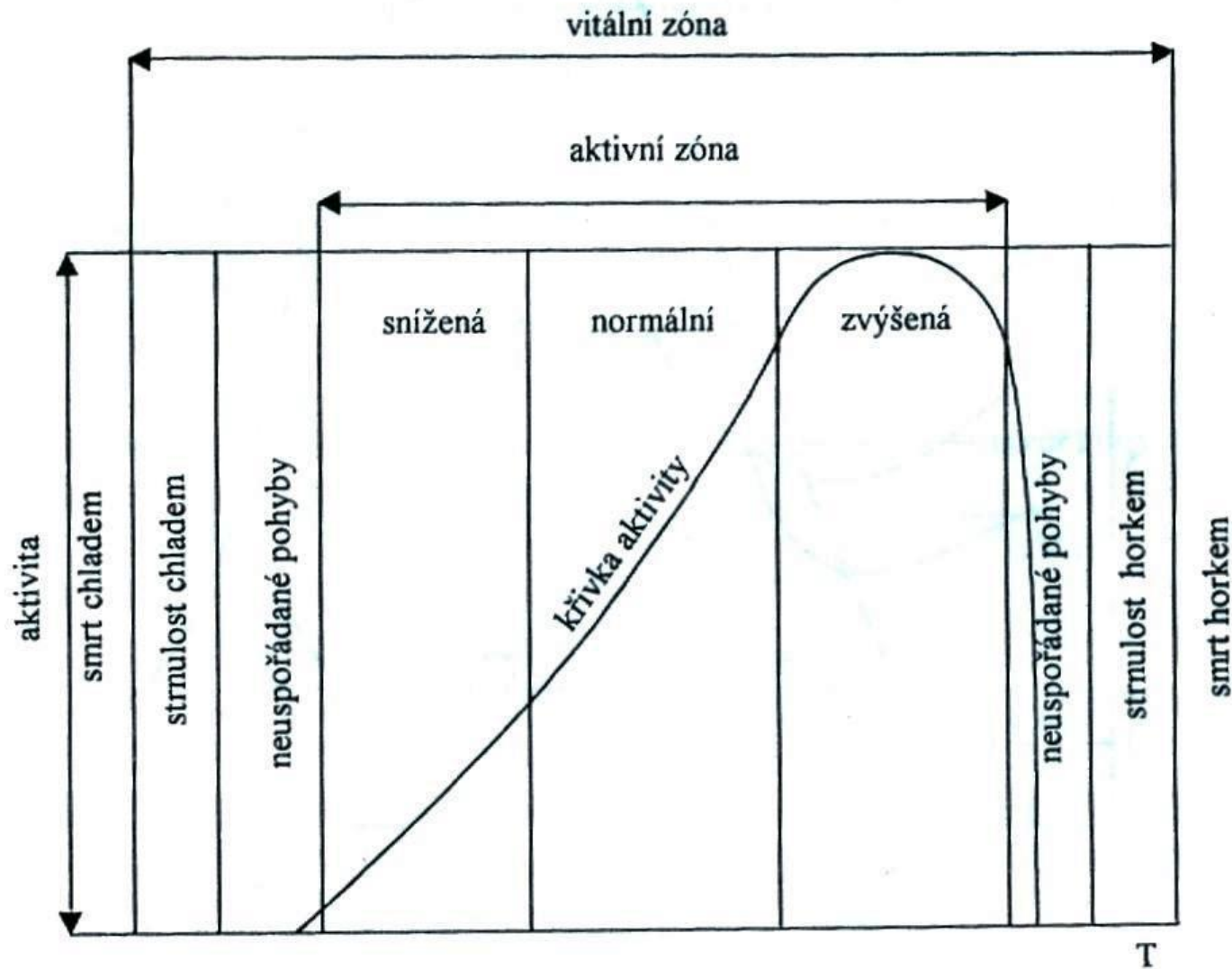
- spodní zóna neuspořádaných pohybů = nahodilý pohyb končetin
- zóna snížené aktivity = pomalý uspořádaný pohyb
- zóna normální aktivity = optimum, normální aktivita
- zóna zvýšené aktivity = trhavé pohyby, neklid způsobený vysokou teplotou
- horní zóna neuspořádaných pohybů = opět nepravidelné nahodilé pohyby bez přemístování

