

# Ekologie rostlinných populací

Lubomír Tichý

# Státní závěrečná zkouška

**Populační ekologie rostlin:** definice a základní vlastnosti populace, modely růstu populace, prostorová a věková struktura rostlinných populací, životní formy rostlin, životní strategie jednoletých, dvouletých, vytrvalých a klonálních rostlin, iteroparie a semelparie, koncepce C-S-R a r-K strategií, ekologie opylování, tvorba semen, semenná banka, dormance, šíření diaspor, vnitro- a mezidruhová kompetice, alelopatie, epifytismus, parazitismus, herbivorie, metapopulační dynamika Mechanismy šíření rostlin: autochorie, anemochorie, hydrochorie, zoochorie, antropochorie; kolonizace a expanze, archeofyty a neofyty, invazní rostliny

*Begon M., Harper J.L. & Townsend C.R. 1997. Ekologie. Jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.*

*Slavíková J. 1986. Ekologie rostlin. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.*

# Základní definice

## Jedinec, populace, druh

- **Jedinec** – základní ekologická jednotka – jeden živočich, rostlina, bakterie... Nejjednodušší – buňka
- **Populace** – skupina jedinců jednoho druhu osidlující určitý specifický prostor
- **Druh** – soubor populací, jejichž jedinci mají potenciál vzájemného pohlavního rozmnožování a produkují fertilní potomstvo

# Organismus

## Unitární



## Modulární



# Organismus



## Unitární

- forma (tvar) pevně určena
- Pevně dána vývojová stádia
- Stanoveny rozměry



## Modulární

- stavební pr
- větvení
- vývojový program není pevně stanoven
- proměnlivý počet základních stavebních prvků
- Každý modul má parametry unitárního organismu (list, větvička s pupenem)
- Taxonomie vázána na moduly

# Typy modulárních organismů



**Rozpadavé**

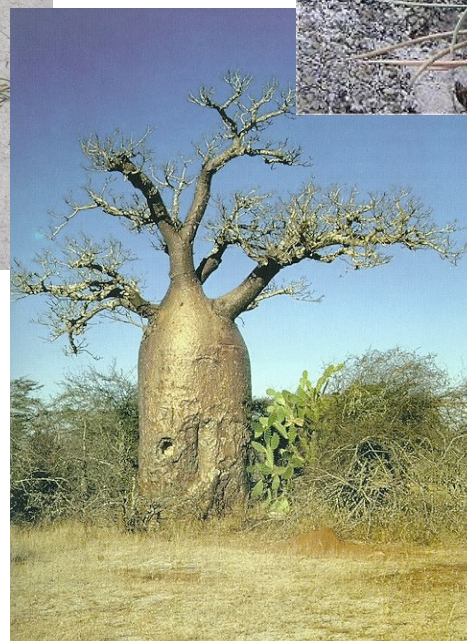


**Výběžkaté**

**Volně se  
rozvětřující**



**Trsnaté**



**Mnohonásobně  
větvené, vytrvalé**

# Čím se rostliny liší od živočichů?



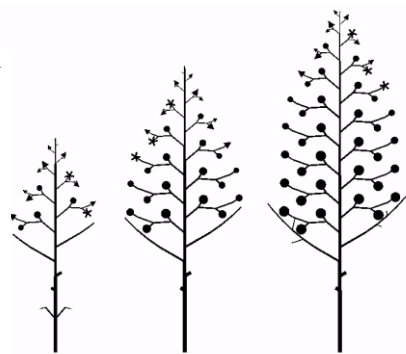
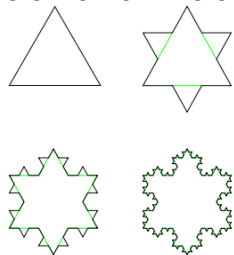
- Přisedlý způsob života
- Klonální růst – obtížné určení individua
- Lze je dobře a jednoduše spočítat
- Kompetice (interakce) jen mezi sousedy
- Nenáhodné vztahy mezi jedinci populace (pyl, semena)
- Fenologická rozrůzněnost (umožňuje koexistenci)

# Modularita a fraktální geometrie

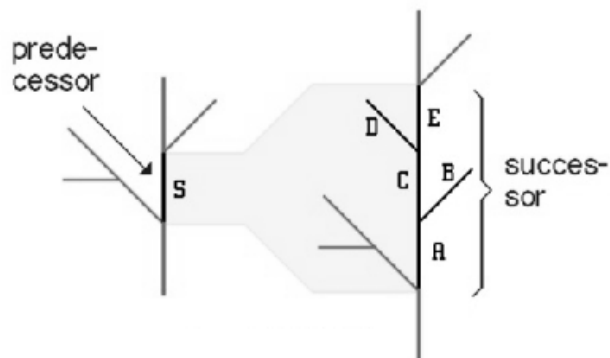
- Umožňuje matematický popis přírody
- Modularita na více úrovních
- Důležitou vlastností převážné většiny přírodních útvarů je jejich geometrická nepravidelnost. V klasické geometrii se prakticky vždy dostáváme do problémů, jakým způsobem zjistit např. délku, povrch nebo objem nepravidelných útvarů. Tvary pobřežních linií, pohoří, říčních sítí, oblak, stromů můžeme jen stěží aproximovat pomocí tvarů, které nám nabízí klasická geometrie, jako jsou přímky, obdélníky, kružnice, kužely apod.



## Kochova vločka



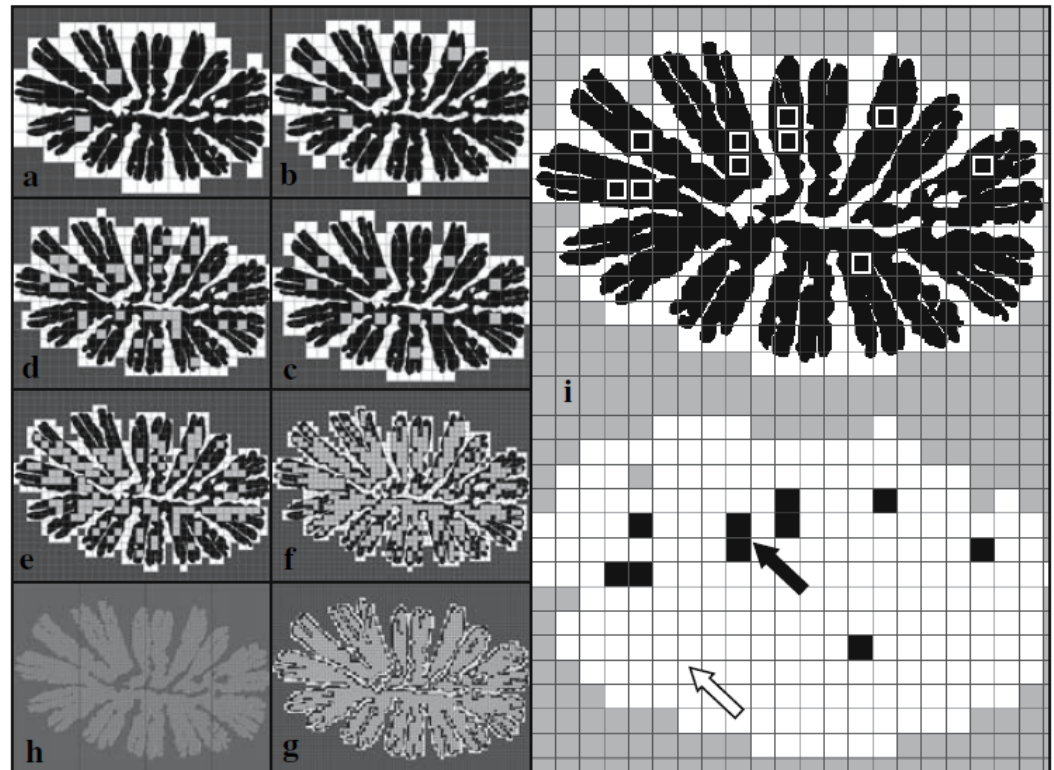
▲ - Square \* - Flower ● - Boll





# Fraktální geometrie - příklad

**Fig. 3** Principle of the Box-Counting Method. **a-h.** The laying of square meshes of various sizes  $r$  over the 1 bit image of a scleractinian corallite. **I.** The counting of the number of  $N$  mesh boxes that contain any part of the object for all the mesh box sizes:  $N_B$  black squares (*black arrow*) that are completely filled up by the fractal object.  $N_{BW}$  black and white squares that contain only part of the object (*white arrow*). In this example of *Aplosmilia spinosa*, 10 black squares and 219 black and white squares are counted for a mesh box size of 20 pixels



1. **Box-counting method**
2. **Mass-radius method**

Martin-Garin et al. 2007

# Pojetí jedince

Modulární organismy – vegetativní rozmnožování (klonální růst) = vytváří individuální stavební jednotky schopné samostatné existence. Proto nejednoznačné pojetí jedince:

- Jedinec jako RAMETA – individuální jednotka (výhon) potenciálně schopná samostatné existence
- Jedinec jako GENETA – klonální kolonie ramet rostoucí v těsné blízkosti; všechny části této rostliny jsou stejného genetického obsahu





# Geneta neboli klonální kolonie

- Vegetativní množení
- Jedinec jako geneta (vhodné pro studium variability populace)
- **Příklady silně klonálních rostlin**



# Rameta

- Jediný prýt (výhon) s možností samostatné existence
- Jedinec jako rameta - prýt = výhodné pro kvantitativní charakteristiky (**které?**)

## Longevity of clonal plants: why it matters and how to measure it

Lucienne C. de Witte\* and Jürg Stöcklin

TABLE 1. Size (usually diameter) and longevity (in years) of clonal plants from the literature, separated into trees, shrubs, herbs, grasses, other species, and with an indication of the method used for size or age determination

(a) Clonal trees						
	Method to estimate the size of the clone	Size of clone [diameter (m, or as indicated)]	Estimated age of oldest genet (years)	Estimated age of youngest genet (years)	Reference(s)	
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>laperrinei</i>	Molecular markers	80 m <sup>2</sup> +	1000 +	–	Baali-Cherif and Besnard (2005)	
<i>Picea abies</i>	Radiocarbon dating	–	10 000 – 12 000	–	Kullman (2008)	
<i>Picea mariana</i>	Morphological and growth ring analysis, statistical analysis	14	300	–	Legère and Payette (1981)	
	Molecular markers and dendrochronological analysis	691.3 m <sup>2</sup>	1800 +	100	Laberge <i>et al.</i> (2000)	
<i>Pinus longaeva</i>	Growth ring analysis	–	4900	–	Schulman (1958), Johnson and Johnson (1978), Brown (1996)	
<i>Populus alba</i>	Molecular markers	–	> 12 000	–	Brundu <i>et al.</i> (2008)	
<i>Populus tremuloides</i>	Morphological analysis, aerial photographs	510	10 000 +	–	Kemperman and Barnes (1976)	
	Microsatellite divergence based on mutation accumulation	–	12 000	14	Ally <i>et al.</i> (2008)	
<i>Populus tremula</i>	Molecular markers	16	152	2	Suvanto and Latva-Karjanmaa (2005)	
<i>Ulmus procera</i>	Molecular markers and microsatellite divergence based on mutation accumulation	–	2000	–	Gil <i>et al.</i> (2004)	
(b) Clonal shrubs						
	Method to estimate the size of the clone	Size of genet [diameter (m, or as indicated)]	Annual growth rate (cm year <sup>-1</sup> )	Estimated age of oldest genet (years)	Estimated age of youngest genet (years)	Reference(s)
<i>Arctostaphylos alpina</i>	Growth ring analysis	–	–	93	–	Schweingruber and Poschlod (2005)
<i>Calluna vulgaris</i>	Growth ring analysis	–	–	58	–	Mork (1946)
<i>Dryas octopetala</i>	Growth ring analysis	–	–	108	–	Kihlman (1890)
<i>Empetrum nigrum</i> ssp. <i>nigrum</i>	Growth ring analysis	–	–	140	–	Bell and Tallis (1973)
<i>Erica carnea</i>	Growth ring analysis	–	–	82	–	Schweingruber and Poschlod (2005)
<i>Juniperus sabina</i>	Growth ring analysis	–	–	67–70	–	Molisch (1929)
	Molecular markers	795 m <sup>2</sup>	1.8–6.8	770–2940	–	Wesche <i>et al.</i> (2005)
<i>Larrea tridentata</i>	Molecular markers, growth rings, radiocarbon dating	16.6	–	11 700	–	Vasek (1980)
	Growth rings, radiocarbon dating	11	–	9170	–	Vasek (1980)
<i>Loiseleuria procumbens</i>	Growth ring analysis	–	–	110	–	Schweingruber and Poschlod (2005)
<i>Lomatia tasmanica</i>	Molecular markers, chromosome counts and radiocarbon dating	1200	–	43 600	–	Lynch <i>et al.</i> (1998)
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	Growth ring analysis	–	–	202	–	Schweingruber and Poschlod (2005)
	Molecular markers	20 m <sup>2</sup>	2.6	300	–	Escaravage <i>et al.</i> (1998)
	Molecular markers	25 m <sup>2</sup>	115	283 +	28	Pornon <i>et al.</i> (2000)
<i>Salix arctica</i>	Growth ring analysis	–	–	150	–	Kraus (1873)
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Growth ring analysis	–	–	109	–	Callaghan (1973)



## (c) Clonal herbs (except grasses and sedges)

	Method to estimate the size of the genet	Size of genet [diameter (m, or as indicated)]	Annual growth rate (cm year <sup>-1</sup> )	Estimated age of oldest genet (years)	Reference
<i>Acantholimon diapienoides</i>	?	–	–	400	Agakhanyantz and Lopatin (1978)
<i>Anemone nemorosa</i>	Growth ring analysis	–	–	>5	Shirreffs (1985)
	Molecular markers	12	1.9–3.1	190–320	Stehlik and Holderegger (2000)
<i>Calamagrostis epigejos</i>	Comparative analysis of site history and genet size	50	–	400	Oinonen (1969)
<i>Convallaria majalis</i>	Comparative analysis of site history and genet size	850	–	670 +	Oinonen (1969)
<i>Cypripedium calceolus</i>	Molecular markers	39 ramets	1–1.5	370	Brzosko <i>et al.</i> (2002)
<i>Gaylussacia brachycerium</i>	Morphological analysis	1980	–	13 000 +	Wherry (1972)
<i>Silene acaulis</i>	Growth ring analysis	–	–	252	McCarthy (1992)
	Modelling: size-based population projection matrices	>0.2	–	300 +	Morris and Doak (1998)
<i>Teucrium scorodonia</i>	Morphological analysis	Several square metres	–	50–100	Hutchinson (1968)
<i>Trifolium alpinum</i>	Growth ring analysis	–	–	50	Schweingruber and Po (2005)



## (d) Clonal grasses and sedges

	Method to estimate the size of the genet	Size of genet [diameter (m, or as indicated)]	Annual growth rate (cm year <sup>-1</sup> )	Estimated age of oldest genet (years)	Reference
<i>Calamagrostis epigejos</i>	Comparative analysis of site history and genet size	50	–	400 +	Oinonen (1969)
<i>Carex curvula</i>	Molecular markers	1.6	0.04	2000	Steinger <i>et al.</i> (1996)
<i>Carex ensifolia</i>	Molecular markers	40	–	3800 +	Jónsdóttir <i>et al.</i> (2000)
<i>Carex ssp. arctisibirica</i>					
<i>Carex stans</i>	Molecular markers	7.4	–	Approx. 150	Jónsdóttir <i>et al.</i> (2000)
<i>Festuca ovina</i>	Morphological analysis, cross-pollination tests	8.25	0.3	1000 +	Harberd (1962)
<i>Festuca rubra</i>	Morphological analysis, cross-pollination tests	220	22.9	1000 +	Harberd (1961)
<i>Holcus mollis</i>	Morphological and phenological analysis, chromosome analysis	880	–	1000 +	Harberd (1967)
<i>Sasa senanensis</i>	Molecular markers	300	Approx. 100	Several decades	Suyama <i>et al.</i> (2000)
<i>Stipa pennata</i>	Calendar age determination (Gatsuk <i>et al.</i> , 1980)	–	–	75	Vorontzova and Zaugolnova (1985)

