

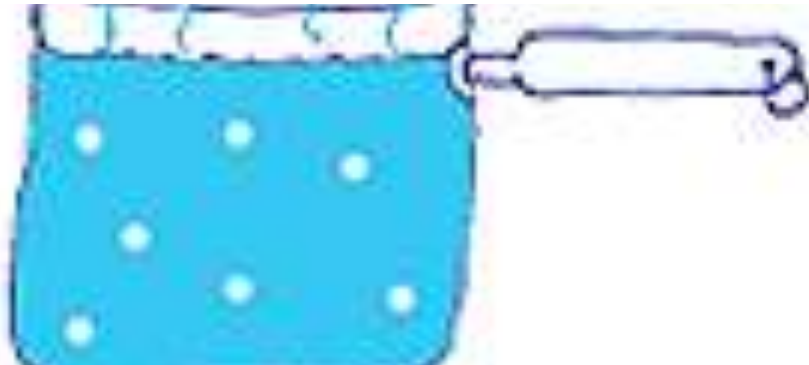
4/10

ТЕПЛОТА



Teplo x teplota

Oba hrnce mají stejnou teplotu !!
ALE...



...hrníček má méně tepla

hrnec více tepla

Co je teplota? Co je teplo?

Teplota x teplo

- **Teplota** je číslo vyjadřující míru střední **kinetické energie pohybujících se částic** dané hmoty (jednotka = °C, K).
 - - popisuje **stav** systému
- **Teplo** je vnitřní energie, která může být předána **z teplejšího na chladnější** objekt (jednotka = Joule).
 - - popisuje **změnu** termodynamického stavu systému (výměnu energie)

Teplota vzduchu - charakteristiky

- 1. Teplota aktuální**
- 2. Teplota průměrná** - denní, měsíční, roční
- 3. Teplota normální** tzv.teplotní normály
- 4. Teplota minimální a maximální**
(amplituda)
- 5. Teplotní sumy**

1. Teplota aktuální

- Aktuální: v čase měření
- Termínová: 7, 14, 21 SMČ
 - Výška měření
 - Zastínění teploměru

2. Průměrné teploty

Vzduch

Půda

$$\bar{t}_d = \frac{t_7 + t_{14} + 2 * t_{21}}{4}$$

$$\bar{t}_d = \frac{t_7 + t_{14} + t_{21}}{3}$$

$$\bar{t}_n = \frac{\sum_{i=1}^n t_d}{n}$$

kde n = počet dnů (5, 10, m, r)

3. Teplotní normály

- 1961-1990
- 1971-2000
- 1981-2010
- 1991-2020

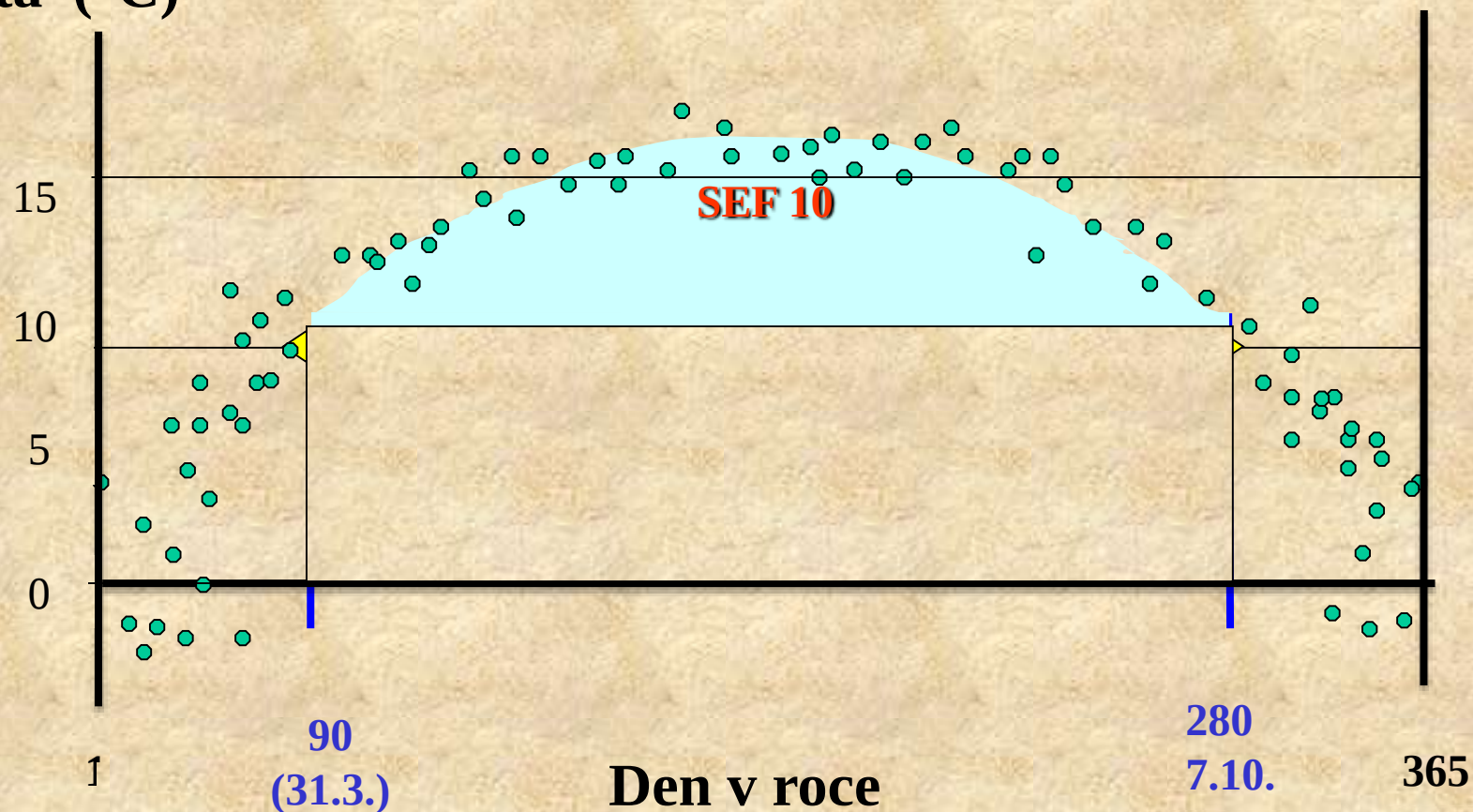
4. Teplota minimální a maximální

$$\textit{Amplituda} = t_{\max} - t_{\min}$$

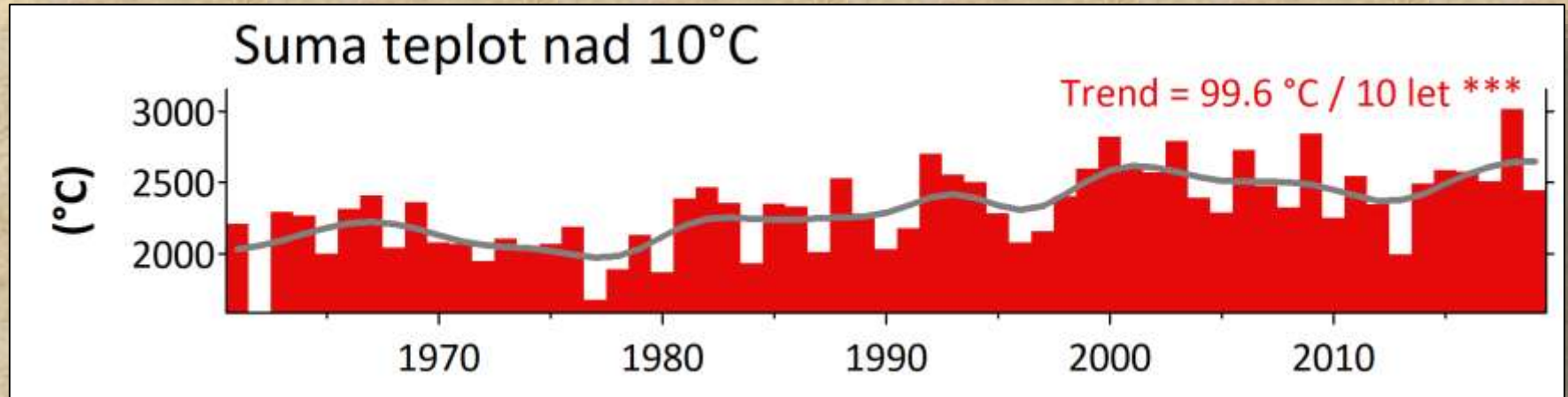
5. Teplotní sumy

TS 0, TS 5, **TS 10**, TS 15
SEF 5 SEF 6, SEF 7....**SEF 10**

Průměrná denní
teplota (°C)



Mění se teplotní sumy (TS10)?