mnozí endotermní živočichové zachovávají konformně se změnami teploty

## ***denní rytmus***

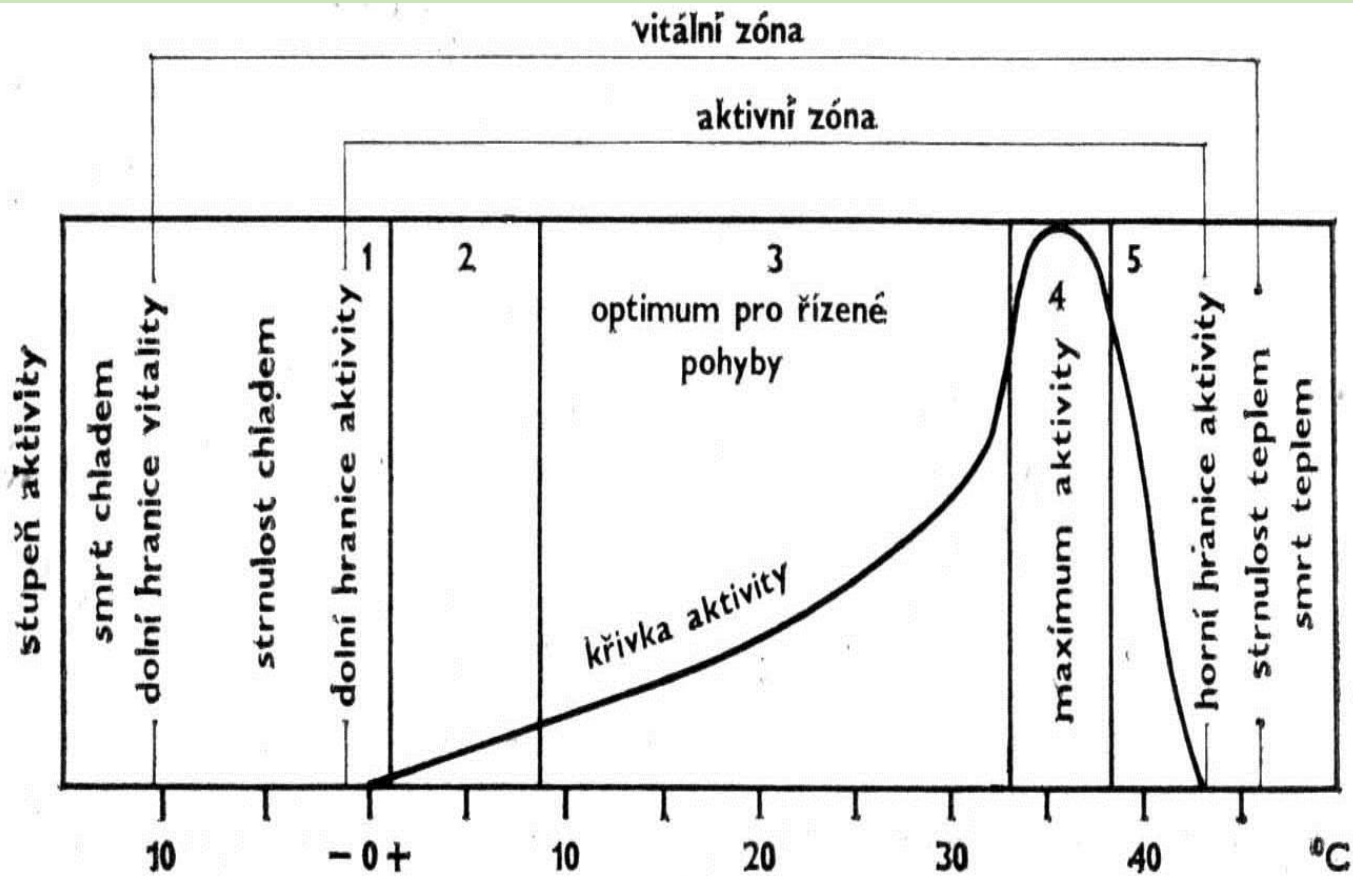
kromě pohybové aktivity je teplotou ovlivňována i **potravní aktivita** – se stoupající teplotou endotermní zvyšují příjem potravy až do teploty která začíná jejich potravní aktivitu brzdit; exotermní naopak přijímají více potravy v chladnějším období (produkce tepla), v teplejším období více pijí.