## (e) Clonal pteridophytes and marine species

	Method to estimate the size of the genet	Size of genet [diameter (m, or as indicated)]	Annual growth rate (cm year <sup>-1</sup> )	Estimated age of oldest genet (years)	Reference
<i>Lycopodium annotinum</i>	Comparative analysis of site history and genet size	Up to 250	–	250	Oinonen (1967)
	Morphological analysis	–	–	21	Callaghan (1980)
	Molecular markers	36	20	90 +	Wittig <i>et al.</i> (2007)
<i>Lycopodium comoplanatum</i>	Comparative analysis of site history and genet size	250	–	850	Oinonen (1969)
<i>Peridium aquilinum</i>	Comparative analysis of site history and genet size	489	–	1400	Oinonen (1967)
	Molecular markers	1015	43	1180	Parks and Werth (1993)
<i>Zostera marina</i>	Molecular markers	33	13	134	Reusch <i>et al.</i> (1998)

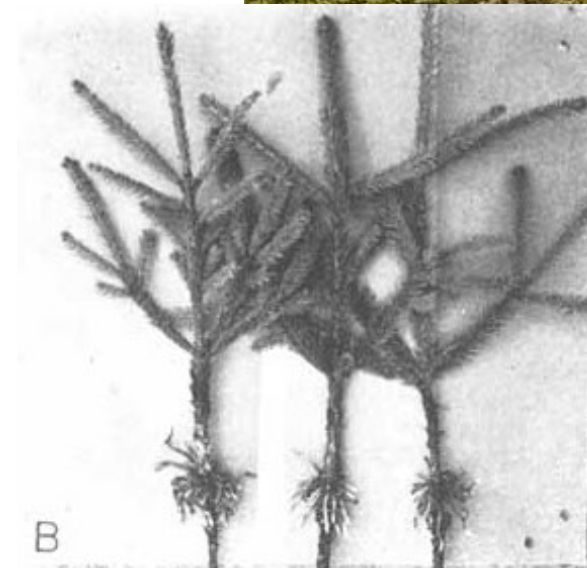
Stöcklin — Longevity of clonal plants

861

# Nejstarší rameta – smrk ztepilý

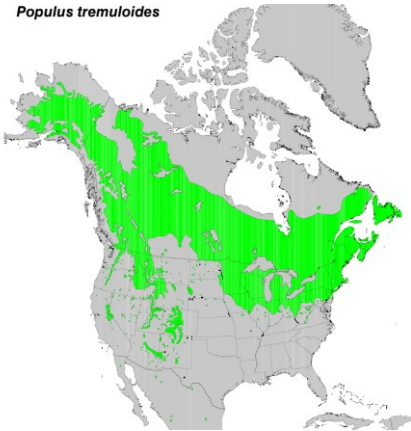
Švédsko, pohoří Fulu – stáří podzemních orgánů – 9550 roků

Starší než kalifornská borovice *Pinus longaeva* (ca. 5000 let)



# Nejstarší geneta

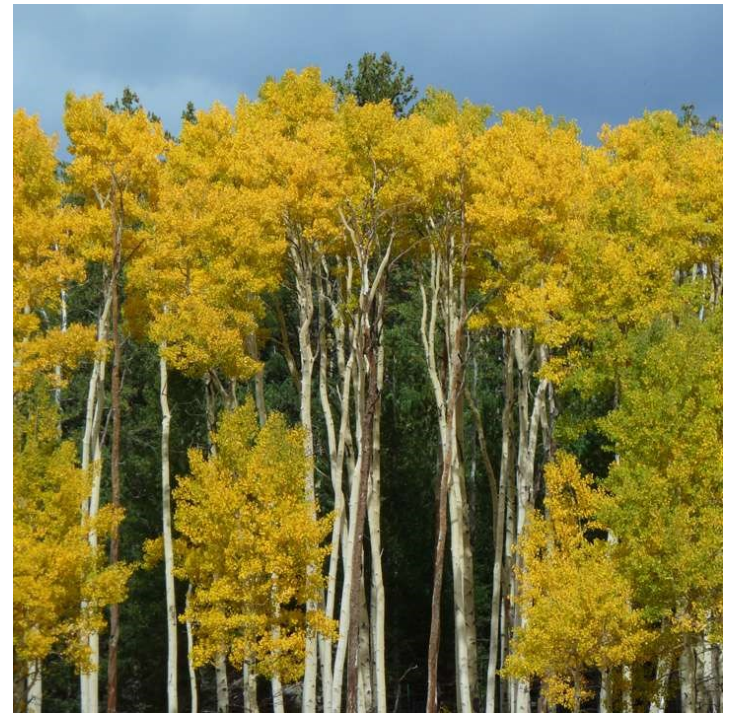
*Populus tremuloides*



Největší a nejstarší zjištěnou genetou na světě je porost topolu osikovitého (*Populus tremuloides*)

Wasatch Mountains, Utah

rozloha: 46 ha  
Hmotnost: 6000 t  
Počet: ca. 47000 ramet  
předpokládané stáří:  
80.000 let (některé odhady sahají až do 1 mil. let)





# hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*)

Pastviny

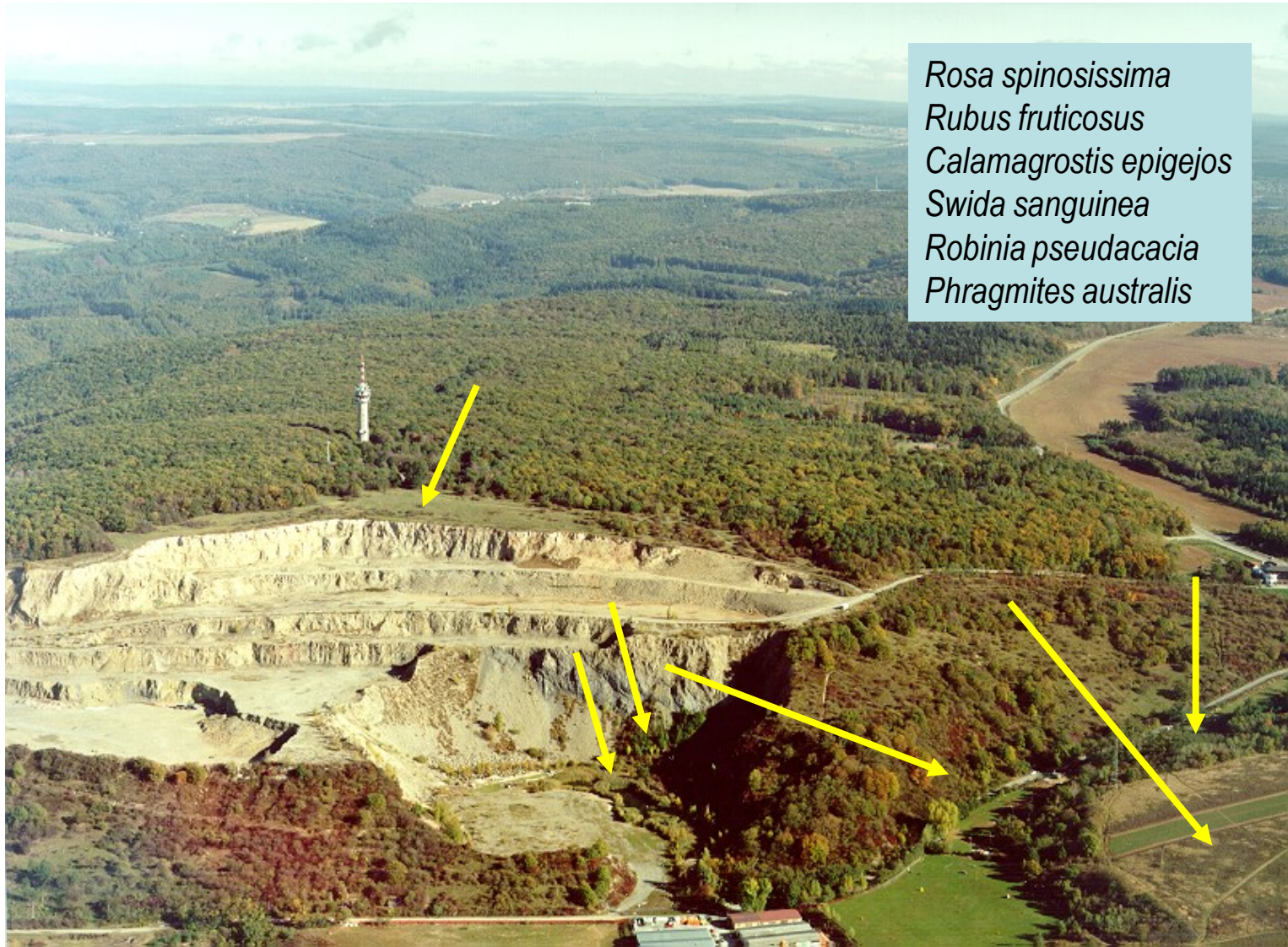
Jedovatá pro  
zvířata – pro koně  
blokace thyaminu  
(B1), pro  
přežvýkavce -  
karcinomy



# Najdeš zde jednotlivé genety?



# Velikost genet



*Rosa spinosissima*  
*Rubus fruticosus*  
*Calamagrostis epigejos*  
*Swida sanguinea*  
*Robinia pseudacacia*  
*Phragmites australis*

# Některé vlastnosti modulárních organismů

- Odolnost vůči pastvě
- Maximální adaptace na změny podmínek na jednom místě - opadavost listů v nepříznivých veg. podmínkách
- Tvorba diaspor s dormancí
- Výhoda klonálního růstu při snižování rizika zničení jednotlivých prýtů
- Omezení pohyblivosti - mobilita genů pouze semeny a pylem...



# Soubor jedinců – rostlinná populace



**Soubor jedinců téhož genetického základu a původu, která se společně vyskytuje na témže stanovišti.**

**Panmiktická populace** – teoretický případ populace, v níž mají všichni jedinci stejnou pravděpodobnost společné reprodukce. U rostlin prakticky neexistuje.

**Prostor vymežující populaci není pevně stanoven** – lokální populace versus jihomoravská, česká, evropská (předpoklad spojitého areálu)

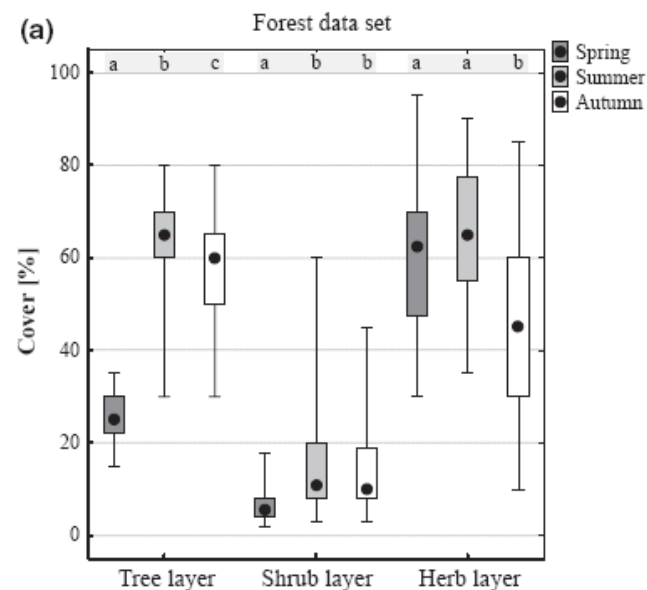
# Co studuje populační ekologie rostlin?

- Meziroční a fenologické změny uvnitř populací
- Délka životního cyklu
- Reprodukční potenciál
- Klonální růst
- Vzájemné vztahy mezi jedinci – kompetice, mutualismus
- Limitní hustota jedinců

*Journal of Vegetation Science* ■■ (2012)

## Effect of intra-seasonal variability on vegetation data

Marie Vymazalová, Irena Axmanová & Lubomír Tichý



# Vlastnosti populací

Populace lze chápat jako otevřený živý systém, jemuž jsou vlastní určité populační charakteristiky:

- **Rozmístění (disperze) jedinců**
- **Hustota (denzita) populace**
  - **Množivost (natalita)**
  - **Úmrtnost (mortalita)**
- **Poměr pohlaví (sex ratio, pohlavní index**  
– význam pouze u dvoudomých rostlin)
  - **Věková struktura**

# Rozmístění (disperze)

Uspořádání jedinců:

- **Rovnoměrné** (vysazování, jinak vzácné – dokonalé využití zdroje, stejnocenná kompetice jedinců)





# Rozmístění (disperze)

Uspořádání jedinců:

- **Shlukovité** (ochrana proti nepříznivým ekologickým podmínkám, způsob šíření, vhodný hostitel...)



# Rozmístění (disperze)

Uspořádání jedinců:

- **Náhodné** (organismy s malou vzájemnou kompeticí)



# Hustota (denzita)

Absolutní hodnota často vyjádřená abundancí  
(**fytocenologické snímky**). Co je to?

Zjišťování počtu jedinců vzácnější – obtížné (**klonální růst, nestejně velcí jedinci**). Obecněji vyjadřované v relativních číslech vztažených na plochu.

Kolísání početnosti v čase – ovlivňováno následujícími třemi faktory...



# Množivost (natalita)

- **Natalita (množivost)** = počet nových jedinců vyprodukovaných populací za jednotku času
- maximální (optimální podmínky) natalita – teoretická rychlost reprodukce
- realizovaná (skutečná) natalita – skutečná rychlost reprodukce



# Úmrtnost (mortalita)

Počet uhynulých jedinců v populaci za jednotku času

Minimální x realizovaná mortalita



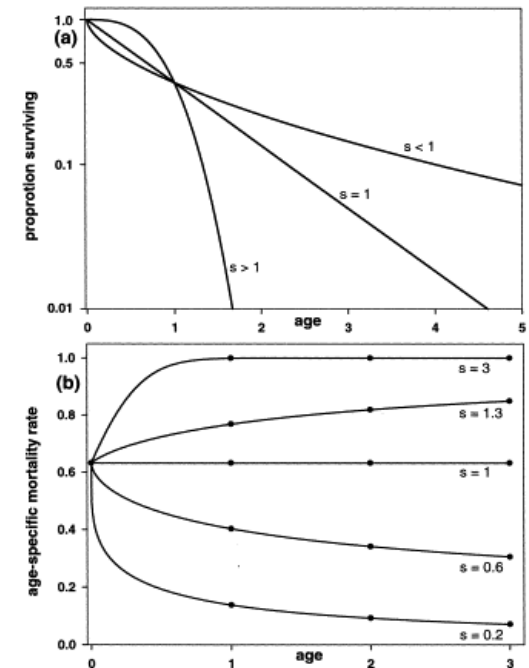
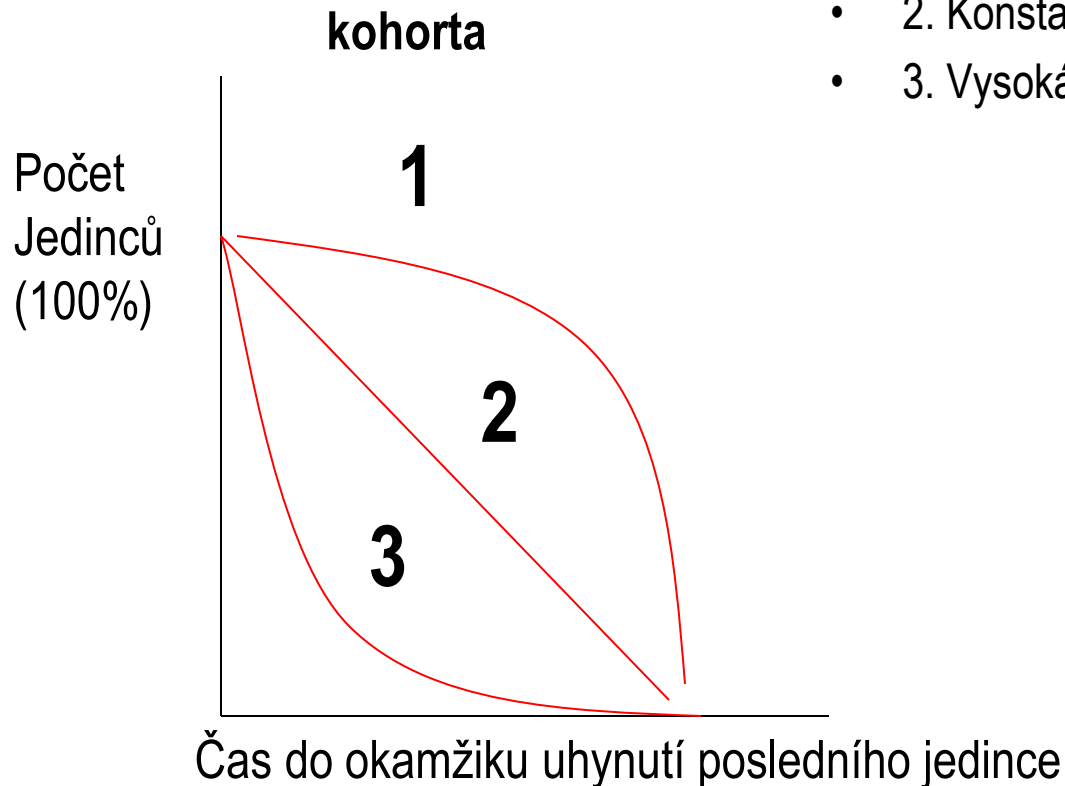
# Kohorta