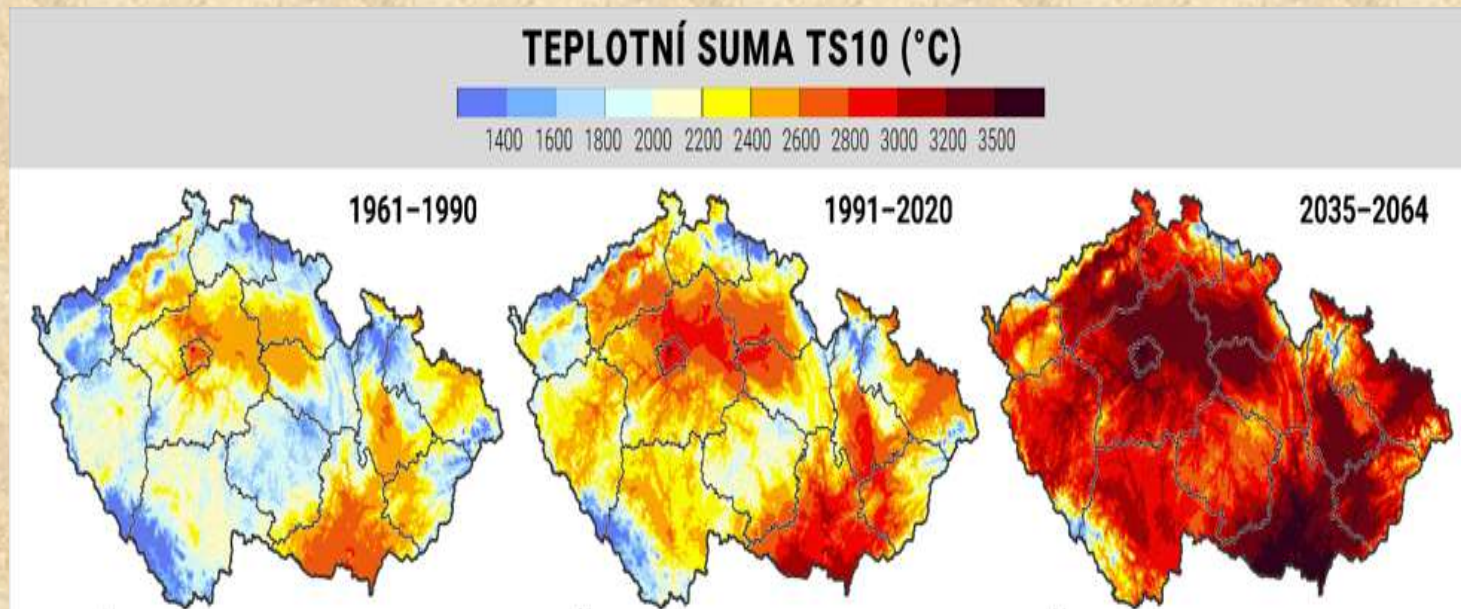


současné sumy teplot jsou o pětinu vyšší než v 60. letech 20. století

- Změna z hlediska nároků dřevin
- Vliv na dosažení potřebných hodnot pro vývojové fáze

Mění se TS 10 ?

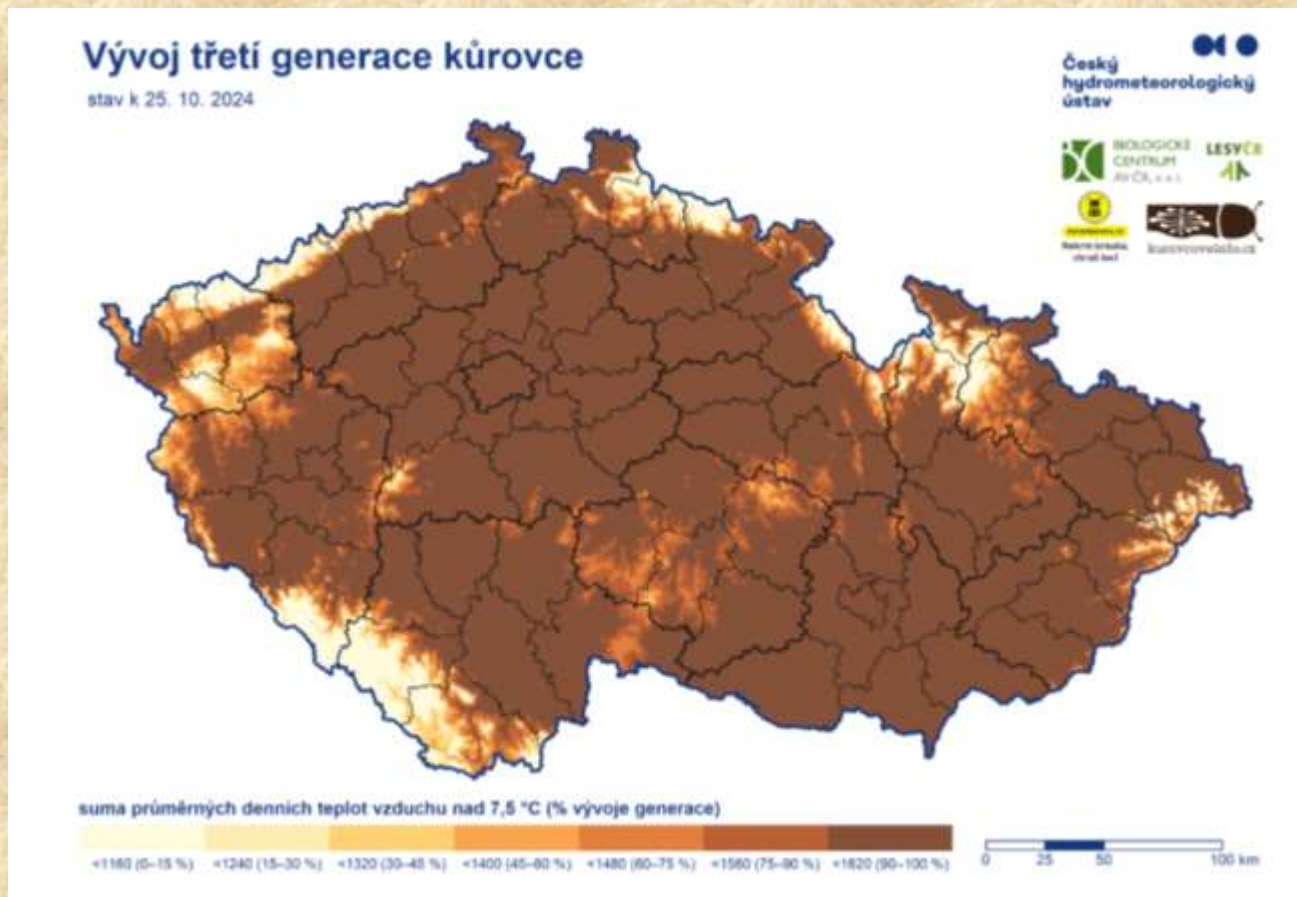
Trend 100 °C/10 let



SEF – vývoj organizmů
(rostlin i škůdců)
Kůrovce sledují 3 weby

1. Kůrovec – efektivní teploty 2024

<https://info.chmi.cz/bio/mapy.php?type=kurovec>



práh jarního startu 7,5°C

První jarní rojení už za 60 °C (larva dokončuje vývoj z podzimu)

Další generace 540 °C, dalších 540 °C atd.