## 2. Teplota: studenokrevní



Obr. 8 Grafické znázornění závislosti aktivity na teplotě u poikiloterního druhu živočicha

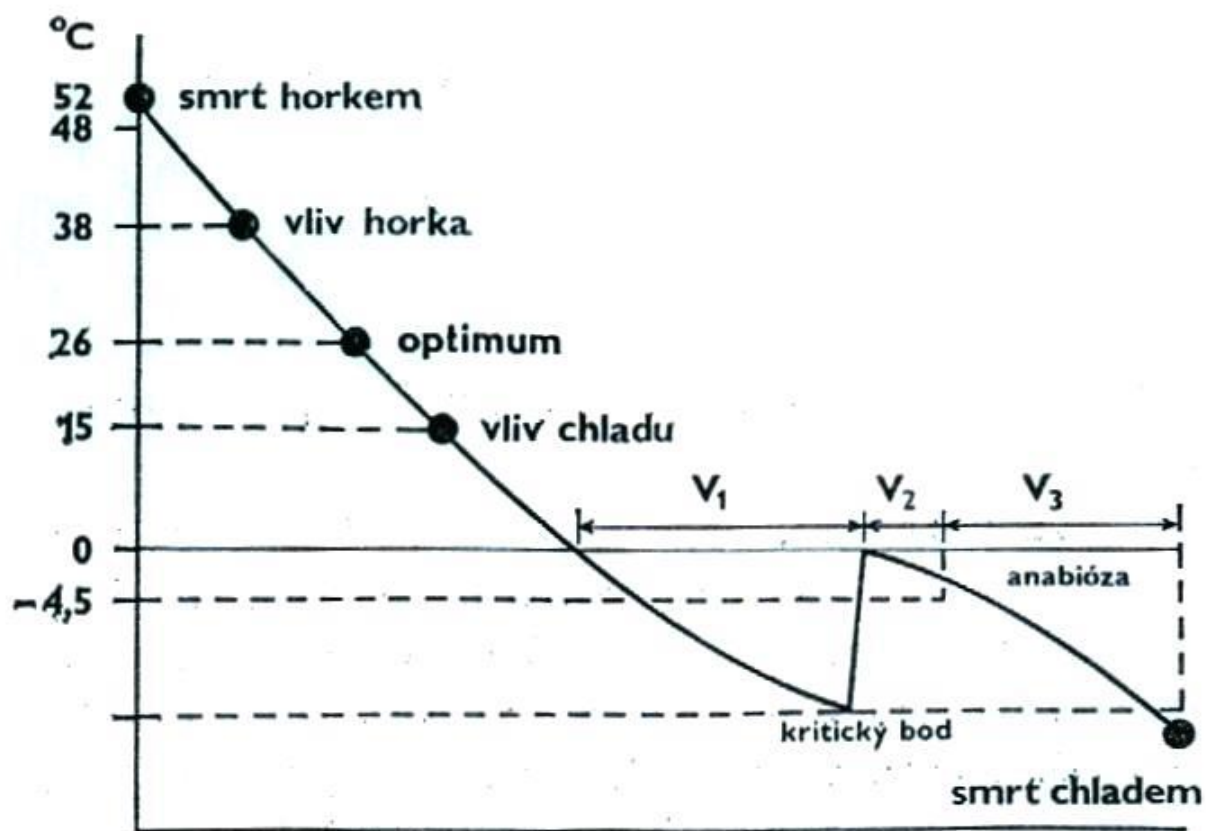




(Losos a kol., 1984)

Křivka aktivity housenek bekyně mnišky (*Lymantria monacha*) v závislosti na teplotě vzduchu

- 1 spodní zóna neuspořádaných pohybů** - nahodile pohybují končetinami na místě
- 2 zóna snížené aktivity** - normálně se pohybují
- 3 zóna normální aktivity**
- 4 zóna zvýšené aktivity** - jsou neklidné s trhavými pohyby
- 5 horní zóna neuspořádaných pohybů** - nepřemísťují se, pohyby nepravidelné



22. Změny teploty těla hmyzu v závislosti na změnách teploty vzduchu:  $V_1$  podchlazení tělních tekutin,  $V_2$  mrznoucí tělní voda,  $V_3$  zmrznutí tělních tekutin (podle BACHMETJEVA)