# Křivky přežívání

**Křivka přežívání** – používá se pro zachycení rozdílné mortality v odlišných věkových kategoriích populace

- 1. Nízká - vysoká mortalita (krátkověké druhy)
- 2. Konstantní mortalita (dvouletky a víceletky)
- 3. Vysoká - nízká mortalita (dlouhověké trvalky)

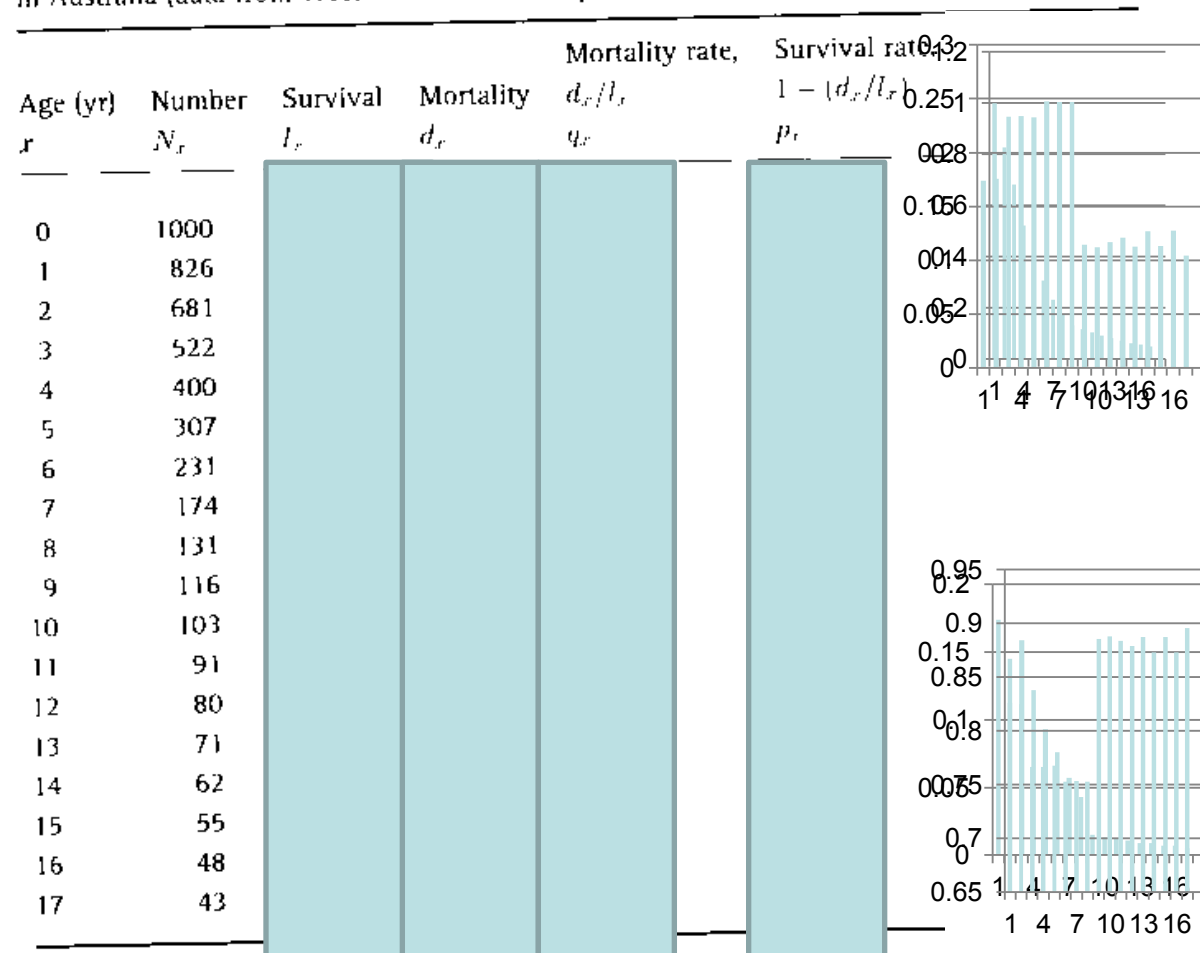


# Kohortní tabulka přežívání



1-3 m vysoká  
dřevina  
Listy 7-12 cm  
Pochází  
z aridních  
oblastí  
Austrálie,  
pěstovatelná  
v Mediteránu

Table 1.1 Life table and fecundity schedule for a population of the shrub *Acacia suaveolens*, in Australia (data from T. Auld & D. Morrison pers. comm.).





# Demografie populace

Popisuje populaci v jediném okamžiku

# Věková struktura

Rozdělení přežívajících jedinců do věkových tříd

Předreproduktivní (juvenilní) stádium

Reproduktivní

(Postreproduktivní stádium)

Věková struktura mnohdy zjišťována nepřímo – počet výhonů, celková biomasa atd.



# Definice populace pro účely jejího studia

- Hranice zřetelné nebo určené potřebou (cílem)
- Hustota populace - počet jedinců na jednotku plochy
- Určení počtu jedinců v populaci
  - - výčet všech jedinců
  - - vzorek – výběr z populace

# *Onosma visianii*

(c) TERRA Foundation



Z příbuzenstva hadinců, kamejky,  
kostivalu – čeleď *Boraginaceae*

Monokarpická víceletka

Stepní běžec

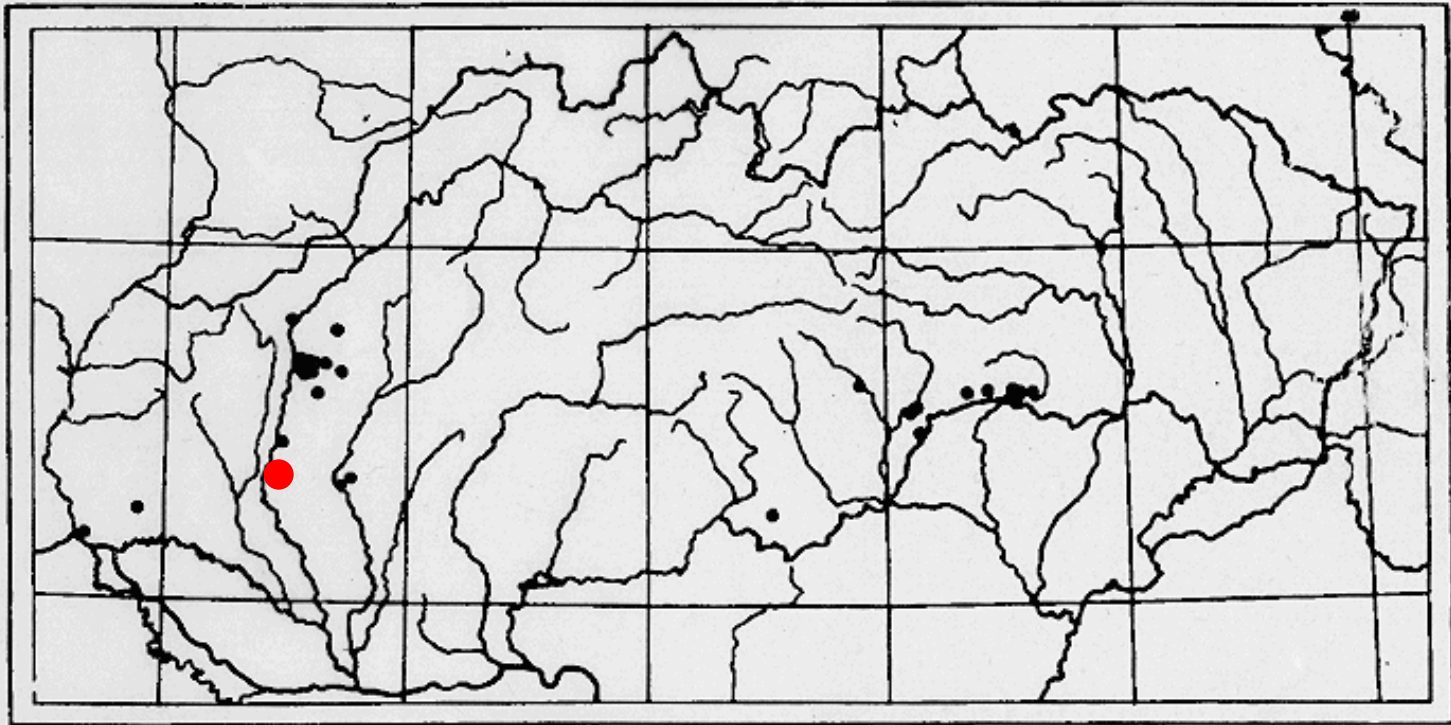
**Stanoviště:** výslunné erodované  
dolomitové svahy



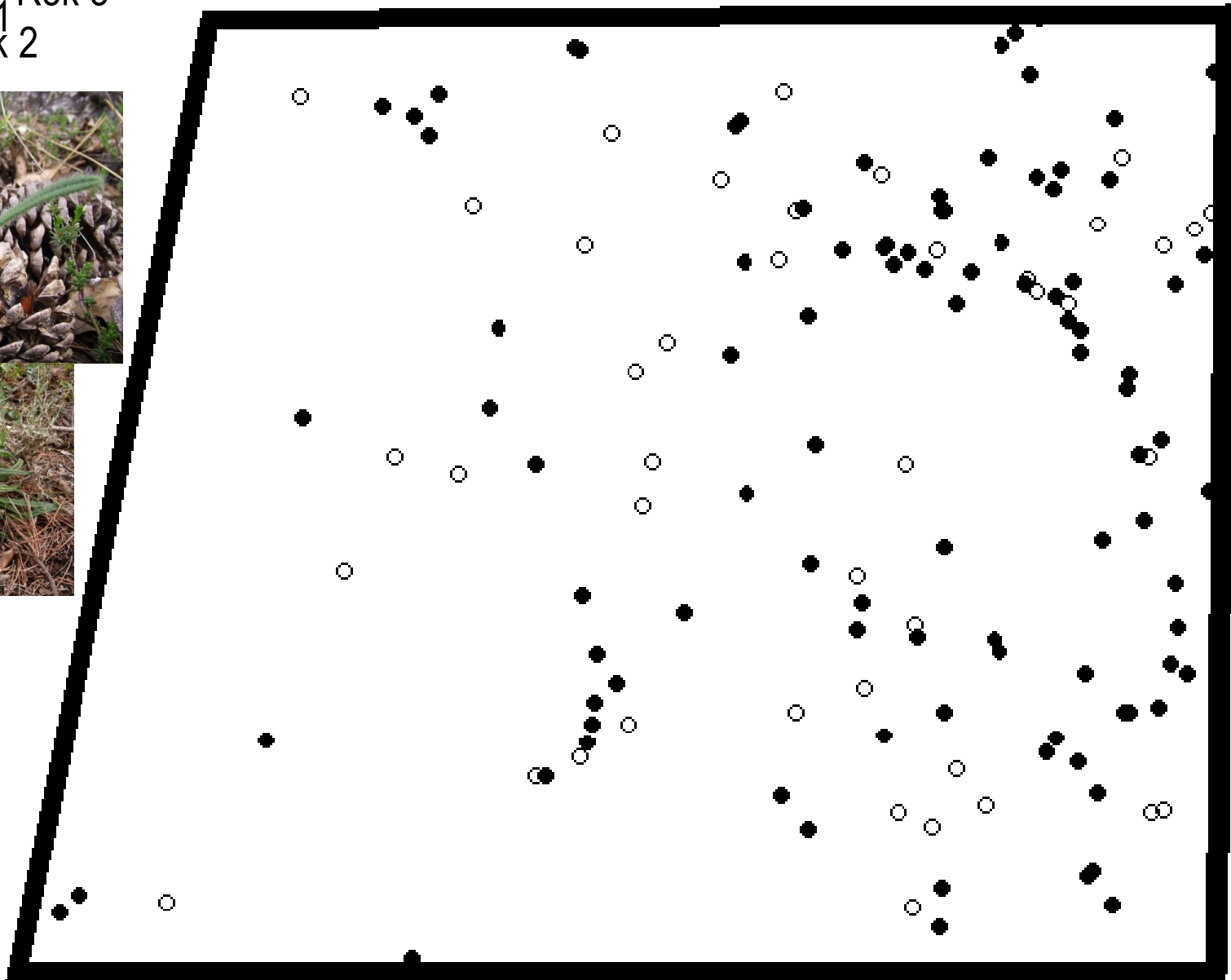
# *Onosma visianii*

Rozšíření na Slovensku

*Onosma visianii*



Rok 0 Rok 3  
Rok 1  
Rok 2



# Obecné demografické parametry

$$N_{t+1} = N_t + B - D + I - E$$

- $N_t$  - počet jedinců v čase  $t$
- $N_{t+1}$  - počet jedinců v čase  $t+1$  (po roce)
- $B$  - počet nových jedinců
- $D$  - počet odumřelých jedinců
- $I$  - počet imigrujících diaspor (imigrantů)
- $E$  - počet diaspor přesouvajících se mimo populaci (emigrantů)

# Statická struktura populace

(sledování v jediném okamžiku)

- **Genetická** (frekvence alel v populaci)
- **Prostorová** (definuje rozdíly v hustotě a uspořádání jedinců)
- **Věková** (popisuje relativní počty jedinců jednotlivých věkových skupin)
- **Velikostní** (kategorie podle velikosti)
- **Sexuální** (u dvoudomých rostlin)



# *Onosma visianii*

Detailní věková struktura populace rozdělená do věkových tříd

rok	Věk rostlin				
	semenáčky	dvouleté	tříleté	Není známo	kvetoucí
Rok 0	-	-	-	175	12
Rok 1	24	-	-	142	22
Rok 2	17	8	-	115	31
Rok 3	15	8	8	67	42

# *Onosma visianii*

Základní struktura populace

<b>rok</b>	<b>růžice</b>	<b>kvetoucí</b>
<b>Rok 0</b>	175	12
<b>Rok 1</b>	166	22
<b>Rok 2</b>	140	31
<b>Rok 3</b>	98	42

# Dynamické změny populace

Popisuje časové změny ve struktuře populace

**Poměr  $N_{t+1} / N_t$**

# Dynamická struktura populace

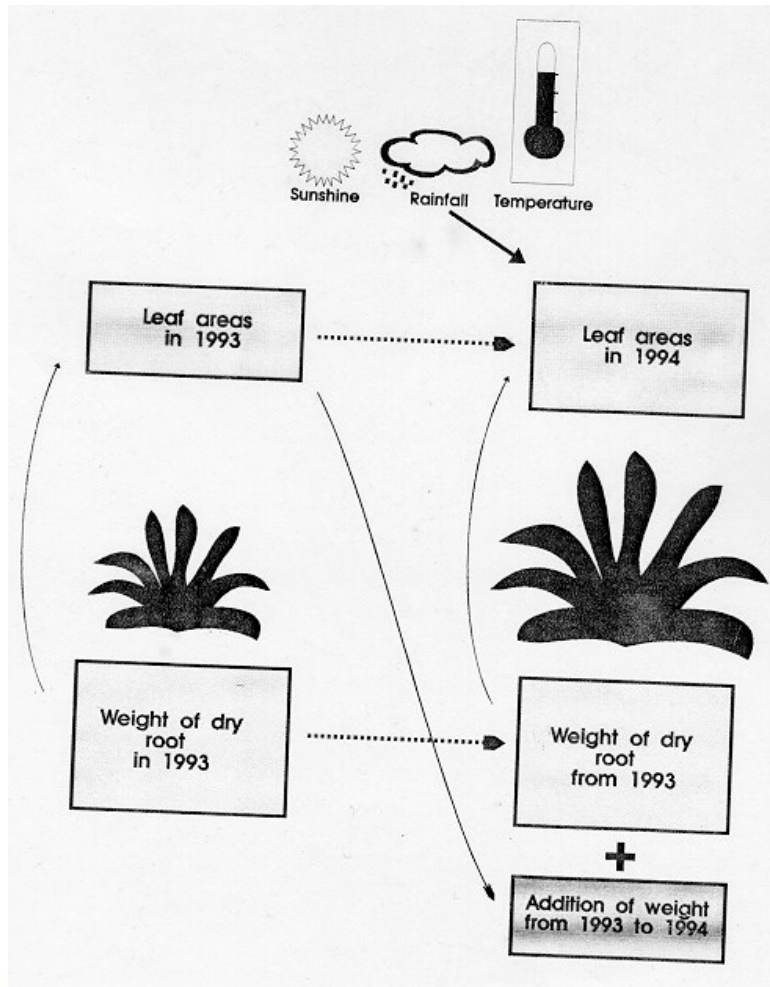
(sledování v průběhu celého životního cyklu)