2. www.nekrmbrouka.cz



DESATERO LEGISLATIVA CENA KONTAKT
LESA



info@nekrmbrouka.cz • +420 605 202 101

NEKRMBROUKA.CZ

KŮROVCOVÁ KALAMITA, OHROŽENÍ VŠECH LESŮ

Vlivem dlouhodobého sucha je rozvojem kůrovcové kalamity
ohrožena většina porostů se zastoupením smrků

Kůrovcová výstraha
Aktuální situace (1. 10. 2024)

Rojení je ukončeno. Co nejdříve, ale nejpozději do
jarního rojení, je potřeba zpracovat veškeré
kůrovcové stromy napadené v sezóně 2024.

Dlouhodobá prognóza

V průběhu podzimu a zimy se budou objevovat podle
loupající se kůry stromy napadené v srpnu a počátku
září. Doporučujeme proto nadále provádět kontroly
porostů s kůrovcovou historií.

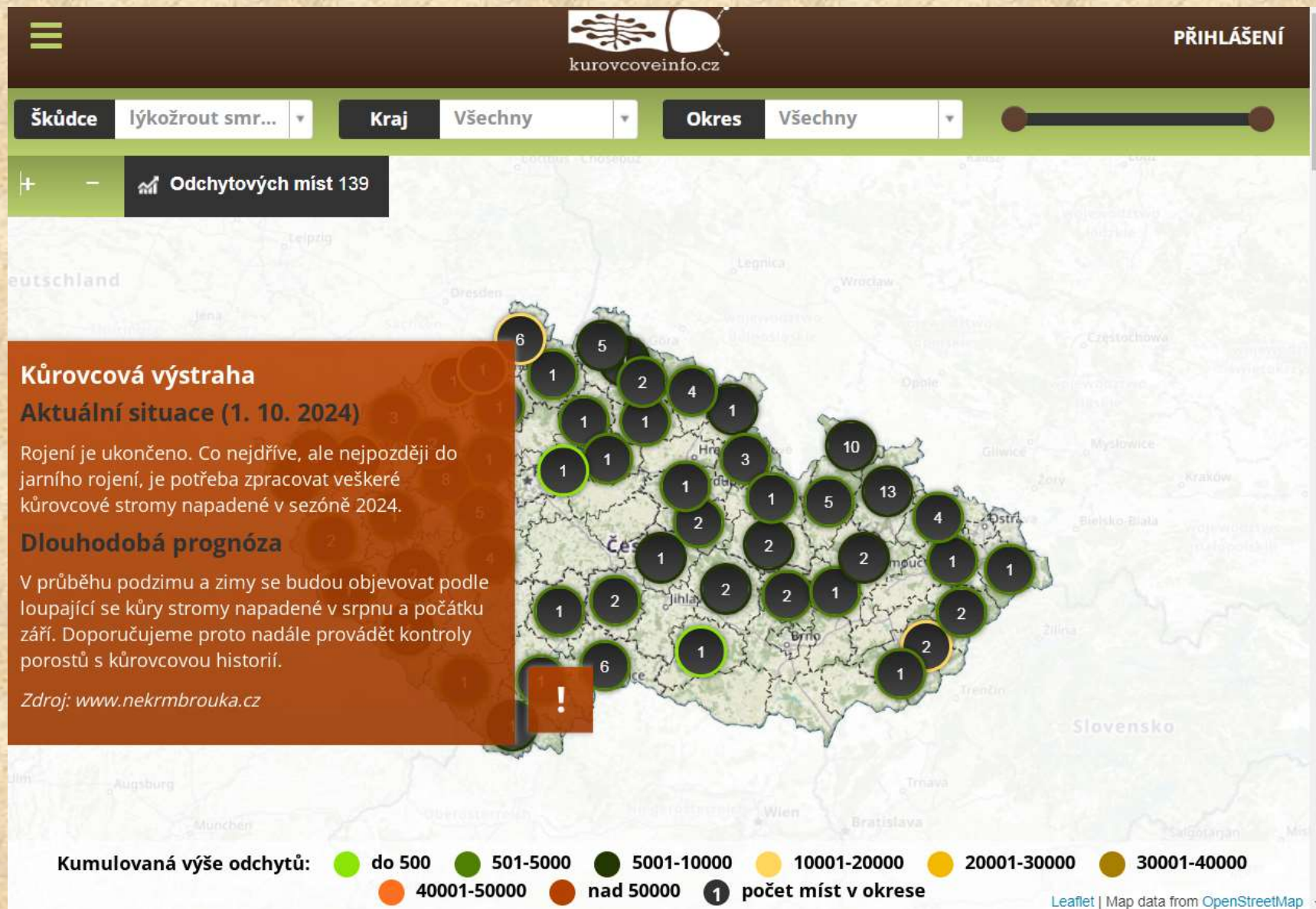
Zdroj: www.nekrmbrouka.cz

NEPODCEŇUJTE SITUACII!



JSTE VLASTNÍKEM LESA? CHRAŇTE LES!

3. www.kurovcoveinfo.cz



Feromonový lapač instaluje se týden před rojením, klidně v nižších polohách i v polovině dubna



Změna teploty s výškou

Teplotní gradienty

– změna teploty s výškou na 100 m

- a) Vertikální gradient – vzduch se nepohybuje
- b) Klimatický gradient – vliv zemského povrchu
- c) Adiabatický gradient – vzduch vystupuje nebo sestupuje

Teplotní vertikální geometrický gradient

vzduch nestoupá ani neklesá

$$y_g = \frac{dt}{dz}$$

t = teplota

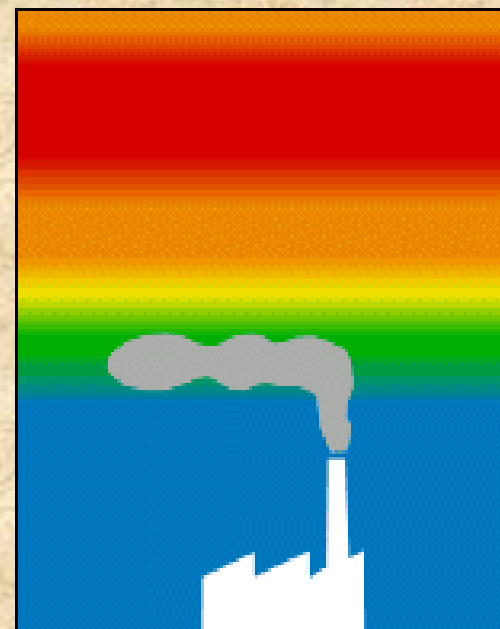
$$dt = t_2 - t_1$$

z = výška

$$dz = z_2 - z_1 = 100$$

- Průměrná hodnota = 0,65°C
- izotermie (0°C), inverze (záporná hodnota)

Příklady inverze



At 6 a.m.



Klimatický gradient (nadmořský výška)

$$y_k = \frac{dt}{dz}$$

Klimatický gradient

Měsíc Klimatický teplotní
gradient

1	0,47
2	0,52
3	0,63
4	0,73
5	0,74
6	0,75
7	0,72
8	0,69
9	0,63
10	0,56
11	0,52
12	0,49

- Přepočty na nadm. výšku
- Teplotní limit výskytu vegetace

Sněžka 1603 m n.m.



Pec pod Sněžkou 828 m n.m.

—

Růžová hora 1340 m n. m.

—

Růžová hora 1340 m n. m.

—

Sněžka 1588 m n.m.

Sněžka (1603 m n.m.)



1550 m n.m.
alpínská vegetace

Sněžka
(1603 m n.m.)