# Tolerance k vlhkosti

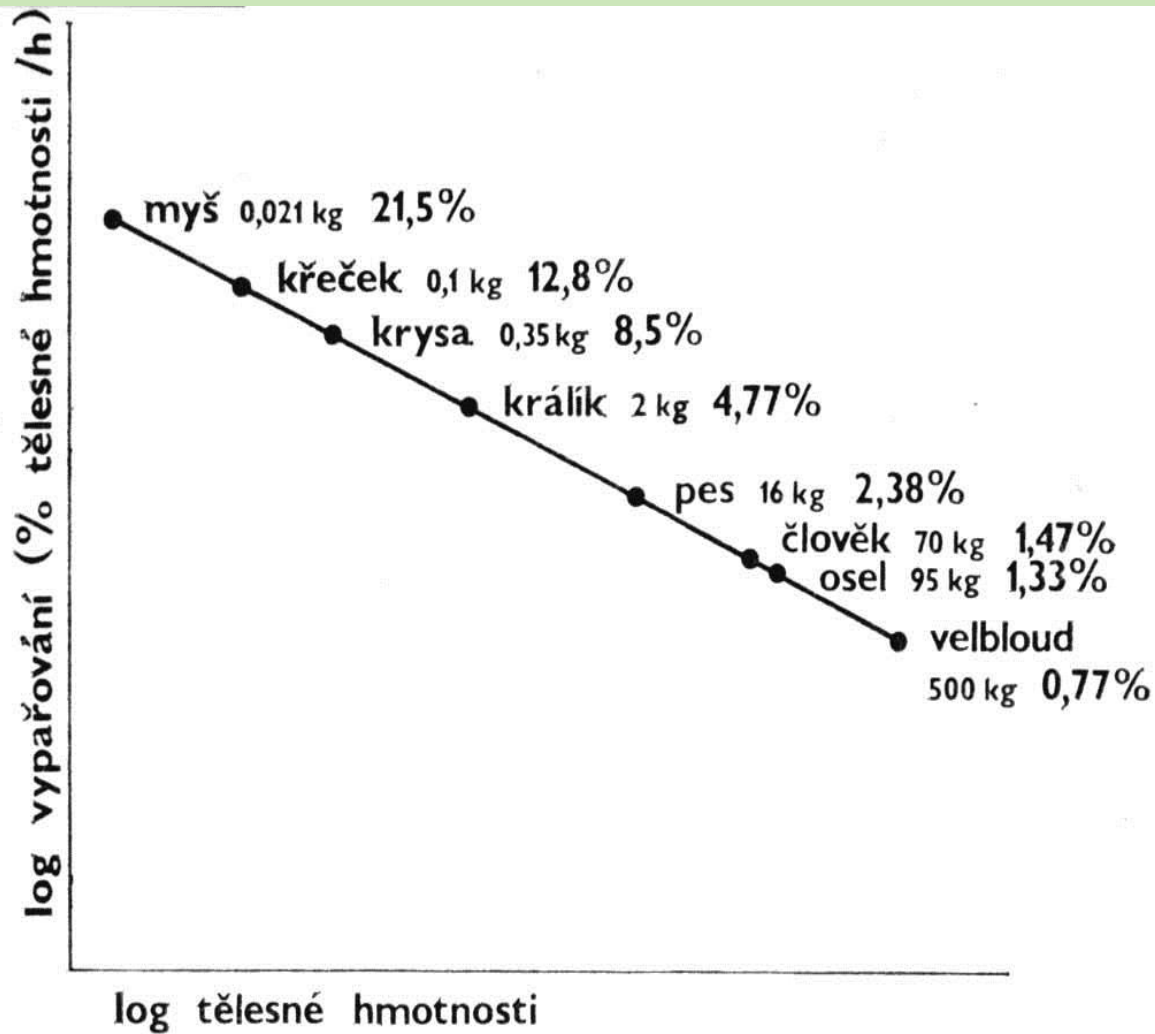
dle tolerance k vlhkosti dělíme živočichy na:

- **stenohygrické** = nesnášejí kolísání vlhkosti
    - **vlhkomilné (hygrofilní)** – potřebují vysokou vlhkost, preferují vlhká až mokrá stanoviště, např. obojživelníci
    - **mezofilní** – nesnáší ani příliš suché ani příliš vlhké prostředí
    - **suchomilné (xerofilní)** – žijí na suchých stanovištích, např. pouště, polopouště, skály
  - **euryhygrické** = nenáročné na vlhkost
- Hydrofyty, hygropyty, mezofyty, xerofyty (sklerofyty, sukulenty)