- stanovené intervaly pozorování
- možno použít omezeně u populací s krátkým životním cyklem
- Nutná stejnověkost populace
- Stanovuje se počet jedinců, počet uhynulých jedinců, průměrný počet uhynulých za den atd.
- Nemohou vyklíčit nové rostliny v průběhu pozorování
- Pozornost věnována stáří rostlin a počtu přežívajících či plodnosti jedinců

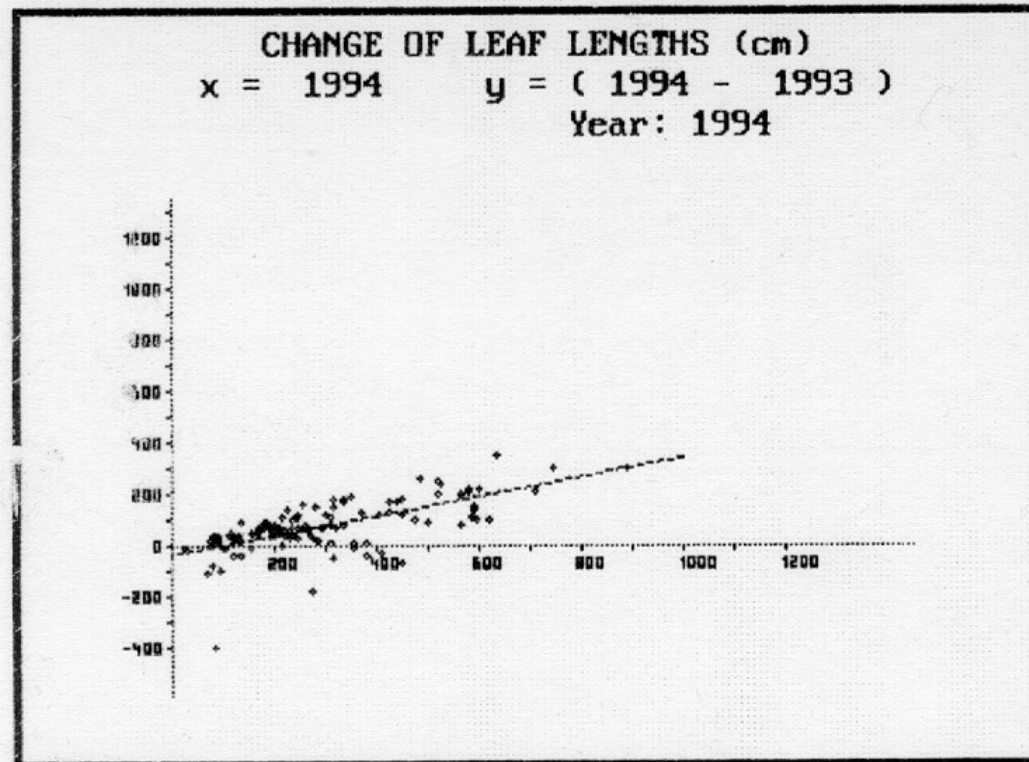
# *Onosma visianii*

Velikost rostlin ovlivňuje:

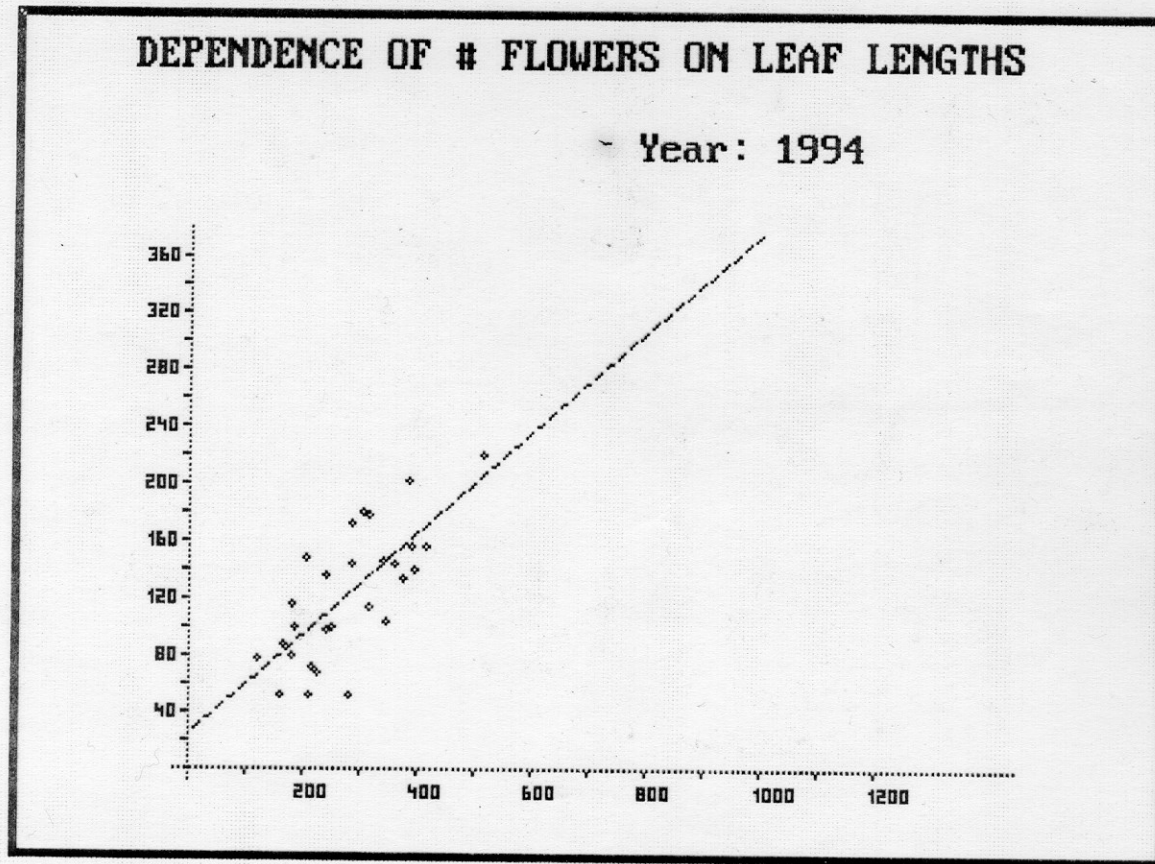
- fenologická fáze
- aktuální klimatické podmínky



# *Onosma visianii*



# *Onosma visianii*



Linear regression:  $f(x) = 23.7 + .035 * x$   
Number of controlled rosettes: 28

# Způsoby sběru terénních dat

## Označení jednotlivých rostlin štítky

1. nad zemí (snadné u stromů, u bylin pouze na vytrvávajících částech po krátkou dobu)
2. Pod zemí (nutnost dohledání pomocí detektoru kovů; možnost ovlivnění kořenového systému)

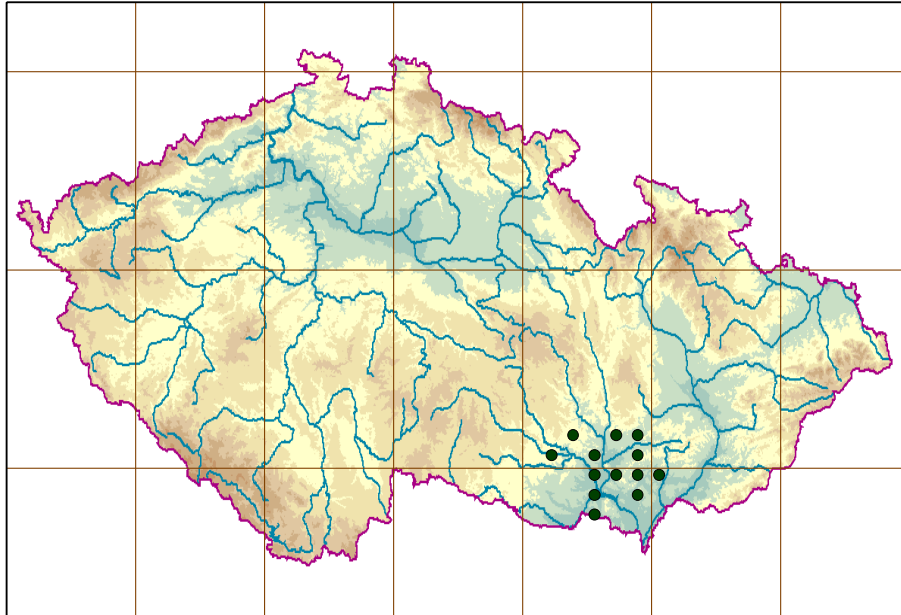
## Zaměření rostlin

1. Pomocí přesné GPS (přesnost až 5 cm; nevýhodu nutnost otevřeného prostoru)
2. Pomocí sítě pevných bodů (min. 2 body)
3. Pomocí lineárního transektu



# Katrán tatarský – *Crambe tataria*

(S) *Crambe tataria*



**C2** – silně ohrožený druh

**NATURA 2000**

# Obecně o druhu



# Obecně o druhu



1. Roste na částečně narušovaných stanovištích, nejlépe na sprašových půdách sečených nebo pasených koncem sezóny
2. Patří mezi převážně hapaxantní druhy (asi 90 % rostlin kvete pouze jednou v životě)
3. Doba mezi vyklíčením a kvetením rostlin: 5-7 let
4. Poměr mezi sterilními a kvetoucími jedinci ve stabilní populaci: 5:1
5. Monitoring: Počet kvetoucích rostlin na lokalitě (v její části), poměr sterilních/kvetoucím rostlinám v části populace.
6. Frekvence sledování: Z důvodu značných meziročních výkyvů je třeba sledovat populace v intervalu 1-3 let.

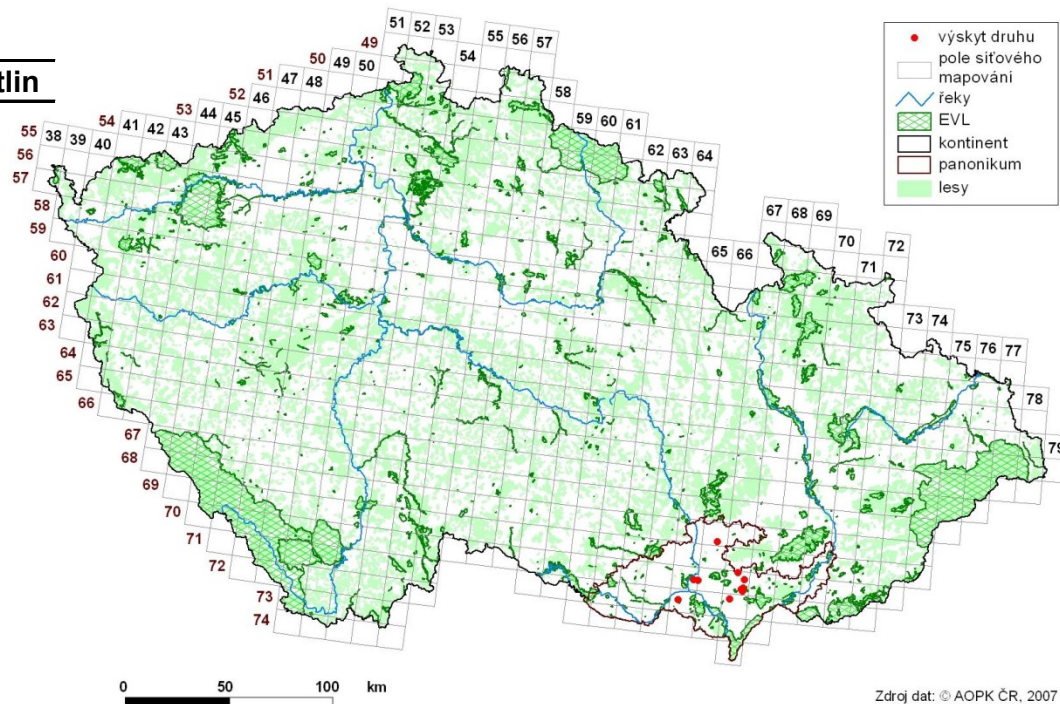
# Rozšíření

Lokalita	Procento celkové populace
Dunajovické kopce	39%
Pouzdranská step	29%
Špice u Újezdu	15%
Prostřední špidlák	5%
Zimarky	4%
Hochberk u Popic	4%
Louky pod Kumstátem	3%
Čejkovické špidláky	1%
Hovoranské louky	1%
Čejčský špidlák	0%
Červený kopec	0%
<b>Celkem</b>	<b>100% = 13000 rostlin</b>

Stát	Počet lokalit
Česká republika	10
Slovensko	3
Rakousko	2
Maďarsko	5

## Lokality chybné či nepůvodní:

1. Oslavany – halda a odkaliště (*Crambe maritima*)
2. Špice u Újezdu – podle literatury údajně vysazen až ve 20. století
3. Červený kopec???



Zdroj dat: © AOPK ČR, 2007

# Jak sledovat tento druh?

Zadání: Extenzivní monitoring druhu pomocí leteckých fotografií

? Mobilita ?

? Délka životního cyklu ?

? Semelparie / iteroparie ?



jednoletý semenáček



jedno- až dvouletá  
rostlina



víceletá rostlina s pěti listy



**Letecké fotografie =  
aktuální počet  
kvetoucích jedinců a  
zachycení stavu  
vegetačního krytu**

*Jak vypovídá o stavu  
populace?*

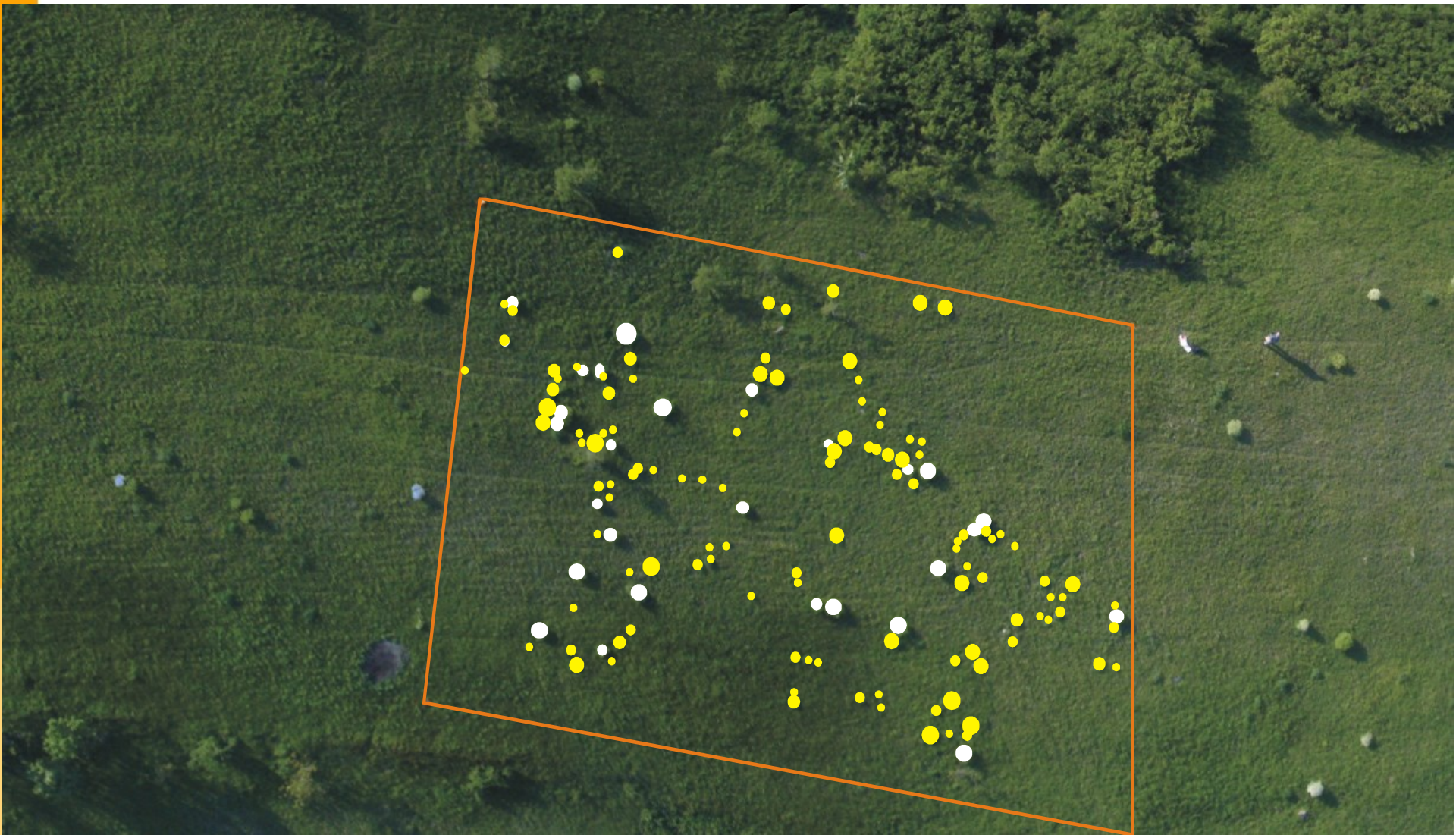












# Ohrožení

**Ochrana:** Zvláště chráněný, silně ohrožený druh

**Ohrožení:** C2 – silně ohrožený druh

## Hodnotící zpráva z roku 2007 pro EK

	AREÁL	POPULACE	HABITAT	PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ	CELKOVÉ HODNOCENÍ
<i>Crambe tataria</i>	FV	U1	U1	U1	U1