1300 m n.m.
smrk – menší fenotyp



**Vědci: Hranice lesa v Krkonoších
oteplováním stoupá půl výškového
metru za rok**



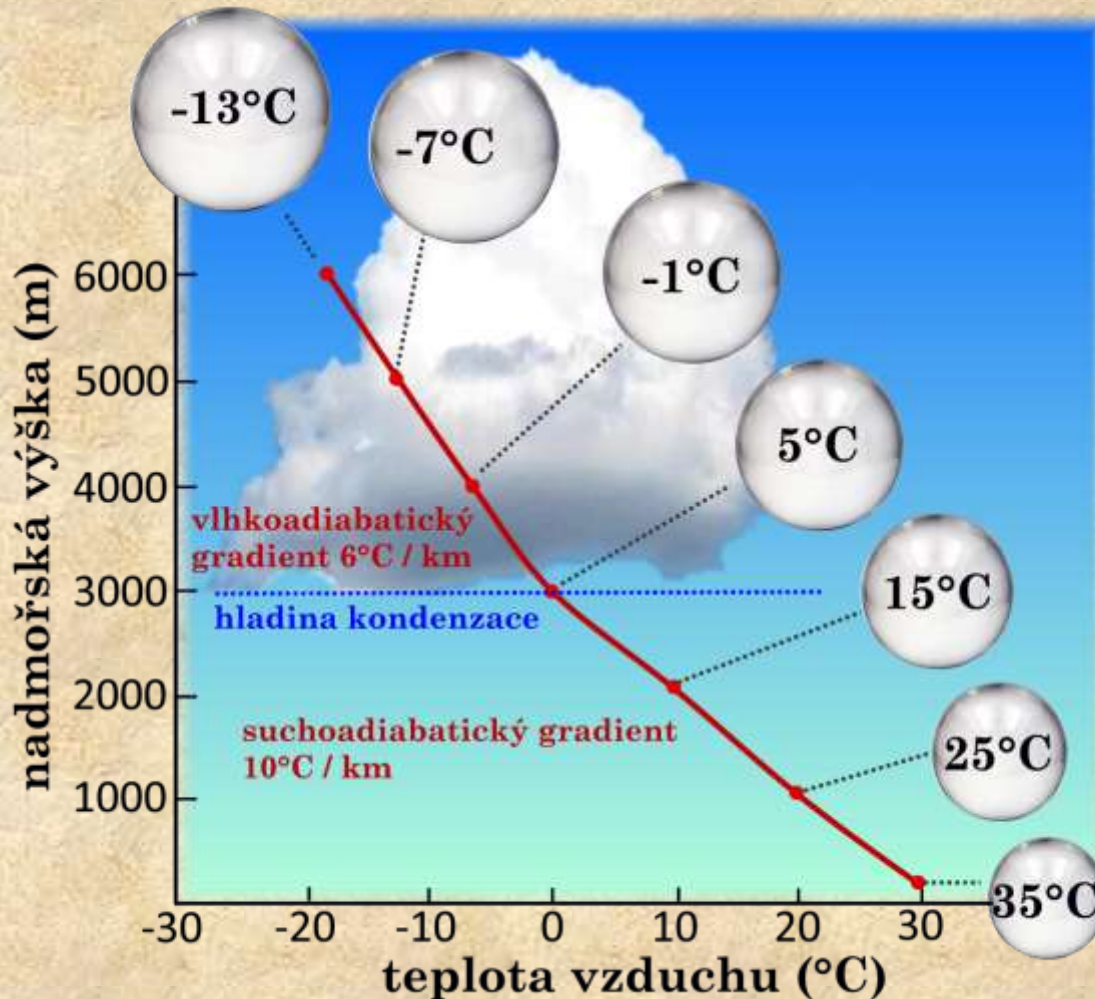
Adiabatický gradient

vzduch vystupuje nebo sestupuje

$$\gamma_a = \frac{dt}{dz}$$

- Suchoadiabatický 1,0°C/100 m
- Nasyceně adiabatický 0,6°C/100 m

Adiabatický gradient



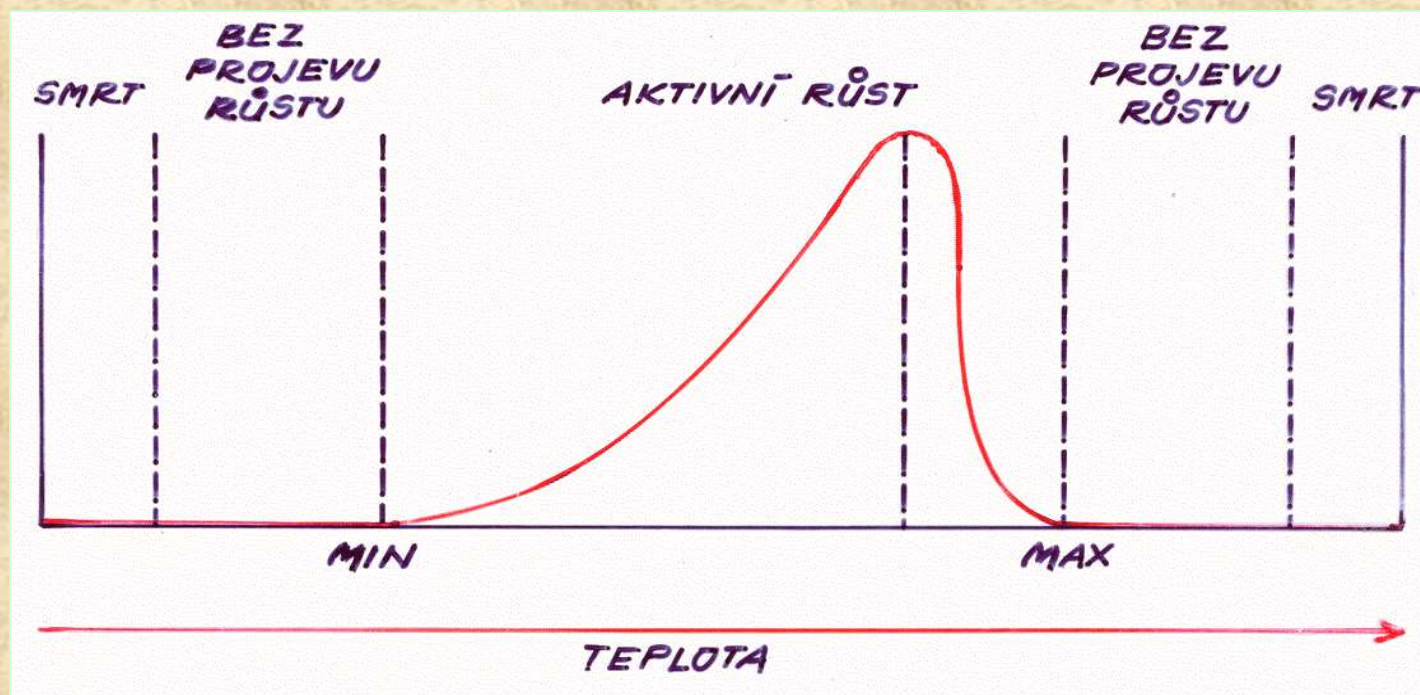
Suchoadiabatický
1,0°C/100 m

Nasyceně
adiabatický
0,6°C/100 m

Hladina kondenzace:
$$h_k = 122 (t - \tau)$$

Teplota vzduchu, rostliny a živočichové

Vztah teploty a životních procesů rostlin



Kardinální teploty

- a) minimum pro klíčení**
- b) začátek růstu**
- c) zimní odolnost**
- d) odolnost proti jarním mrazíkům**
- e) odolnost proti přehřátí**

a) minimum pro klíčení

teplota půdy !

- činnost mikroedafonu je zahájena nad 5 °C
- plně probíhá až po 8-10 °C

Minimum pro klíčení (°C) - příklady

Semenáčci

(maximálně
jednoleté rostlinky
vzešlé ze semene)

x sazenice

(nad 1 rok)

V lese max.