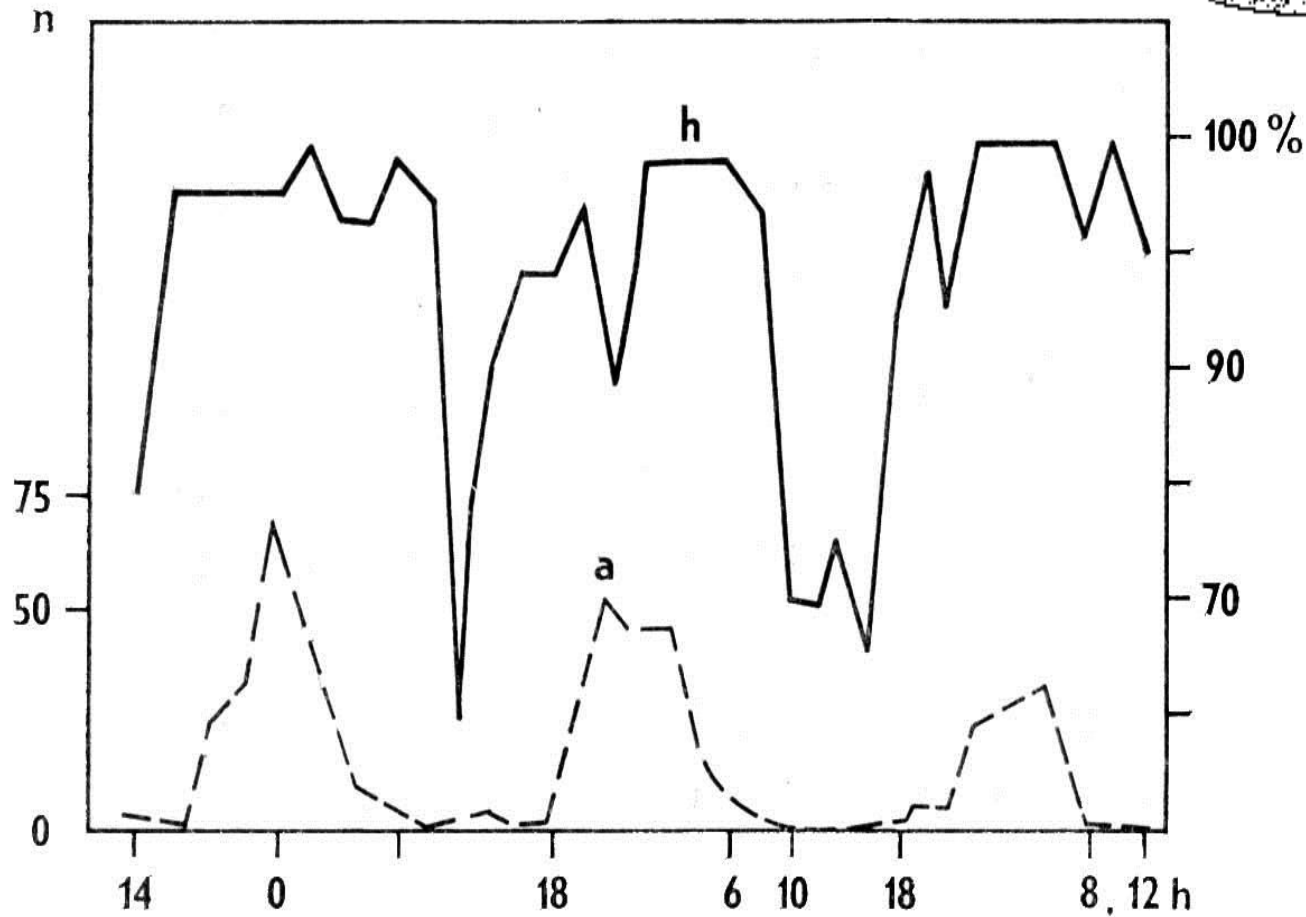
# Ochrana proti ztrátě vody

Větší ztrátu vody snesou exotermní živočichové – hmyz 30-70 %, žížaly až 62 %, slimák až 80 %; zvláště velkou ztrátu snesou vodní bezobratlí ve stavu ***anabiózy***, z endotermních snáší větší ztrátu vody myš domácí až 27 %, velbloud, ovce až 32 %.

- **morfologická přizpůsobení** = nepropustný tělní pokryv, redukce potních žláz, světlejší zbarvení, uložení dýchacích orgánů do dutin, vytváření ochranných obalů
- **fyziologická přizpůsobení** = vylučování pevných urátů (urikotelní), koncentrované a suché výkaly u stepních a pouštních živočichů atd.
- **etologická přizpůsobení** = vertikální migrace, změna doby aktivity



Ztráty vody během 1 hodiny pobytu v teplotě vzduchu 40 °C v závislosti na hmotnosti těla různých savců a člověka. U každého druhu savce uvedena průměrná hmotnost (podle FRANKELA a SCHMIDT-NIELSENA) (Losos a kol., 1984)



Rytmus aktivity slimáčka polního (*Deroceras agreste*; a) v závislosti na změnách vlhkosti vzduchu během 24 hodin (h); n počet aktivních jedinců (podle RICOU) (Losos a kol., 1984)

# Atmosférický tlak

dle tolerance k tlaku dělíme živočichy na:

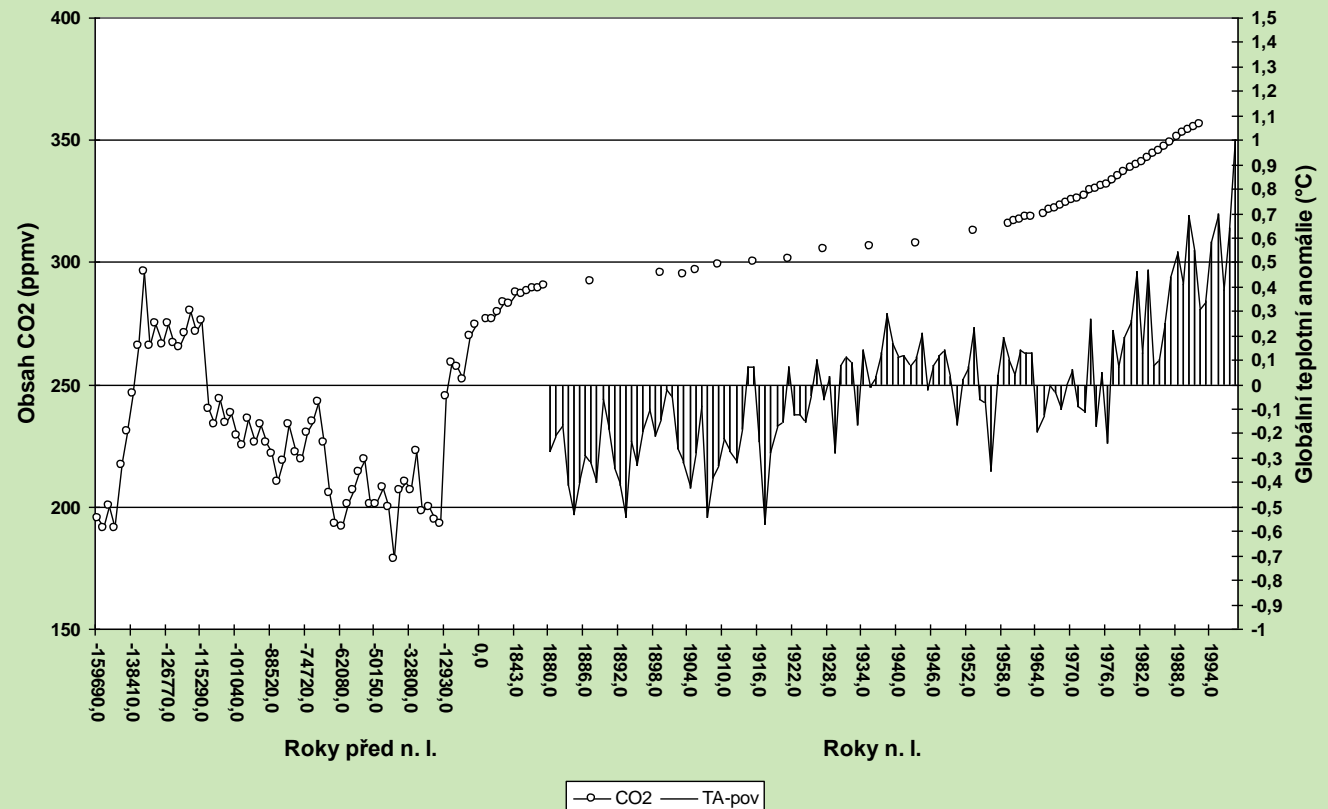
- **stenobarní** = nesnášejí větší kolísání tlaku, jsou vázáni na určitou výškovou zónu, hlavně ptáci a savci; snížení tlaku u nich zvyšuje úmrtnost a u samců snižuje potenci, snižuje se hmotnost těla vlivem zvýšené transpirace
- **eurybarní** = tolerují snížení tlaku i rychlé změny tlaku, především bezobratlí; snížení tlaku může uspíšit líhnutí, mnohý krev sající hmyz je při snížení tlaku (před bouřkou) aktivnější a agresivnější; velmi odolní změnám tlaku jsou i někteří ptáci, např. kondor byl zaznamenán ve výšce přes 8000 m

# Kyslík a oxid uhličitý

na souši je kyslík v dostatku, pouze v nejvyšších nadmořských výškách je vzduch méně prokysličen; nedostatek může kromě životních funkcí ovlivnit také zbarvení těla motýlů;

obsah CO<sub>2</sub> kolísá v závislosti na intenzitě biologických procesů (0,027-0,033%) a činnosti člověka (v aglomeracích až 10x více), extrémní zvýšení může být důvodem úhynu