## Současný stav populací:

Lokalita	Pozorovaný trend	Počet jedinců (odhad)		Očekávaný trend
		2000	2006-9	
Špice u Újezdu	→↑	1000	1000-3000	→
Zimarky	→	450	400-600	→
Hochberk u Popic	→		500	→
Dunajovické kopce	↓↓	4000	10000-2500	↓↓
Pouzdránská step	↓↓	8000	5000-2500	↓↓↓
Čejkovické špidláky	↓↓↓	?	100-150	↓↓↓
Prostřední špidlák	→↑?	300	500-750	↓↓
Čejčský špidlák	↓↓↓	?	5	↓↓↓
Louky pod Kumstátem	↓↓↓	?	600-125	↓↓↓
Hovoranské louky	↓↓↓	?	150-20	↓↓↓
Červený kopec	Ex	1	1?	↓↓↓

# Lokality s nevyhovujícím managementem

**Předpokládané důvody pro úbytek rostlin:**

**Dunajovické kopce** – pastva v nevhodnou dobu

**Čejkovický špidlák** – absence managementu, narušování ploch

**Prostřední špidlák** – absence managementu, narušování ploch

**Čejčský špidlák** – absence managementu, narušování ploch

**Pouzdránská step** – nevyhovující management, uniformování vegetace, přesun populace na úhory

**Hovoranské louky** – sečení lokality v nevhodnou dobu, část bez managementu

**Louky pod Kumstátem** – absence managementu

**Dosud stabilní populace nebo není znám trend jejich vývoje:**

**Zimarky, Špice u Újezda, Popice**

# Dunajovické kopce

1. Nejpočetnější populace katránu u nás
2. Rozdělena na několik dílčích, od sebe izolovaných území
3. V posledních letech intenzivně pasena



# Dunajovické kopce

Pastva v nevhodnou dobu poškozuje kvetoucí rostliny

Příliš intenzivní pastva selektivně redukuje druhové spektrum o požitelné druhy  
(obrázek vpravo: *Libanotis pyrenaica* - jedovatý)

Na některých místech dochází až k ruderalizaci vegetace



# Dunajovické kopce

Pohled na severní část Liščího vrchu; Lokalita byla posečena na podzim 2004. V květnu 2005 (fotografie) je patrná řada odkvetlých i sterilních rostlin katránu



# Dunajovické kopce

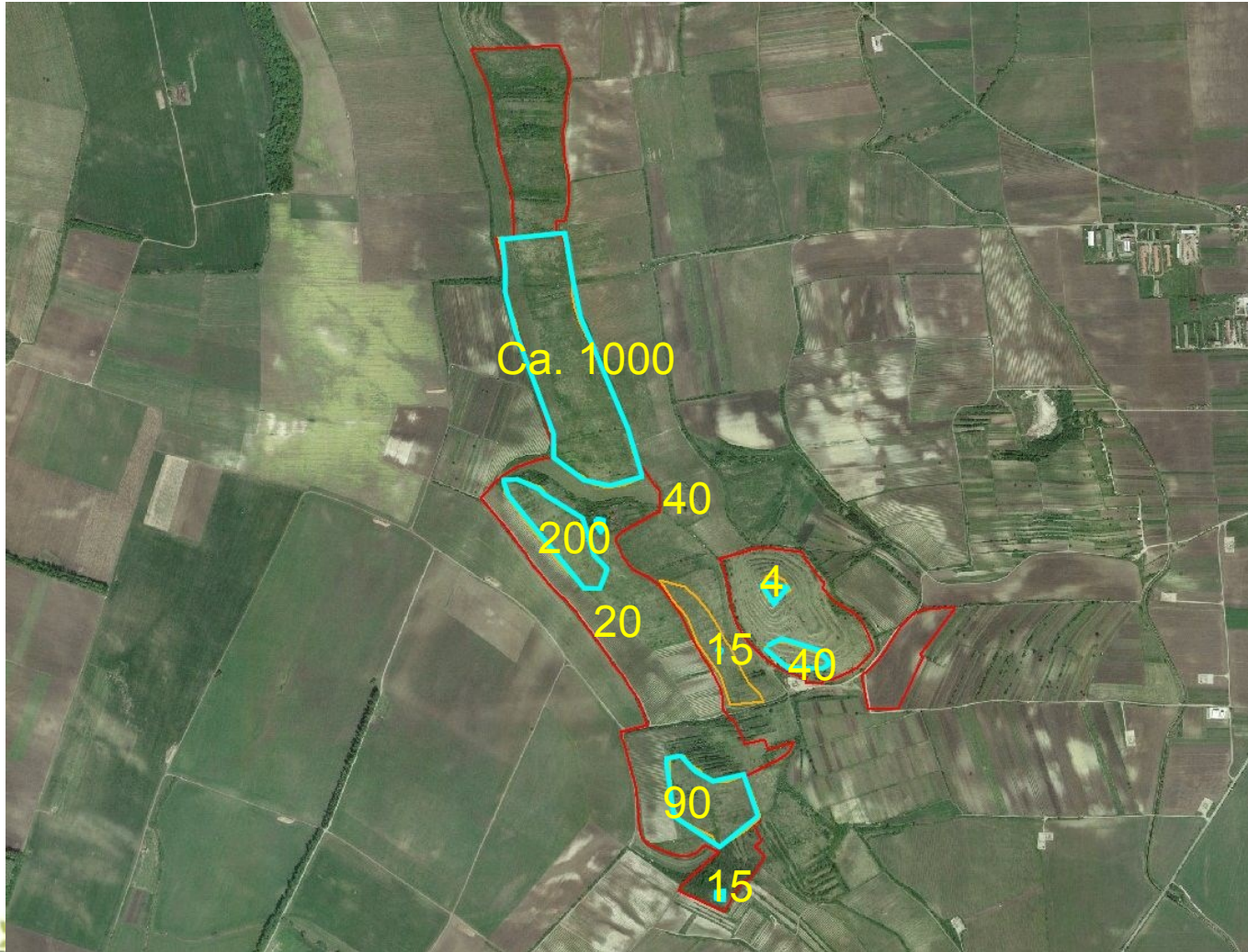
Pohled na severní část Liščího vrchu; tatáž část v roce 2009, tedy po realizaci několikaleté pastvy.