2 % přežijí

(biot a abiot faktory)

Minimum

5 - 7 °C

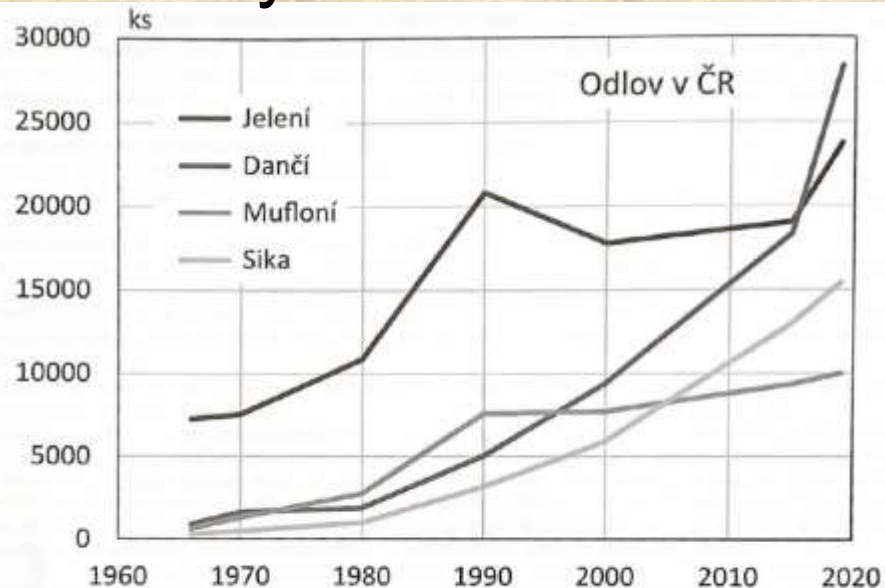
Optimum

20-25 °C

Maximum

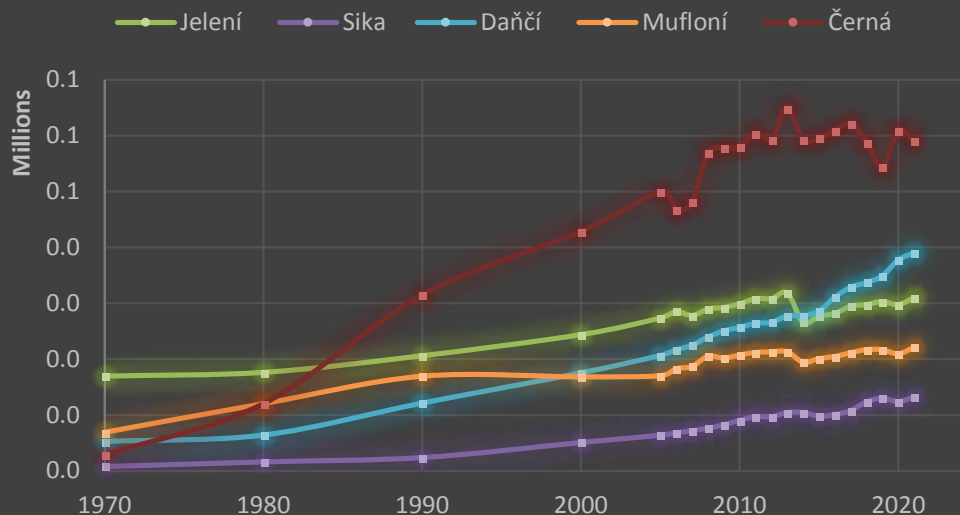
40 °C

Biotický faktor č. 1



Obr. 3 Výše odlovu vybraných druhů spárkaté zvěře na území ČR v období 1966-2020 zdroj: ÚHÚL, <http://www.uhul.cz/ke-stazeni/ostatni/myslivecke-statistiky-od-roku-1960>)

Jarní kmenové stavy (ks)



Minimum pro klíčení (°C) - příklady

Minimální, maximální a optimální teploty půdy pro klíčení různých kulturních rostlin (°C)

Semenáčci

(maximálně
jednoleté rostlinky
vzešlé ze semene)

x sazenice

(nad 1 rok)

V lese max.

2 % přežijí

(biot a abiot faktory)

Minimum

5 - 7 °C

Optimum

20-25 °C

Maximum

40 °C

		MIN	OPT	MAX
žito	<i>Secale cereale</i>	1 – 2	25 – 30	30 - 37
cibule	<i>Allium cepa</i>	1 – 2	15	30
hrách	<i>Pisum sativum</i>	2 – 3	25 – 30	30 – 32
bob	<i>Vicia faba</i>	2 – 3	20 – 25	30 – 35
řepka	<i>Brassica napus</i>	2 – 3	20 – 30	30 – 35
len	<i>Linum usitatissimum</i>	2 – 3	25 – 30	37 – 44
konopí	<i>Cannabis sativa</i>	2 – 3	25 – 28	30 – 35
jetel	<i>Trifolium pratense</i>	2 – 3	31 – 37	37 – 44
ječmen	<i>Hordeum vulgare</i>	2 – 4	20 – 25	30 – 37
salát	<i>Lactuca sativa</i>	2 – 4	15	25
oves	<i>Avena sativa</i>	3 – 5	25 – 30	30 – 37
mrkev	<i>Daucus carota</i>	4 – 5	22	30
řepa	<i>Beta vulgaris</i>	6 – 8	20 – 25	35
kukuřice	<i>Zea mays</i>	8 – 10	32 – 35	44 – 50
brambory	<i>Solanum tuberosum</i>	8 – 10	19 – 24	30 – 35
rýže	<i>Oryza sativa</i>	10 – 12	30 – 37	40 – 42
tabák	<i>Nicotiana tabacum</i>	13 – 14	28	35
okurek	<i>Cucumis sativus</i>	16 – 19	31 – 37	44 – 50
meloun	<i>Cucumis melo</i>	16 – 19	30 – 40	45 - 50

b) začátek růstu

- **Biologická nula** BN
průměrná denní teplota - kdy
fotosyntéza převyší dýchání
 - **Aktivní teplota** AT
 - **Efektivní teplota** $ET = AT - BN$
- ! Teplotami rozumíme průměrné denní teploty !

$$SET (SEF) = \text{suma } ET (EF)$$

Začátek růstu (Biologická nula)

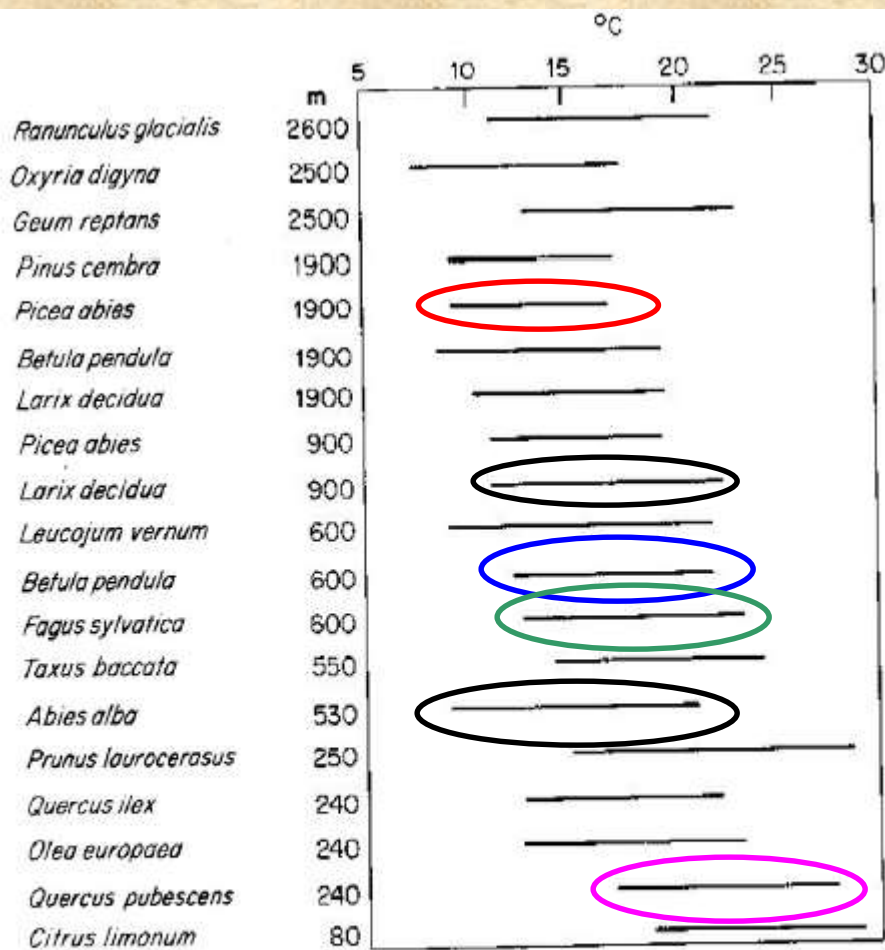


FIG. 5.7. Optimum temperature ranges for net photosynthesis at low radiant flux density (70 W m^{-2}), in species originating from warm temperate lowland (80–250 m), mountain valley (530–900 m), treeline (1900 m) and high mountain (2500–2600 m) regions of the Alps. At higher radiant flux densities, each optimum temperature range tends to move upwards by several degrees (redrawn from Pisek *et al.*, 1973).