*Globální roční povrchové teplotní anomálie od průměrné teploty 8.5 °C za období 1880-1999 a vývoj průměrných ročních atmosférických koncentrací CO<sub>2</sub> během posledních 160000 let, které byly určeny z obsahu CO<sub>2</sub> v ledovci na stanicích Vostok, Siple (1744-1953) a z měření na stanici Mauna Loa (1959-1992)*





# Proudění vzduchu

především má význam horizontální proudění (advekce), pro plachtění i vertikální (konvekce), vítr vyvolává různé směrové a pohybové reakce –

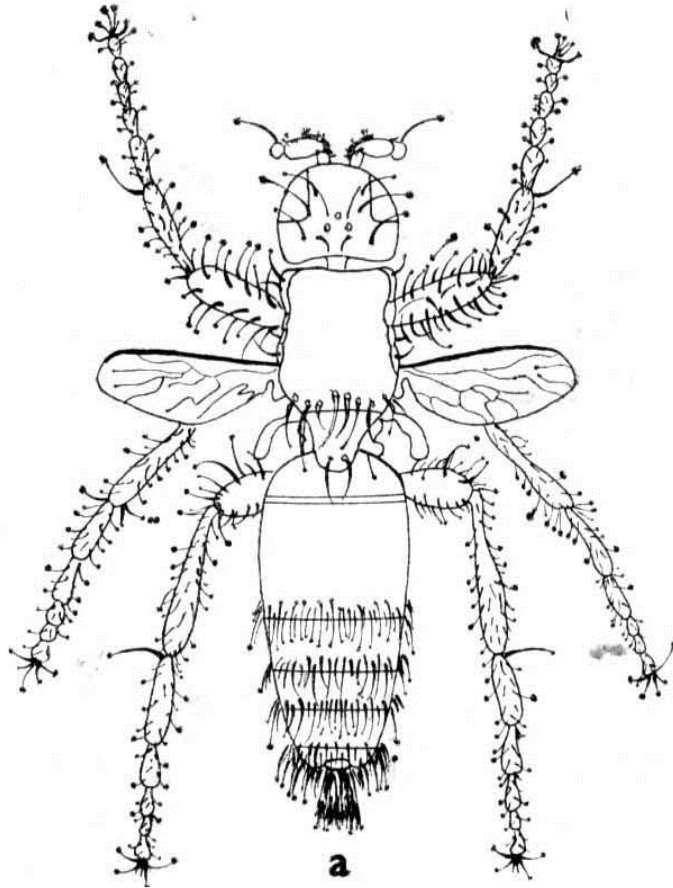
## **anemotaxe**

- **pozitivní** = pohyb po větru
- **negativní** = pohyb proti větru

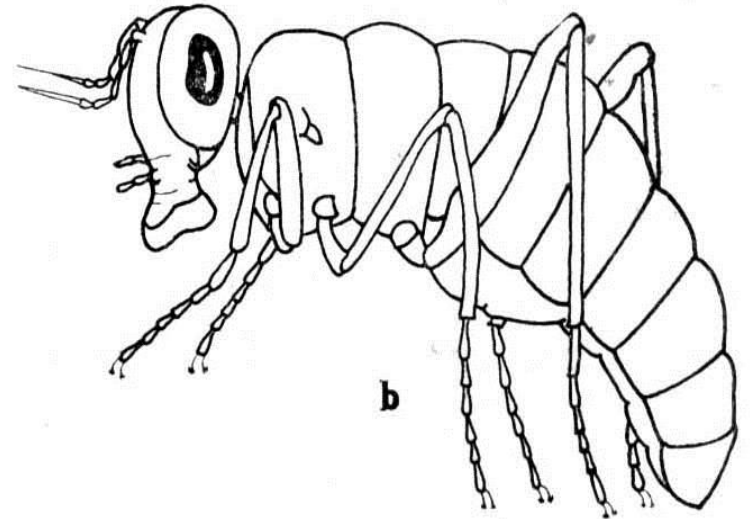
## **adaptace hmyzu na dlouhodobé působení větru:**

- **mikropterismus** = redukování křídel
- **apterismus** = vývin bezkřídlých forem
  - **horský** = v drsném klimatu nad horní hranicí lesa, podmínky nutí k terikolním adaptacím a hygrofilií, při prodloužení metamorfózy dochází k zakrnění křídel
  - **ostrovní** = obrana před zanesením nad moře