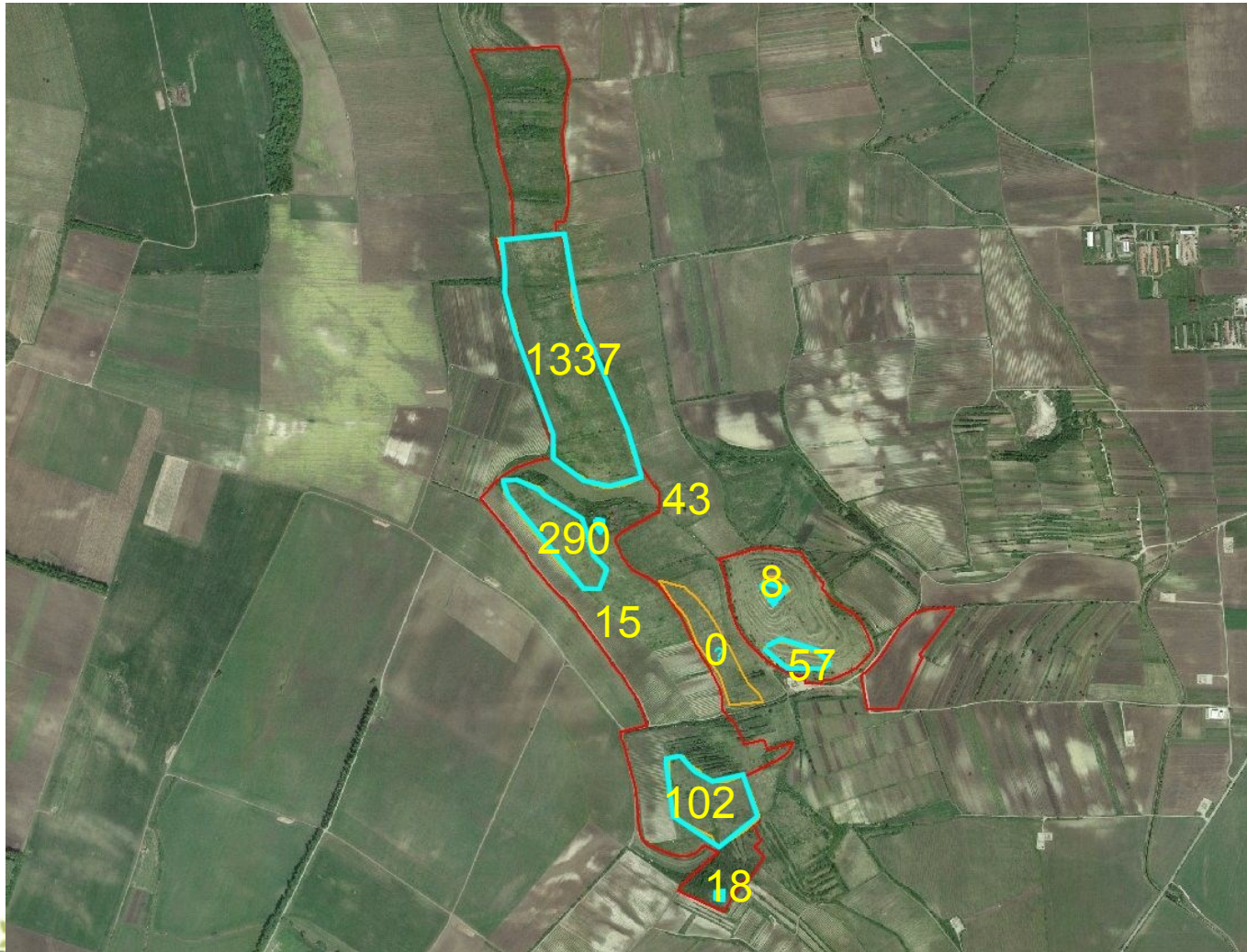
# Dunajovické kopce

Přibližné počty kvetoucích jedinců zjištěných v roce 2005



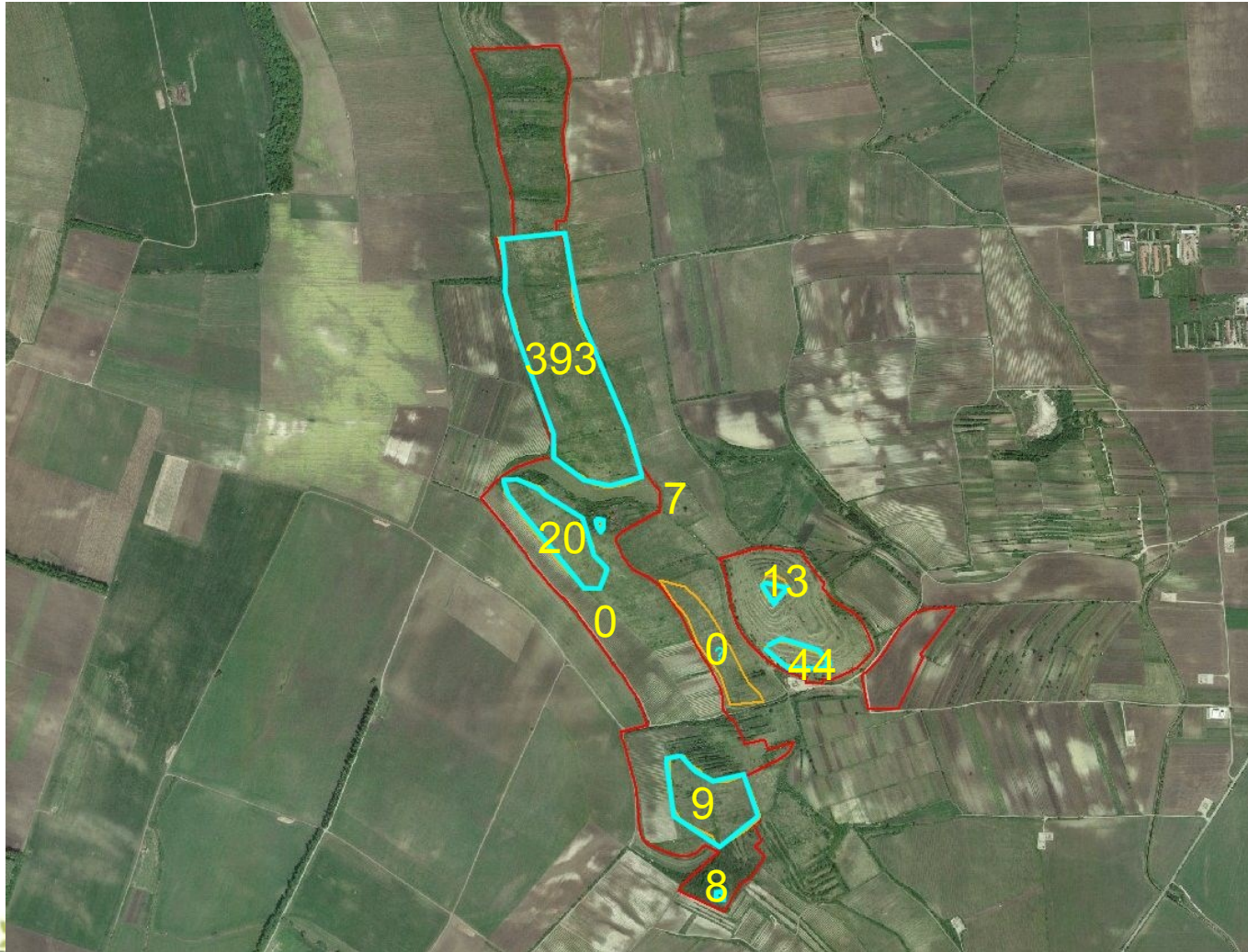
# Dunajovické kopce

Přibližné počty kvetoucích jedinců zjištěných v roce 2008



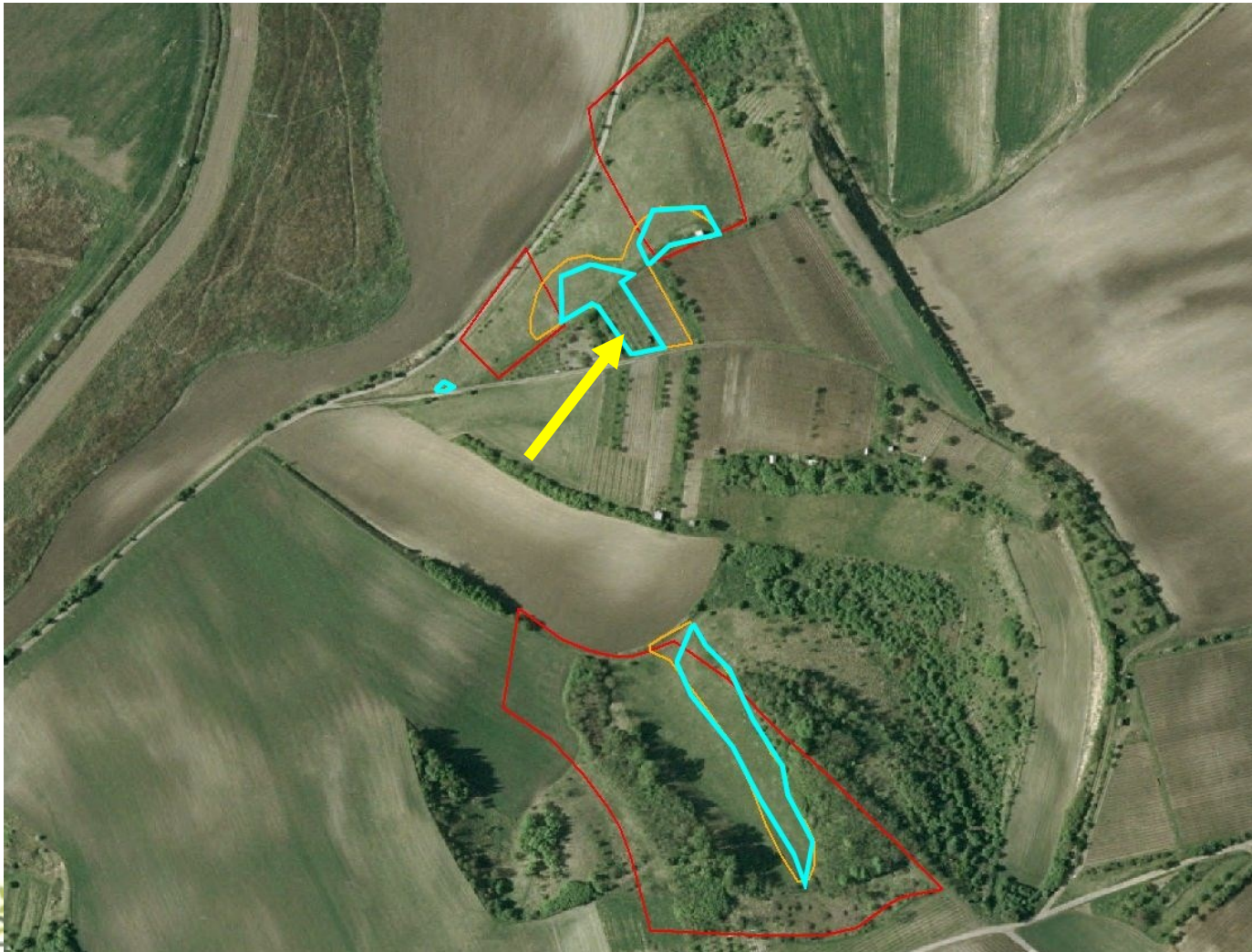
# Dunajovické kopce

Přibližné počty kvetoucích jedinců zjištěných v roce 2009



# Louky pod Kumstátem

Převážná část populace se nachází mimo území rezervace, a to v přilehlém udržovaném sadu. Zbytek populace živořít a postupně snižuje svůj počet.



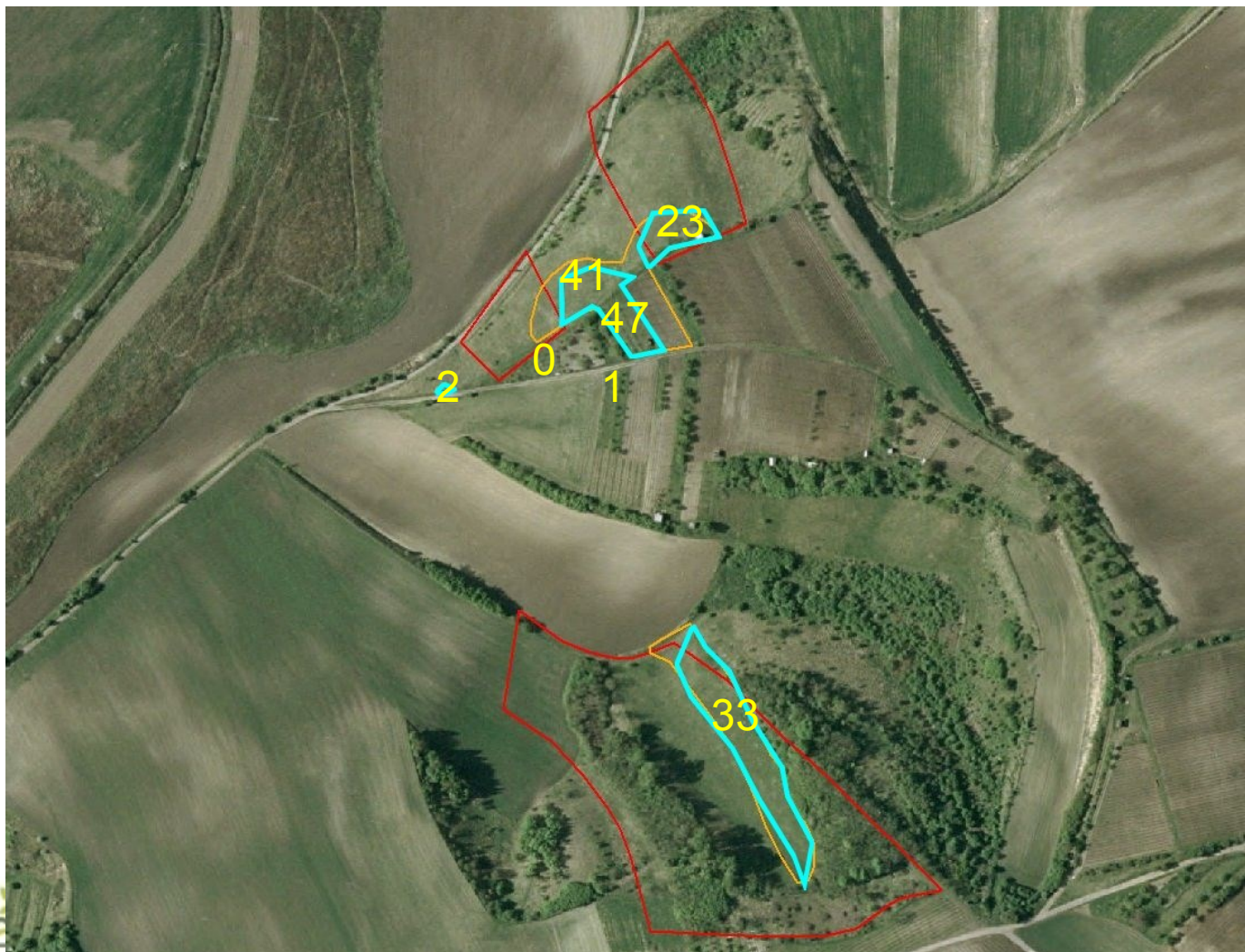
# Louky pod Kumstátem

Tato zahrada o ploše ca. 1000 m<sup>2</sup> je příkladem správného managementu – sečeno pravidelně každoročně koncem vegetační sezóny, stromy jsou pravidelně obryty.



# Louky pod Kumstátem

Stav v roce 2005



# Louky pod Kumstátem

Stav v roce 2009



# Hovoranské louky

Stav v roce 2005





# Hovoranské louky

Stav v roce 2009

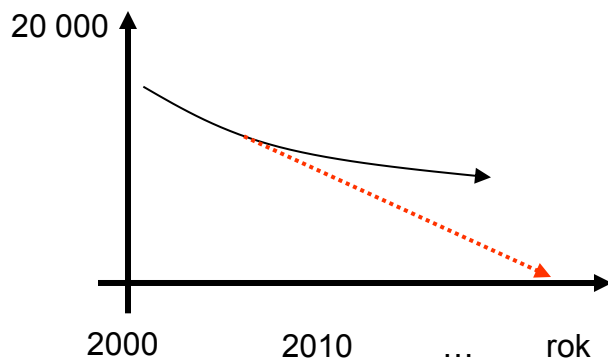


# Pouzďřanská step



# Co dál?

Trend:



Zaměřit se na udržení počtu jedinců, tedy na Dunajovické kopce a Pouzdřanskou step?

Změna typu managementu, důsledná kontrola vlivu na populace druhu, otázka vlivu na populace jiných druhů atd.

Soustředit pozornost na počet lokalit?

Dohled nad více subjekty, různé podmínky na stanovištích

## Je problematické:

prosadit a obhájit destrukci části vegetačního krytu (na rozdíl od dnes akceptovatelné pastvy nebo sečení)

Pást jen část lokality (z důvodu velikosti lokality, nedostupnosti stáda v malých vzdálenostech, nutnosti zajištění proti krádeži atd.)

Vysadíme očkované králíky?

**Podobné problémy:** hadinec červený atd.



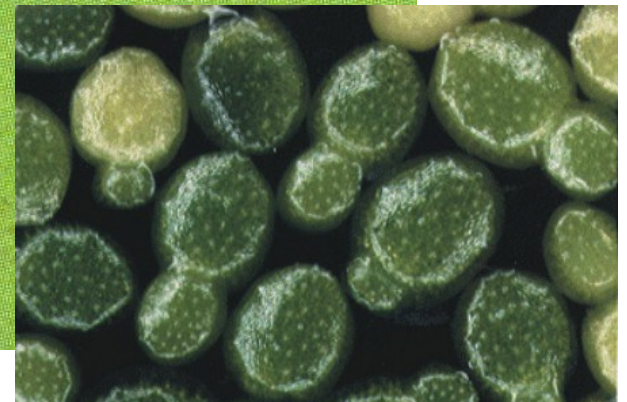
Kdo a jak bude dělat vhodný management?

# Volná ekologická nika

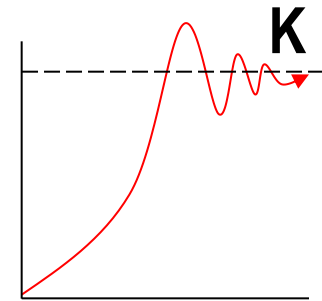
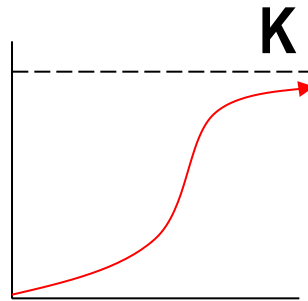
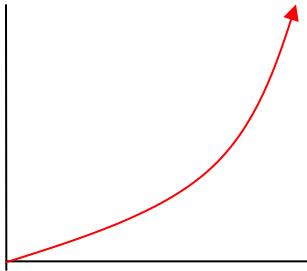


Foto: Börje Wernersson

# Limitní počet jedinců = nosná kapacita prostředí K



# Model růstu populace



Při neomezených možnostech růstu - **exponenciální růst** závisí na reprodukční rychlosti a počtu jedinců

## Křivka tvaru J

Maximální reprodukční potenciál - rychlost prostředím neomezeného růstu

Při možnostech omezených nosnou kapacitou prostředí K - **sigmoidní růst** limitující vlivy prostředí

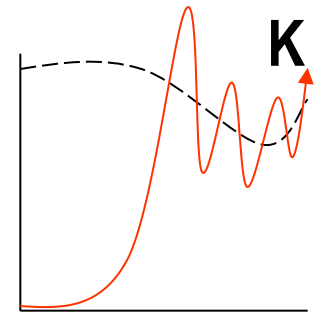
## Křivka tvaru S

Při dosažení K vyčerpán jeden ze zdrojů prostředí

Růst populace je regulován zpětnými vazbami  
Zpomalené odezvy prostředí umožňují **kolísání kolem nosné kapacity prostředí**

# Omezení použití zjednodušených modelů pro rostlinné populace

- Předpoklad navzájem rovnocenných jedinců (biomasa, stáří, výška, listová plocha atd.)
- Během vývoje rostlin je specifická rychlost růstu konstantní
- Konstantní je i nosná kapacita prostředí ( $K$ ) v průběhu vegetační sezóny



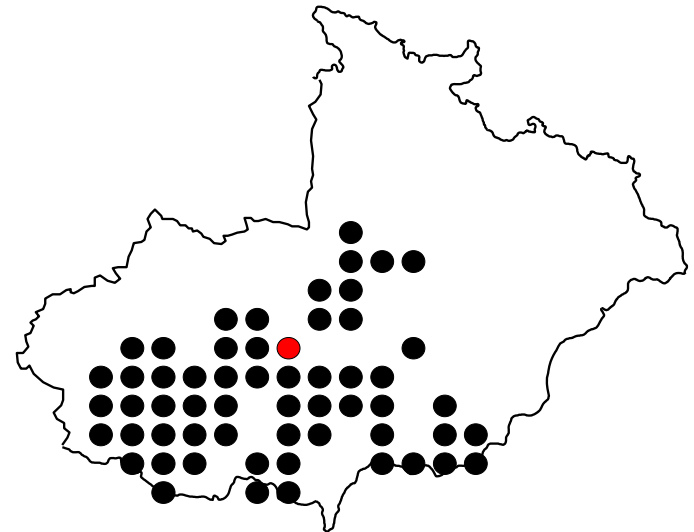
# Modelování populací

- Změny velikosti a struktury populací lze predikovat pomocí **přechodových (demografických) matic**
- Model umožňuje odpověď za jeden nebo více časových intervalů
- Používá se pravděpodobnost, se kterou druh zůstává nebo se přesunuje do jiné třídy



# *Pulsatilla grandis*

*Druh xerofilních pastvin  
závislost na mírném narušování povrchu  
anemochorie  
silně ohrožený  
zvláště chráněný; NATURA 200*



# *Pulsatilla grandis*

## *Sledování populace:*



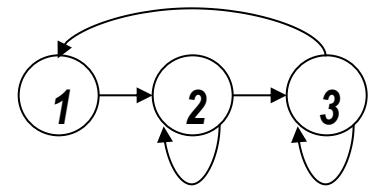
*označíme rostliny  
zjistíme produkci semen  
sledujeme počet kvetoucích  
a sterilních jedinců  
zanedbáme semennou banku*

*V 0. roce zjistíme 200 sterilních  
a 500 kvetoucích rostlin*

# *Pulsatilla grandis*



**Zjednodušený  
životní cyklus:**  
vývoj, přežívání,  
reprodukce



**V nultém roce zjistíme:**

500 kvetoucích rostlin

200 juvenilních rostlin

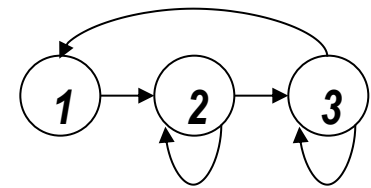
4000 semen z kvetoucích rostlin

# *Pulsatilla grandis*

Rok 0	4000	200	500
-------	------	-----	-----

	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny	Rok 1
Semena	0	0	3600	3600
Juvenilní rostliny	40	100	0	140
Kvetoucí rostliny	0	50	400	450

**Zjednodušený životní cyklus:**  
vývoj, přežívání, reprodukce



**V prvním roce zjistíme:**

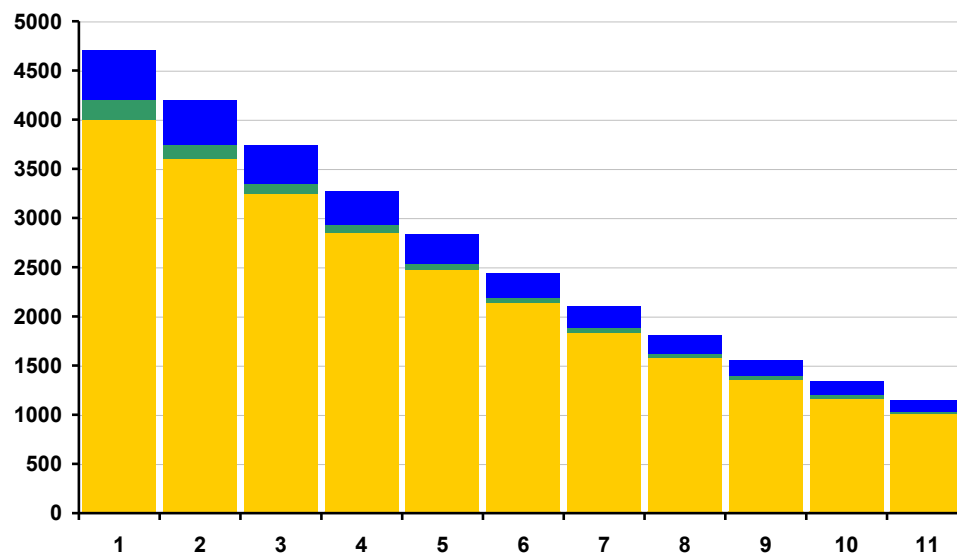
400 kvetoucích rostlin přežilo a kvetlo znovu, 50 semenáčků poprvé kvetlo, 100 nekvetoucích rostlin zůstalo nekvetoucími rostlinami a ze semen vyrostlo 40 semenáčků. Z vykvetlých rostlin vzniklo 3600 semen

Rok 0	4000	200	500	
	x	x	x	
	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny	Rok 1
Semena	0	0	7.2	= 3600
Juvenilní rostliny	0.01	0.5	0	= 140
Kvetoucí rostliny	0	0.25	0.8	= 450

# *Pulsatilla grandis*

## Modelování časové řady

roky	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
0	4000	200	500
1	3600	140	450
2	3240	106	395
3	2844	85	343
4	2466	71	295
5	2127	60	254
6	1829	51	218
7	1572	44	187
8	1350	38	161
9	1159	32	138
10	995	28	119



**Populace vymírá!!!**

# *Pulsatilla grandis*

Rok 0			
	4000	200	500
	x	x	x
	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
Semena	0	0	7.2
Juvenilní rostliny	0.01	0.5	0
Kvetoucí rostliny	0	0.25	0.8

Rok 1	
=	3600
=	140
=	450

Které prvky matice lze nejnáze ovlivnit a které mají největší fluktuaci?