-Smrk ztepilý (*Picea abies*)

- modřín opadavý (*Larix decidua*)

-Bříza bělokorá (*Betula pendula*)

-Buk lesní (*Fagus sylvatica*)

-Jedle bělokorá (*Abies alba*)

-Dub pýřitý (*Quercus pubescens*)

-Souvisí s intenzitou záření !

c) zimní odolnost

AKLIMATIZACE x ADAPTACE

Aklimatizace je přizpůsobení jedince

- přežití jednotlivce v extrémní zimě
- cílem je získání mrazuvzdornosti (otuzování rostlin, srst u zvěře)

Adaptace je přizpůsobení druhu (trvalé genetické změny)

– arktická vegetace, dřeviny vyšších nadm. výšek,

Živočichové – další slide

c) zimní odolnost

AKLIMATIZACE x ADAPTACE

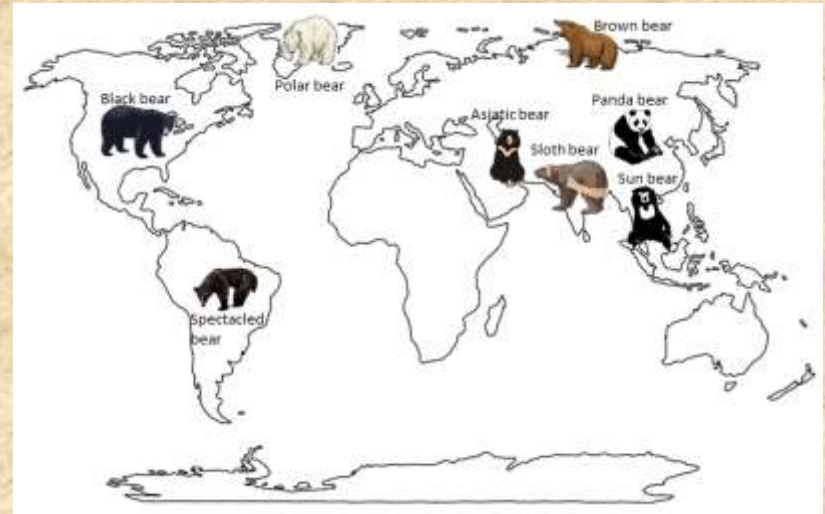
Adaptace je přizpůsobení druhu (trvalé genetické změny)

- **Bergmanovo pravidlo (1847)** - teplokrevné druhy žijící v chladnějších oblastech jsou zpravidla větší a mohutnější než jejich příbuzní z nižších zeměpisných šířek.
- Důvodem rozdílu ve velikosti je poměr mezi objemem a povrchem těla. Větší živočich má menší poměr povrchu těla vůči objemu a tím menší tepelné ztráty na jednotku hmotnosti.
- **Allenovo pravidlo (1877)** – teplokrevní živočichové žijící ve vyšších zeměpisných šířkách mají menší tělní výběžky (zobáky, uši, ocasy) a končetiny než jejich příbuzní, se kterými se setkáváme blíže rovníku.
- Důvodem tohoto morfologického přizpůsobení je zřejmě zamezení ztrát tepla větším povrchem tělních výběžků v chladných oblastech a naopak rychlejší ochlazování krve u živočichů, žijících v oblastech horkých.

Bergmanovo pravidlo

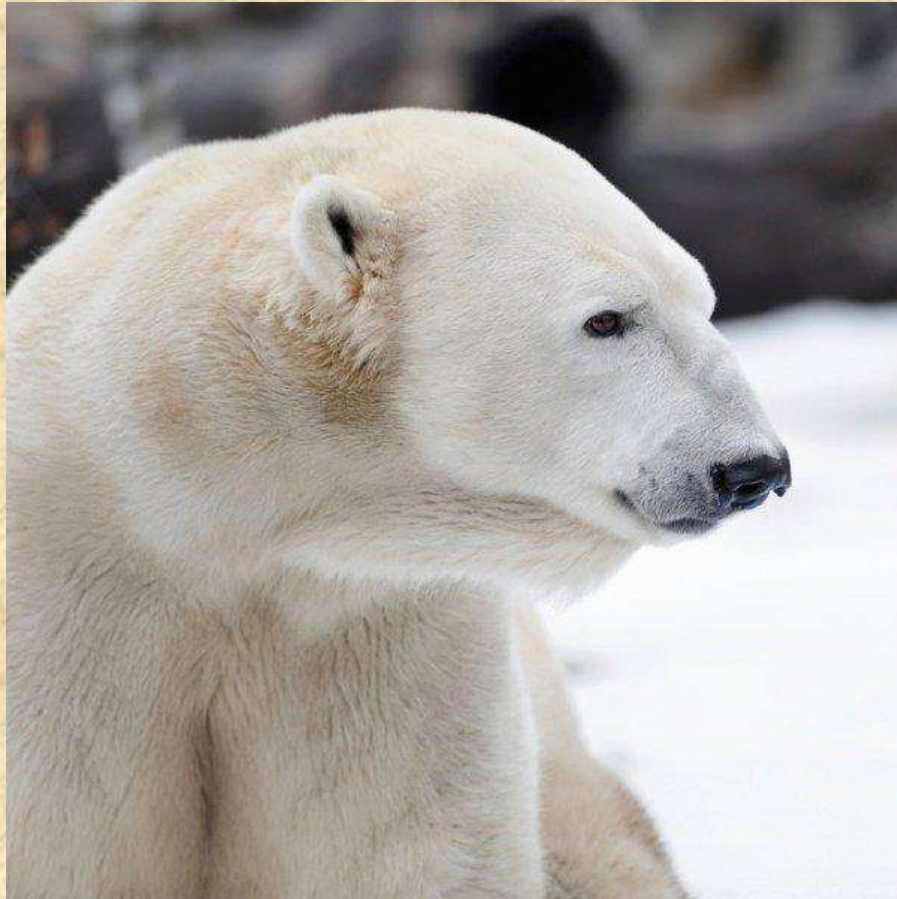
Bergman's rule

Bergman's rule is an eco geographic principle that states that within broadly distributed taxonomic clade, populations and species of larger size are found in colder and of smaller size are in warmer regions.



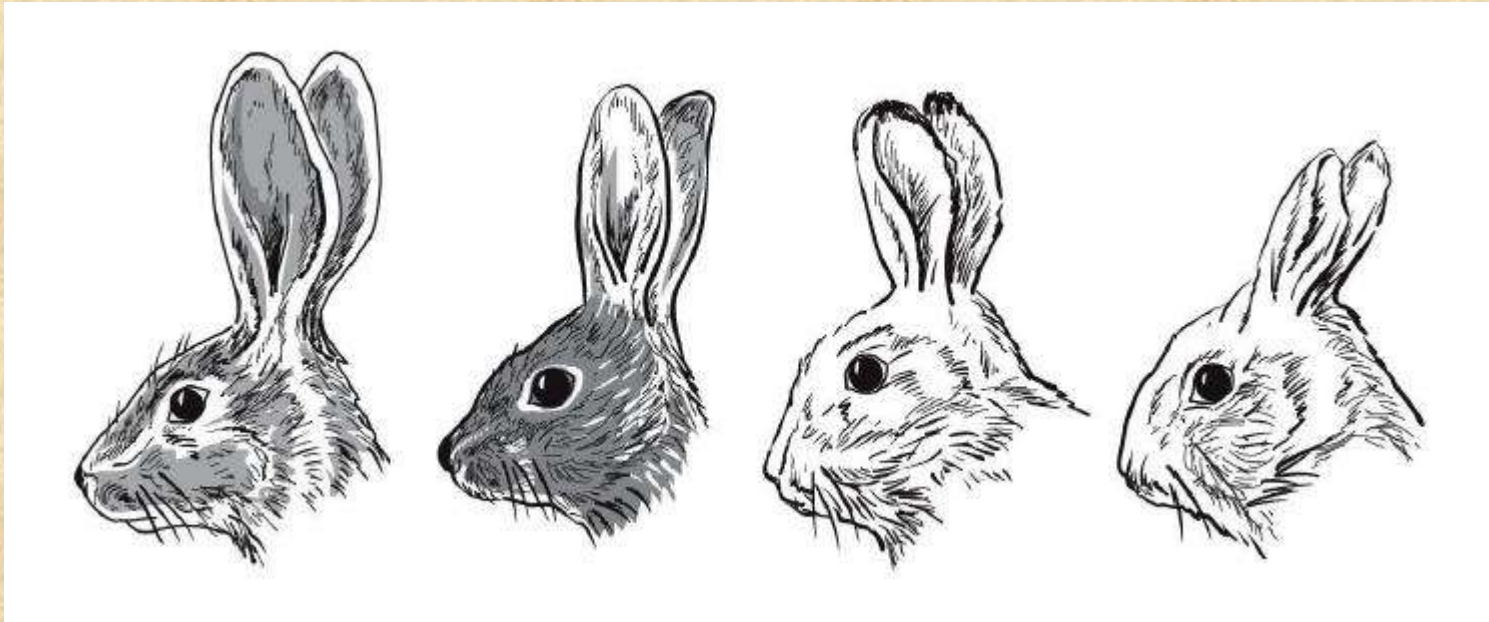
panda velká
medvěd malajský
medvěd brýlatý (andský-jihoamerický medvěd)
medvěd černý (baribal)
medvěd hnědý (grizzly)
medvěd lední