**Mikropterní (a) a apterní (b) formy hmyzu na ostrovech: a) moucha *Paractora dreuxi*, b) moucha rodu *Calycopteryx*.**



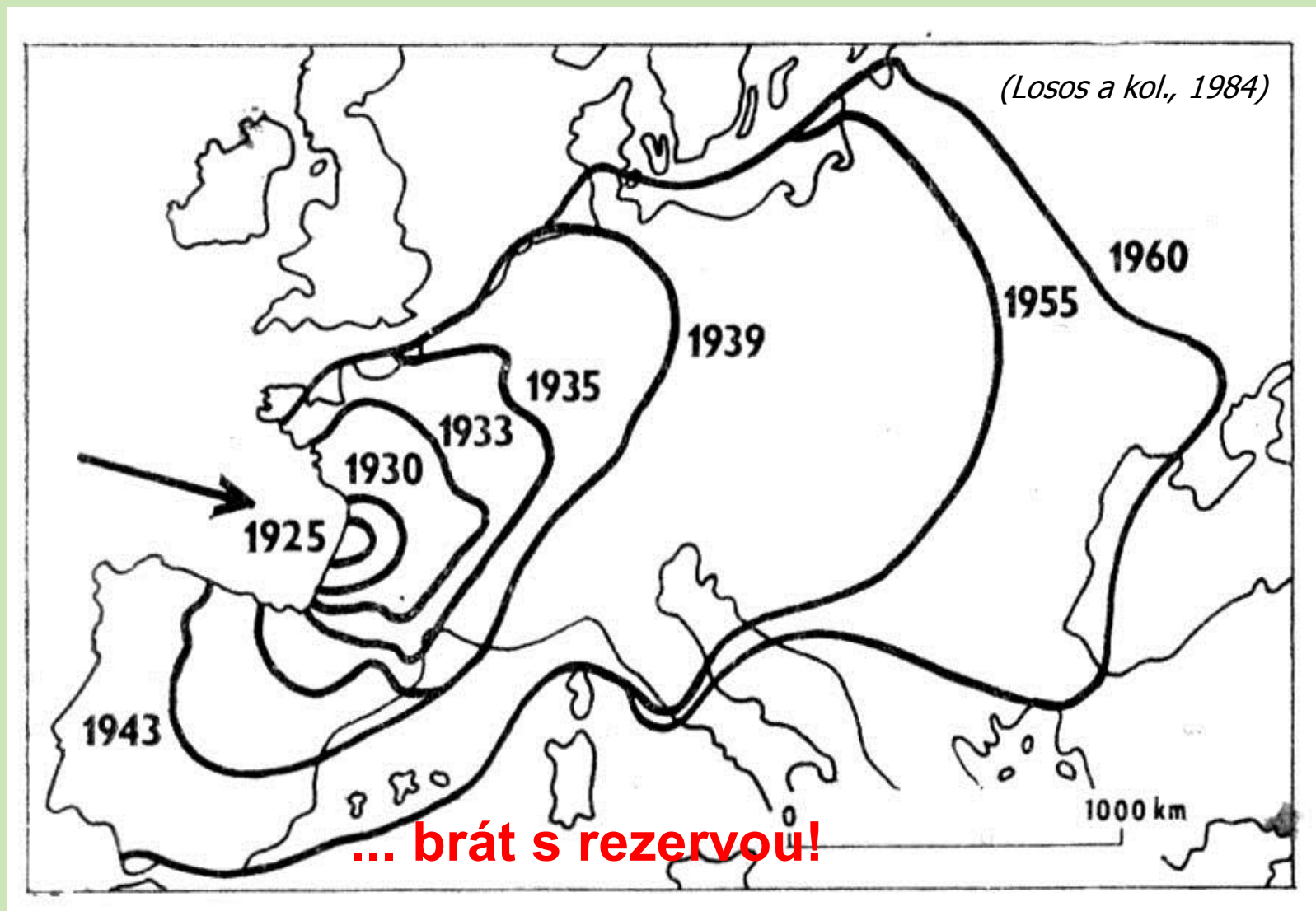
(Losos a kol., 1984)



## Vliv větru na rozšiřování živočichů

pasivní přenášení živočichů větrem = **anemochorní transport**, týká se zejména malých živočichů, zvláštním případem je ***anemochorní transport hospodářských škůdců*** – např. mandelinka bramborová, bekyně velkohlavá.

Příklad zavlečení a rychlé rozšíření vlivem západních větrů  
mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*) v Evropě  
(podle Nowaka)



# Použitá literatura:

- Čermák P., Ernst M.: Ekologie živočichů – soubor presentací přednášek, ÚOLM MZLU v Brně, Brno, 2003.
- Losos, B. a kol.: Ekologie živočichů, SPN, Praha, 1984, 320 s.