Výběžky – Allen (bílá barva)



Allenovo pravidlo

Zajíc (lepus) - africký, měnivý, polní, polární



**pouštní teplé chladné arktické
klima**

Člověk? ..aneb proč se inuité neprosadí v basketbale?

Které tělo pomaleji
prochladne?
Které se rychleji
ochladí?

V chladném prostředí je větší povrch, pomocí kterého uniká více tepla, **nevýhodou**. Proto je pro člověka (živočichy) v chladných oblastech nejlepší mít **co nejmenší poměr povrchu k objemu**.

V teplém prostředí je naopak prioritou zbavovat se přebytečného tepla, aby se živočich nepřehřál. **Proto je pro něj lepší mít velký poměr povrchu k objemu**.

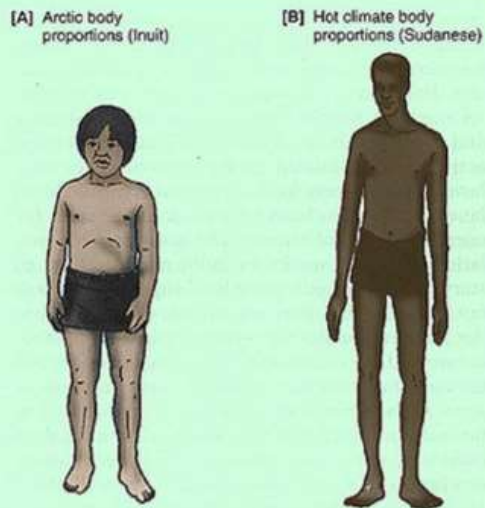


FIGURE 5.9
Bergmann's and Allen's rules illustrated by comparisons
between arctic and tropical body forms.

c) zimní odolnost - aklimatizace

Mrazuvzdornost má tři fáze:

1. podzimní otužování:

díky postupně se snižující teplotě a zkracujícímu se dni, tvorba sacharidů

2. udržení odolnosti:

3. ztráta odolnosti:

s oteplováním v předjaří

• KT_{50} poškozeno 50% rostlin

• LT_{50} zničeno 50% rostlin



čím nižší tím
lépe

c) Zimní odolnost – příklady (ovocné dřeviny)

Kultura	LT ₅₀ (°C)
Jabloň	-30-40
Hrušeň	-18-20
Broskev	-20-25
Réva vinná	-20-25
kořeny	
všeobecně	-10-15

**Lesní dřeviny – odolnější
(nejsou šlechtěny)**

Ale - řada faktorů

- **Stanoviště**
- **Stáří**
- **Zdravotní stav**
- **Míra stresu (znečištění)**

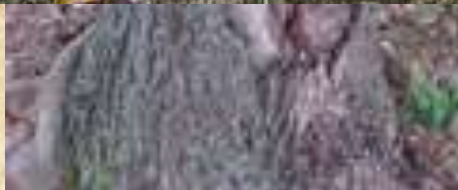
c) Poškození mrazem

- **Kůra, borka** - mrazové trhliny, lišty, desky, mrazová kýla
 - Různá tepelná roztažnost pletiv
 - na osluněné jižní a jihozápadní straně stromů
 - vnější vrstvy pletiv více a vnitřní méně
 - hlavně u buku, dubu, jírovců, třešní, jabloně, hrušně, švestky a meruňky,
- **Listy (jehlice)**
 - **ochlazení cytoplasmy - klesá fotosyntéza, roste respirace, mění se propustnost membrán, vznik toxinů...**
 - **zmrznutí vody - ledové krystaly**

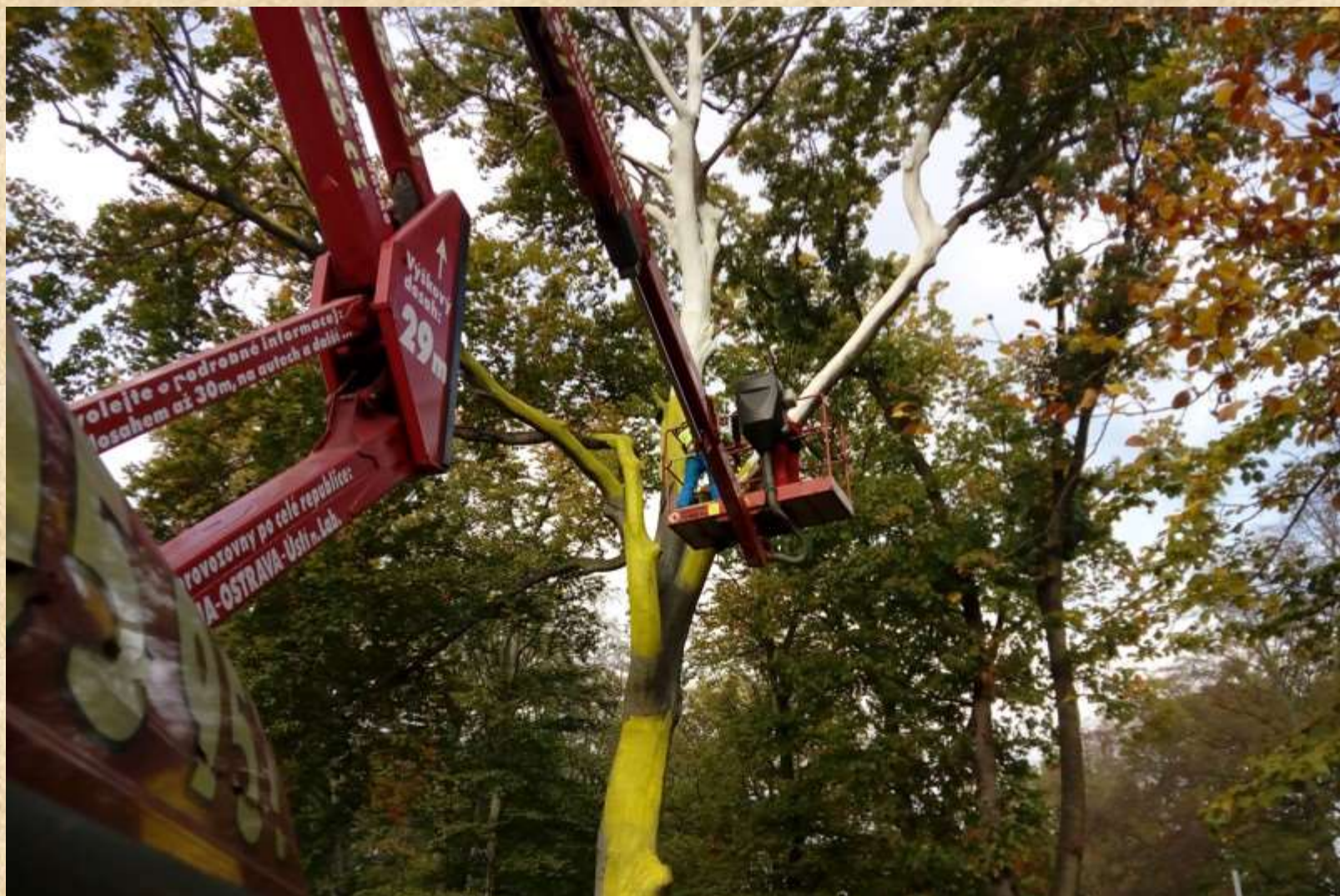
Mrazové trhliny



ky



Arboristi provádí nátěr vzácných buků ve Stromovce



d) odolnost proti jarním mrazíkům

Rozlišujeme:

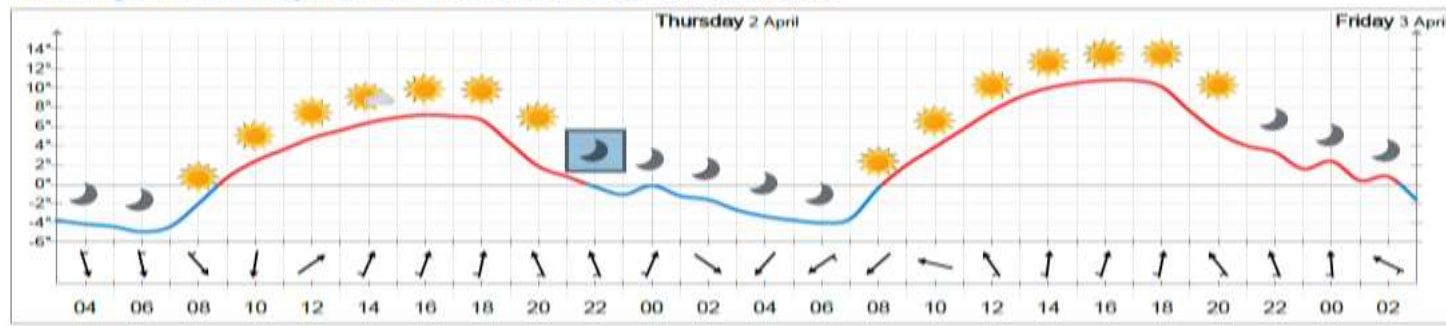
- poškození **chladem**
- poškození **mrazem**
 - jehlice smrku po ztrátě mrazuvzdornosti odolnost -2 až -3 °C
 - buk -1 °C

Mrazíky:

- ▶ **radiační:**
inverzní, **jasná obloha, nízká vlhkost, bezvětrí**
- ▶ **advekční:**
přemístěním vzduchových hmot – studených, jsou podstatně silnější
- ▶ **radiačně – advekční:**
kombinace

Jarní mrazík radiační

Meteogram for Rajhradice Wednesday 03:00 to Friday 03:00



Jasná obloha
bezvětrí
suchý vzduch

Jarní mrazík advekční



Beast from east

Způsoby protimrazové ochrany

zavlažování - až do -5° spolehlivé (dávka 2-3 mm/hod)

- 1) uvolnění latentního tepla při mrznutí
- 2) zavlažení půdy zvýší se tepelná vodivost a tím rychlejší přísun tepla z hloubky k povrchu,
- 3) vlhkost vzduchu se zvýší a tím opět zabrání se vyzařování z povrchu

zadýmování - sníží se vyzařování z povrchu význam jako oblačnost

zahřívání – zvýšení teploty

umělá cirkulace - rozruší se inverzní vrstva

přikrývání rostlin

mulčování - princip je, že se zdvihne aktivní povrch nad porost a tak nejvíce ztrácí ta přikrývka

růstové regulátory (modrá zelená skalice??)

u ovocných stromků – snaha oddálit začátek vegetace

Závlaha lesní školky



Závlaha



Ochrana závlahou – uvolnění latentního tepla
- nesmí se přerušit!!



Mlhostroj



Foto 4: Použití přístroje na výrobu mlhy na ochranu květu před jarními mrazíky

Ochrana větrným generátorem



- **Drahé**
- **Nemusí dosáhnout inverzní vrstvy**
- **Hluk**
- **Neúčinné při více než 7km/h**



Rozrušení inverzní vrstvy





HELICOPTER FROST PROTECTION: Helicopter forces warmer air from inversion layer to ground level

Břeclavsko 2017



Parafínové svíce



Svíce hoří mírným plamenem vysokým přibližně třicet centimetrů, a to šest až deset hodin.

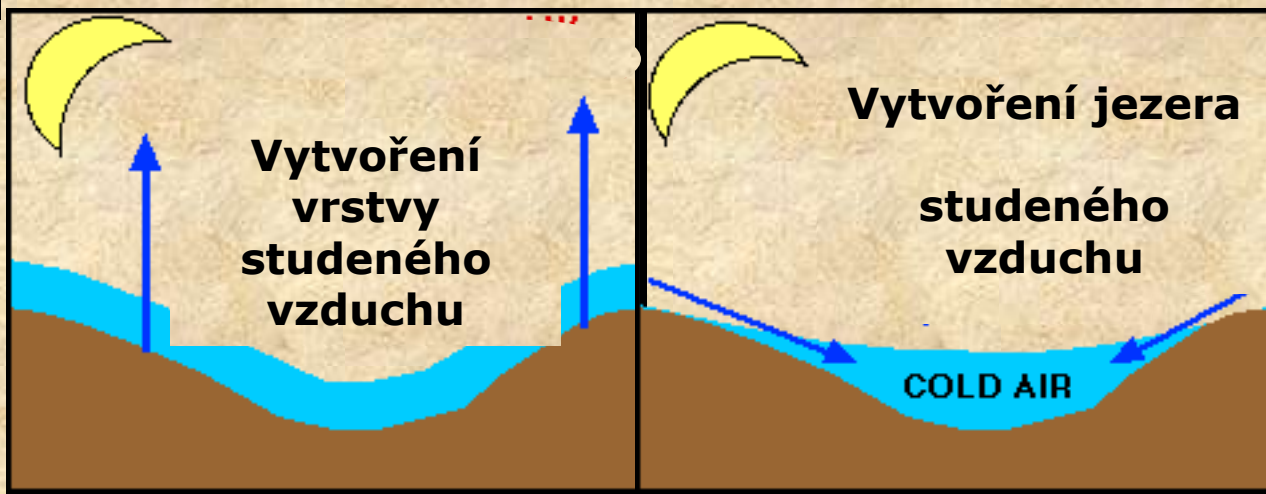
- Extrémně pracné
- Objemné na skladování
- Kouř



**Zahřívání
přes den**



**Rychlé
ochlazování při
bezoblačné
obloze**



**Vytvoření
vrstvy
studeného
vzduchu**

**Vytvoření jezera
studeného
vzduchu**

COLD AIR

Jabloňový sad, 2020



e) odolnost proti přehřátí

- **C₃** (**stromy**, obilniny) nad 33 °C
- **C₄** (trávy, kukuřice) nad 38 °C
- U stromů tzv. tepelná korní (kůra) spála

e) odolnost proti přehřátí

C3 a C4

C3 – Optimum pro fotosyntézu 20-22°C

(mírný klimatický pás) karboxylačním enzymem je **rubisco** (karboxyluje RuP2) a prvním produktem fixace uhlíku je **tríuhlíkatá kyselina 3-fosfoglycerová** (PGA). Do této skupiny patří většina rostlinných druhů.

Fotosyntéza méně energeticky náročná

C4 – Optimum pro fotosyntézu 28-30°C

(tropy, subtropy) karboxylační enzym je **PEP karboxyláza** (karboxyluje fosfoenolpyruvát – PEP) a prvním produktem fixace uhlíku je **čtyřuhlíkatá kyselina oxaloctová** (OAA).

Fotosyntéza více energeticky náročná

Stromy v naprosté většině jsou C3

Korní spála (je povrchová!) na smrku



**Popraskání vysokou teplotou v létě – časté při
odkrytí stromu** – nejen smrky ale i stromy s hladkou
kůrou, jako jsou buky, javory, habry a duby

Příští téma:

Vlhkost a výpar