## Senzitivita a elasticita matice

**Senzitivita (citlivost matice na změnu prvku)** – čím větší je senzitivita prvku matice, tím je větší změna v počtu jedinců při jednotkové změně prvku matice

**Elasticita (fluktuace prvku v čase)** – udává význam procentické, nikoliv jednotkové změny prvku pro nárůst velikosti populace. Tj. která z hodnot se v průběhu času bude nejvíce procenticky měnit.

# *Pulsatilla grandis*

Rok 0	4000	200	500	
	x	x	x	
	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny	Rok 1
Semena	0	0	7.2	= 3600
Juvenilní rostliny	0.01	0.5	0	= 140
Kvetoucí rostliny	0	0.25	0.8	= 450

Které prvky matice lze nejnáze ovlivnit a které mají největší fluktuaci?

## Senzitivita matice

	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
Semena	0	0	0.006843
Juvenilní rostliny	4.379826	0.124035	0
Kvetoucí rostliny	0	0.175193	0.824626

## Elasticita matice

	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
Semena	0	0	0.051339
Juvenilní rostliny	0.051339	0.072695	0
Kvetoucí rostliny	0	0.051339	0.773287

# *Pulsatilla grandis*

Využití přechodových matic:

**Jak se bude chovat populace v simulovaných podmínkách?**

1. Zarůstání stařinou
2. Dosev semen z jiné lokality
3. Sečení (pastva)

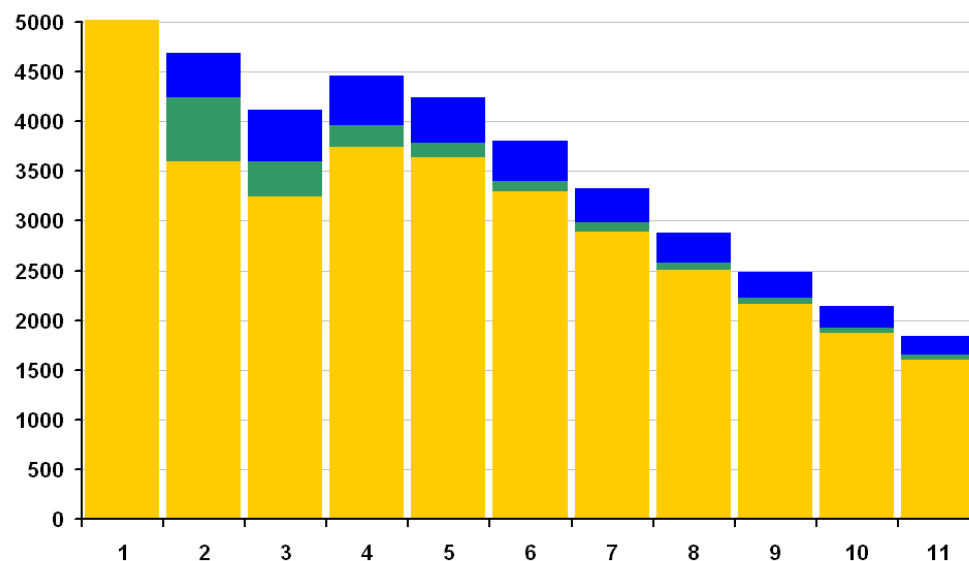




# *Pulsatilla grandis*

0. rok – výsev 50.000 semen

roky	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
0	54000	200	500
1	3600	640	450
2	3240	356	520
3	3744	210	505
4	3636	143	457
5	3288	108	401
6	2887	87	348
7	2503	72	300
8	2159	61	258
9	1857	52	222
10	1596	45	190

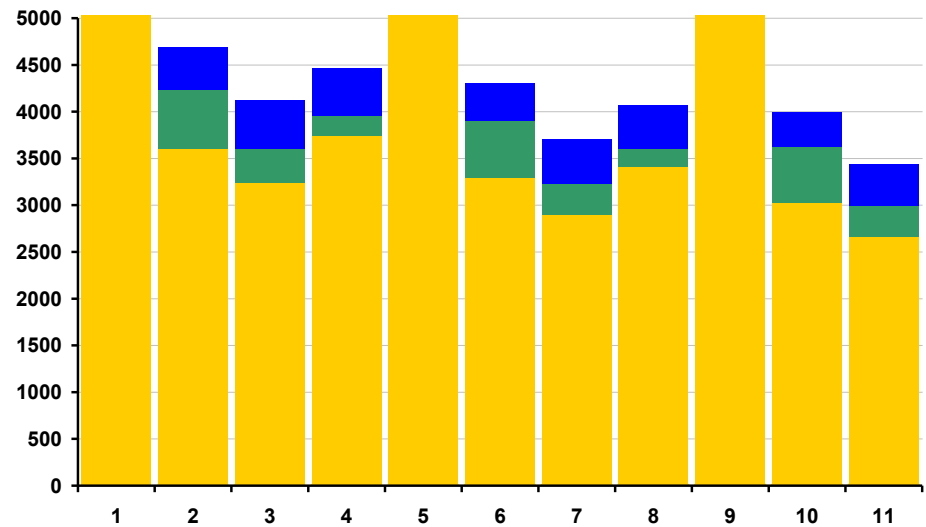


**Populace stále vymírá!!!**

# *Pulsatilla grandis*

Každý čtvrtý rok výsev 50.000 semen

roky	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
0	54000	200	500
1	3600	640	450
2	3240	356	520
3	3744	210	505
4	53636	143	457
5	3288	608	401
6	2887	337	473
7	3403	197	462
8	53329	133	419
9	3018	600	368
10	2653	330	445



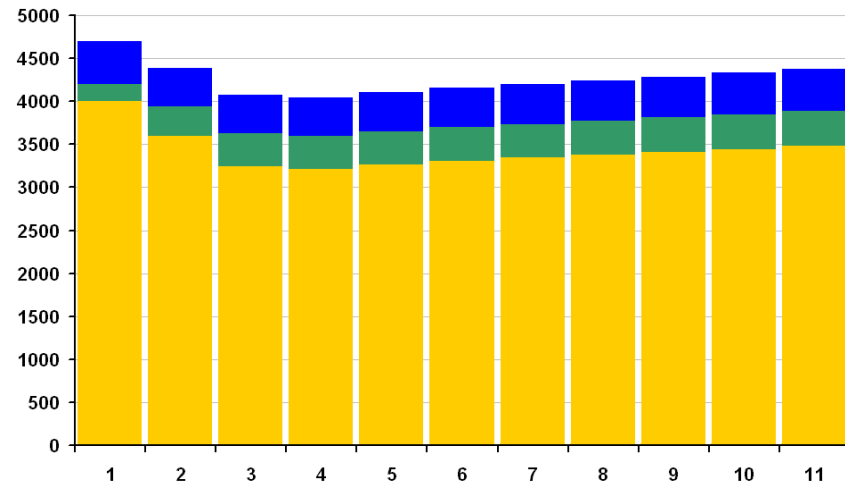
Populace stále pomalu vymírá.

# *Pulsatilla grandis*

Podpoření přežívání semenáčků –  
změna charakteru lokality  
(sečení)

Rok 0	4000	200	500	
	x	x	x	
	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny	Rok 1
Semena	0	0	7.2	= 3600
Juvenilní rostliny	0.06	0.5	0	= 340
Kvetoucí rostliny	0	0.25	0.8	= 450

roky	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
0	4000	200	500
1	3600	340	450
2	3240	386	445
3	3204	387	453
4	3258	386	459
5	3304	388	464
6	3338	392	468
7	3369	396	472
8	3402	400	477
9	3435	404	482
10	3469	408	487



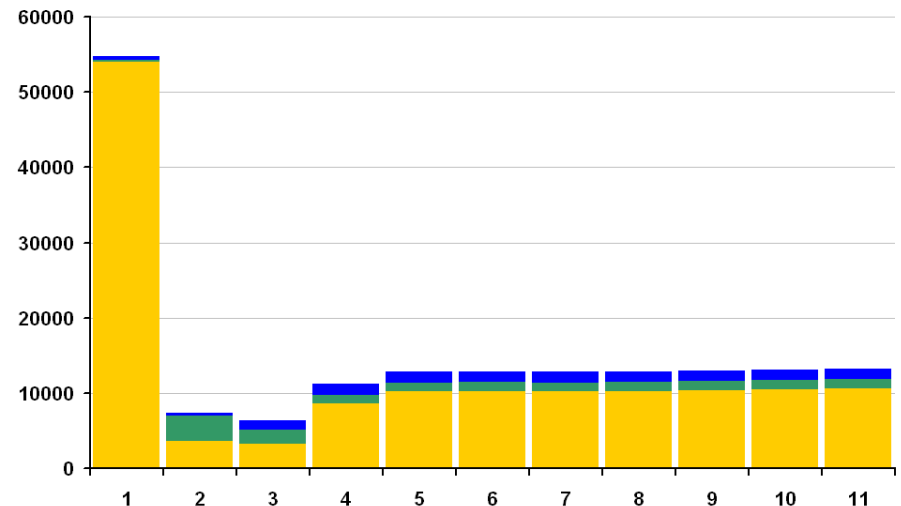
Populace se časem stabilizuje

# *Pulsatilla grandis*

Podpoření přežívání semenáčků –  
změna charakteru lokality + výsev  
50.000 semen

Rok 0	4000	200	500	
	x	x	x	
	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny	Rok 1
Semena	0	0	7.2	= 3600
Juvenilní rostliny	0.06	0.5	0	= 340
Kvetoucí rostliny	0	0.25	0.8	= 450

roky	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
0	54000	200	500
1	3600	3340	450
2	3240	1886	1195
3	8604	1137	1428
4	10278	1085	1426
5	10270	1159	1412
6	10169	1196	1420
7	10221	1208	1435
8	10329	1217	1450
9	10438	1228	1464
10	10542	1240	1478



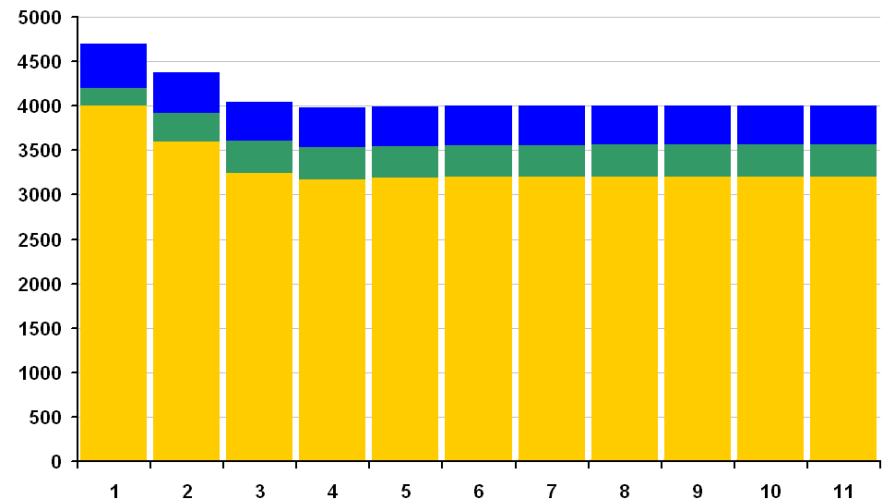
Optimistický vývoj populace

# *Pulsatilla grandis*

Stabilizujeme dvě nezávislé populaci pro pokus simulace odběru a výsevu semen:

roky	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
0	4000	200	500
1	3600	322	450
2	3240	361	441
3	3172	360	443
4	3187	356	444
5	3198	355	444
6	3199	355	444
7	3198	355	444
8	3198	355	444
9	3197	355	444
10	3197	355	444

Rok 0				Rok 1			
	x	x	x		x	x	x
	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny		Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
Semena	0	0	7.2	=	3600		
Juvenilní rostliny	0.0555	0.5	0	=	322		
Kvetoucí rostliny	0	0.25	0.8	=	450		

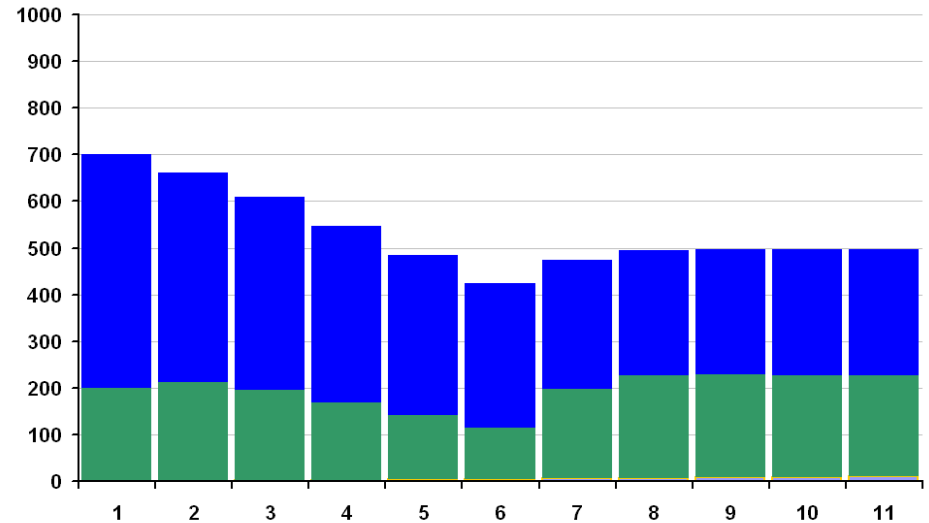


# *Pulsatilla grandis*

Z první populace odebereme  
prvních 5 let každý rok 2000  
semen:

Rok 0	2000	200	500	
	x	x	x	
	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny	Rok 1
Semena	0	0	7.2	= 1600
Juvenilní rostliny	0.0555	0.5	0	= 211
Kvetoucí rostliny	0	0.25	0.8	= 450

roky	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
0	2000	200	500
1	1600	211	450
2	1240	194	413
3	972	166	379
4	727	137	345
5	2480	109	310
6	2231	192	275
7	1981	220	268
8	1930	220	269
9	1940	217	271
10	1948	216	271



# *Pulsatilla grandis*

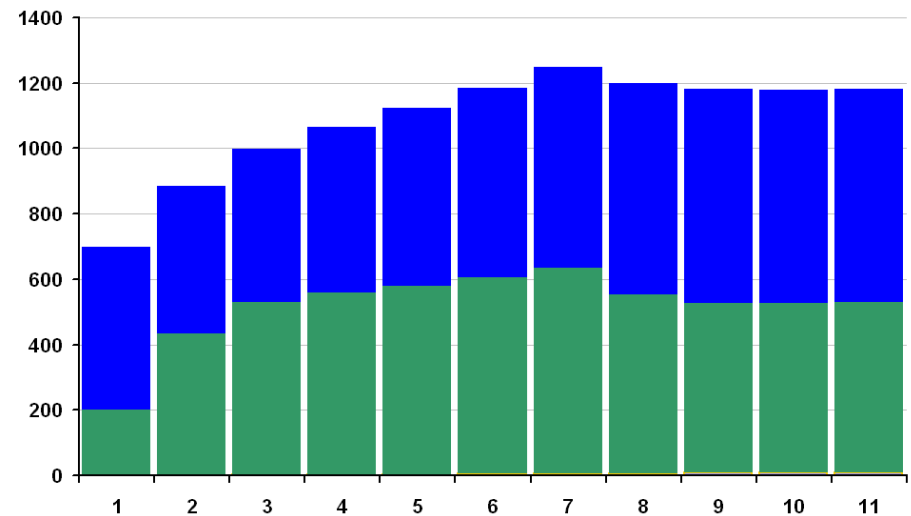
Do druhé populace přidáme prvních 5 let každý rok 2000 semen:

Rok 0			
	6000	200	500
	x	x	x
	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
Semena	0	0	7.2
Juvenilní rostliny	0.0555	0.5	0
Kvetoucí rostliny	0	0.25	0.8

Rok 1	
=	5600
=	433
=	450

roky	Semena	Juvenilní rostliny	Kvetoucí rostliny
0	6000	200	500
1	5600	433	450
2	5240	527	468
3	5371	554	506
4	5646	575	544
5	5915	601	579
6	4168	629	613
7	4416	546	648
8	4665	518	655
9	4714	518	653
10	4703	521	652



# Životní cyklus rostlinného jedince



# Životní cyklus rostliny

- Sled růstově vývojových částí

## Základní schéma:

**Semeno, spora**

<semenná banka>

<dormance>

<klíčení>

**Semenáček**

<zředování>

**dospělé rostliny**

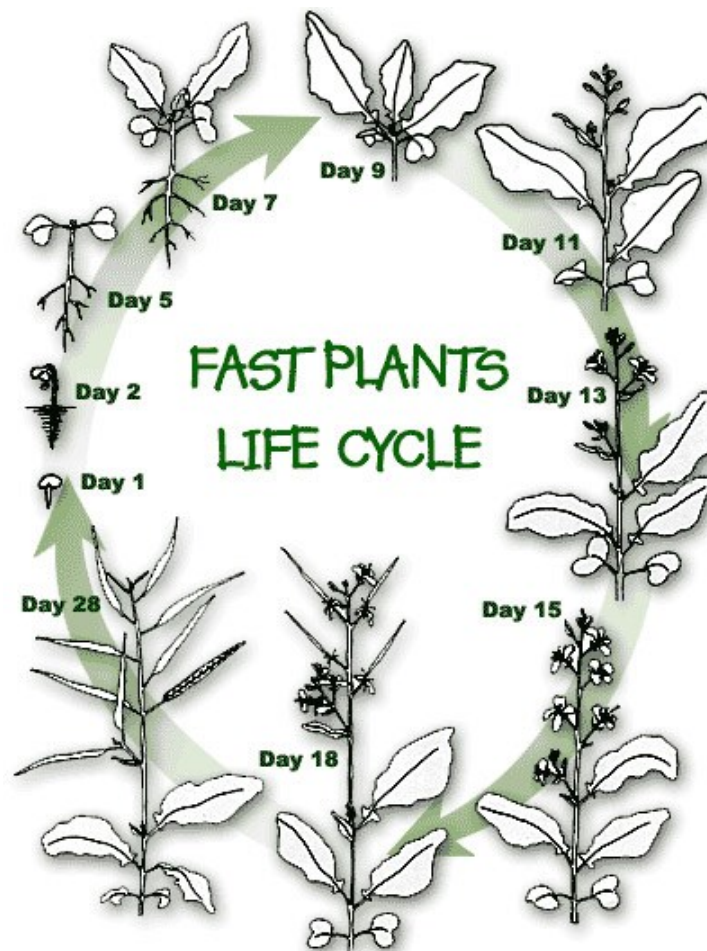
<vegetativní propagace>

<generativní reprodukce>

**semeno**

<transport a spad semen>

<semenná banka>



# Katrán tatarský

katrán tatarský  
- životní cyklus



Kulovitý  
zásobní kořen

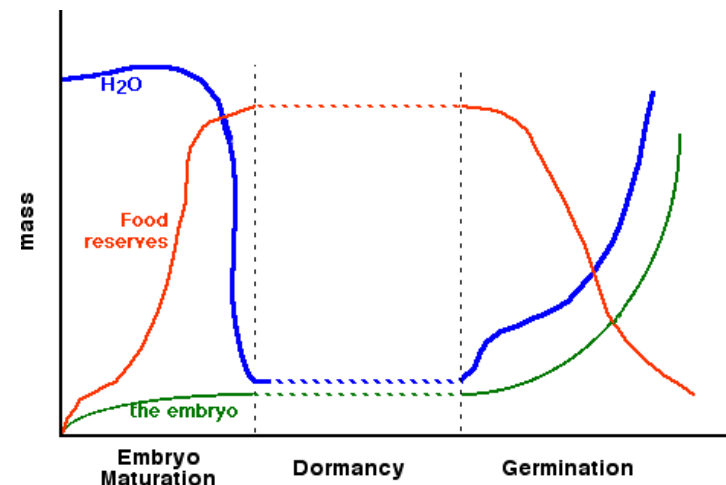


10-20 % rostlin



# Semenná banka

- Dormance semen - různě stará semena (jedinci) klíčí v jediný rok.
- V samotném důsledku nejsou jednoletky jednoletými organismy!
- Mnohdy jde o velmi dlouhověké rostliny - plevele (desítky až stovky let), lotos (více než 2000? let)
- Umělé prodloužení viability semen: zmrazení, sucho (vakuum, plyny nemají signifikantní vliv)



# Dormance

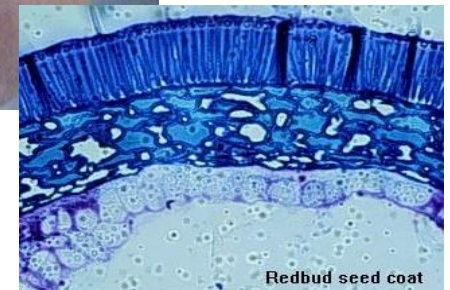
## Různé druhy dormance

- **Primární:** fyzikální, chemická, morfologická, fyziologická nebo kombinovaná
- **Sekundární:** chrání semeno před klíčením v nevýhodných podmínkách (teplotní extrém, sucho, nedostatek nebo přebytek kyslíku, trvalá tma nebo světlo atd.

# Dormance

## Fyzikální (tvrdosemennost)

- osemení je odolné vůči vodě; neklíčí, dokud není mechanicky porušeno; narušení se provádí komerčně kys. sírovou nebo mechanicky; *Cistaceae*, *Fabaceae*, *Geraniaceae*, *Malvaceae*, *Rhamnaceae*.



# Dormance

## Chemická

- chemické látky v osemeni blokují klíčení. Bývá přerušena delším vyluhováním ve vodě nebo vystavením semene proudu vody (prudký dešť).

## Morfologická

- Embryo není v okamžiku šíření semene dostatečně vyvinuto; klíčení nastává teprve po dosažení kritické velikosti embrya; *Apiaceae*, *Orchidaceae*, *Orobanchaceae*, *Ranunculaceae*

## Fyziologická dormance

- Fyziologické pochody zabraňují klíčení; *Apiaceae*, *Iridaceae*, *Liliaceae*, *Papaveraceae*, *Ranunculaceae*; pozitivně reagují na vlhkou a teplou periodu následující po studené a suché periodě.

## Morfo-fyziologická dormance

- Kombinace předešlých; *Apiaceae*, *Araceae*, *Fumariaceae*, *Liliaceae*, *Magnoliaceae*

## Kombinovaná dormance

- Tvrdosemennost kombinovaná s fyziologickou dormancí; *Tilia*, *Rhus*.

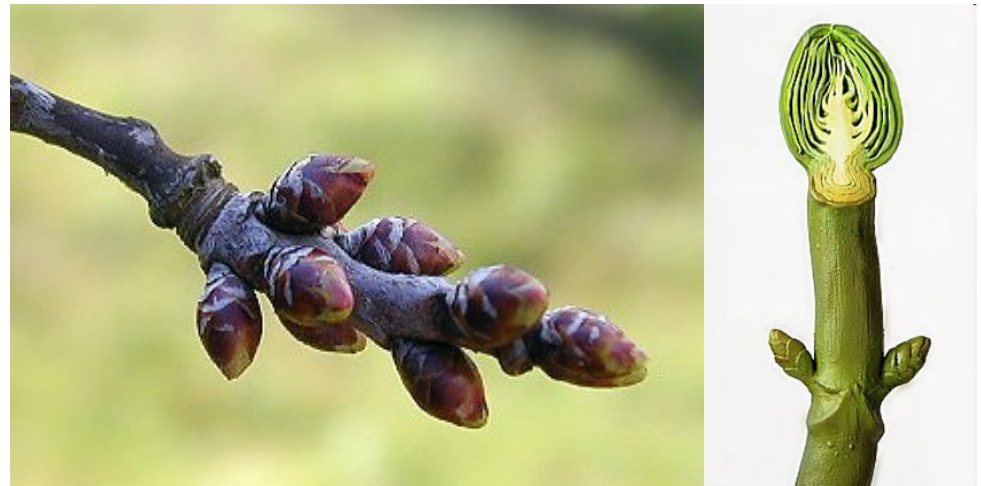
# Přerušení dormance

- **Některé signály, které způsobují přerušení dormance**
  - (1) světlo -- mnohá semena klíčí ve tmě nebo jen na světle
    - (a) absolutní množství
    - (b) červená část FAR
  - (2) teplota -- zprostředkovává informaci o ročním období a intenzitě nadzemní kompetice mezi sousedními rostlinami
    - (a) denní maximum
    - (b) teplotní fluktuace
  - (3) dostupnost vody
  - (4) oheň
  - (5) CO<sub>2</sub> v půdě –  
indikuje množství potenciálních kompetitorů v okolí;  
CO<sub>2</sub> vzniká respirací kořenů



# Dormance vegetativních částí

- Spící pupeny na oddenku mohou zůstat velmi dlouho dormantní
- Dormantní podzemní hlízy (*Chaerophyllum prescottii*)
- Spící cibule
- Spící pupeny listnatých stromů







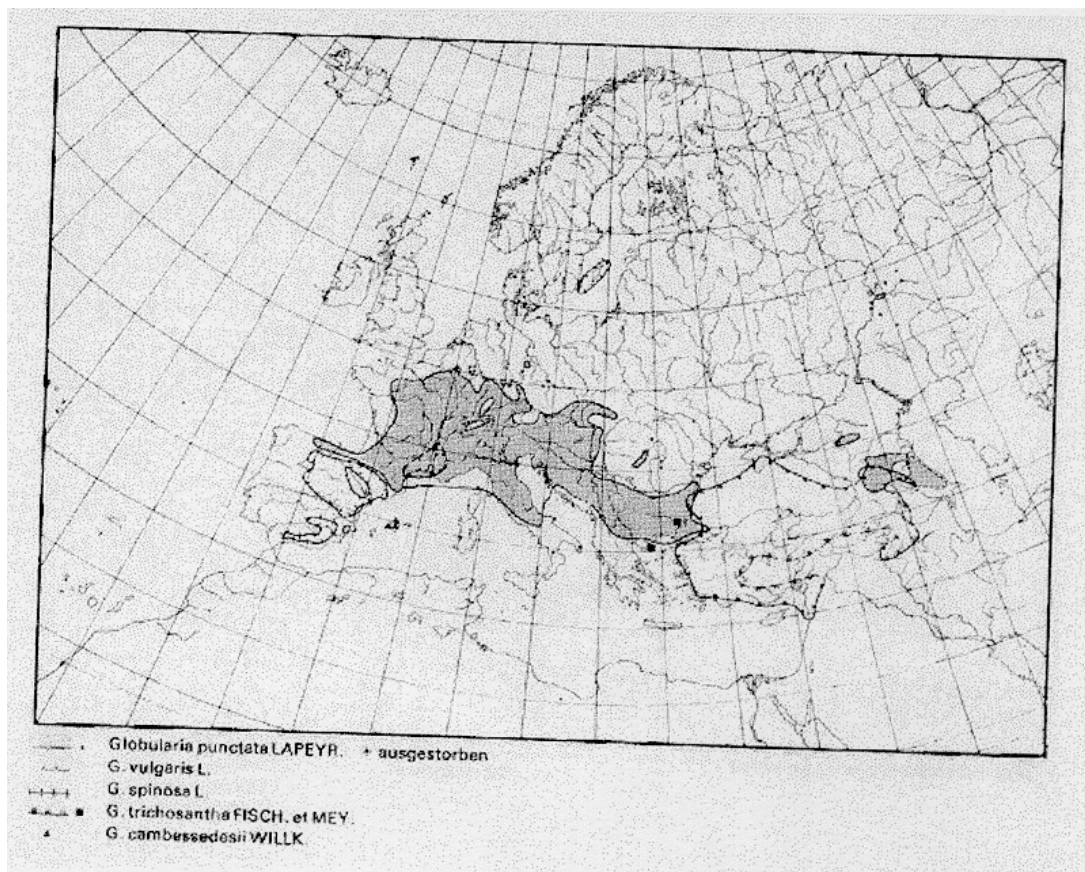
# *Globularia punctata*

Popis životního cyklu druhu na základě demografické studie



# *Globularia punctata*

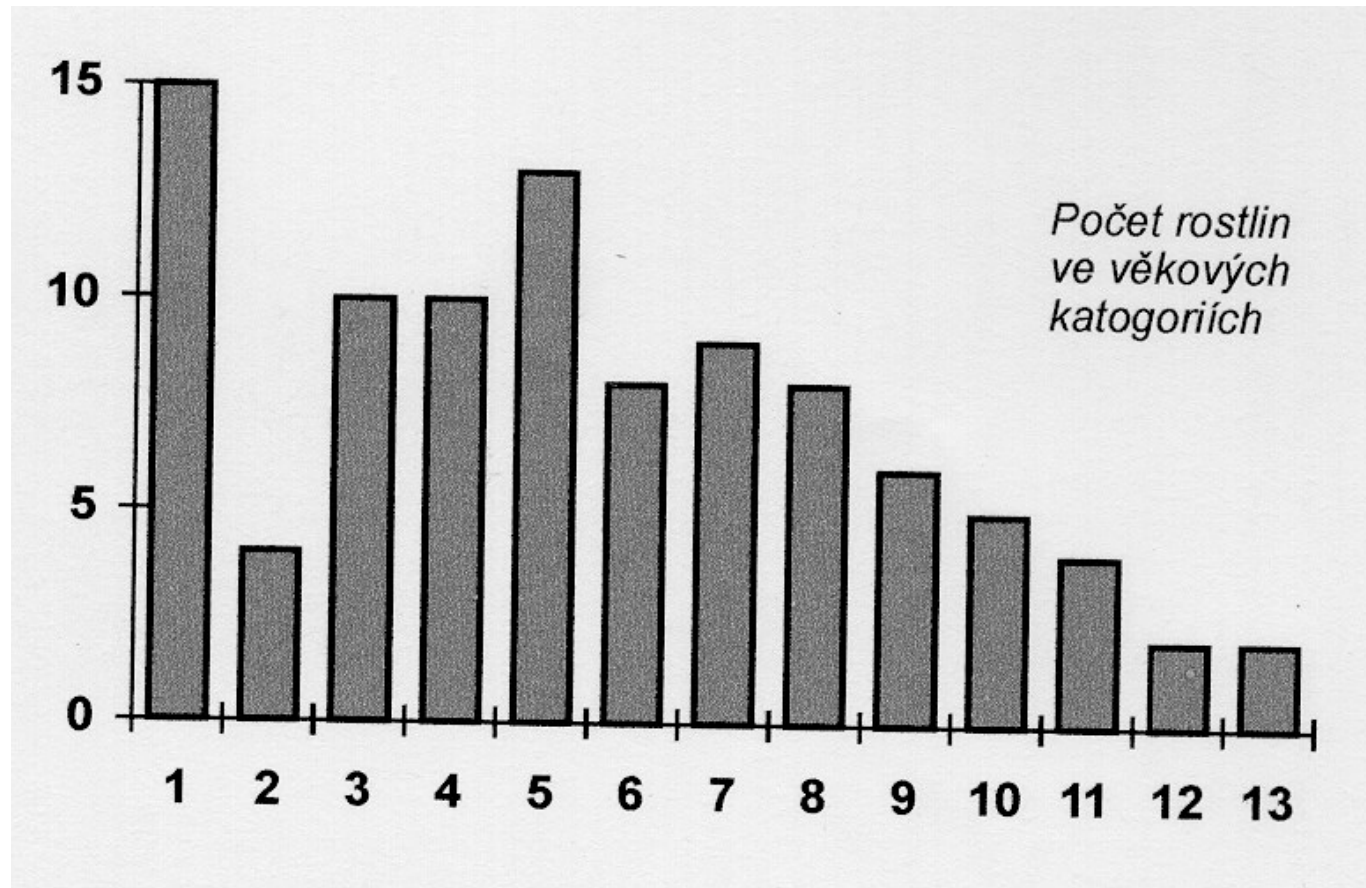
## *Příklad analýzy životního cyklu populace*



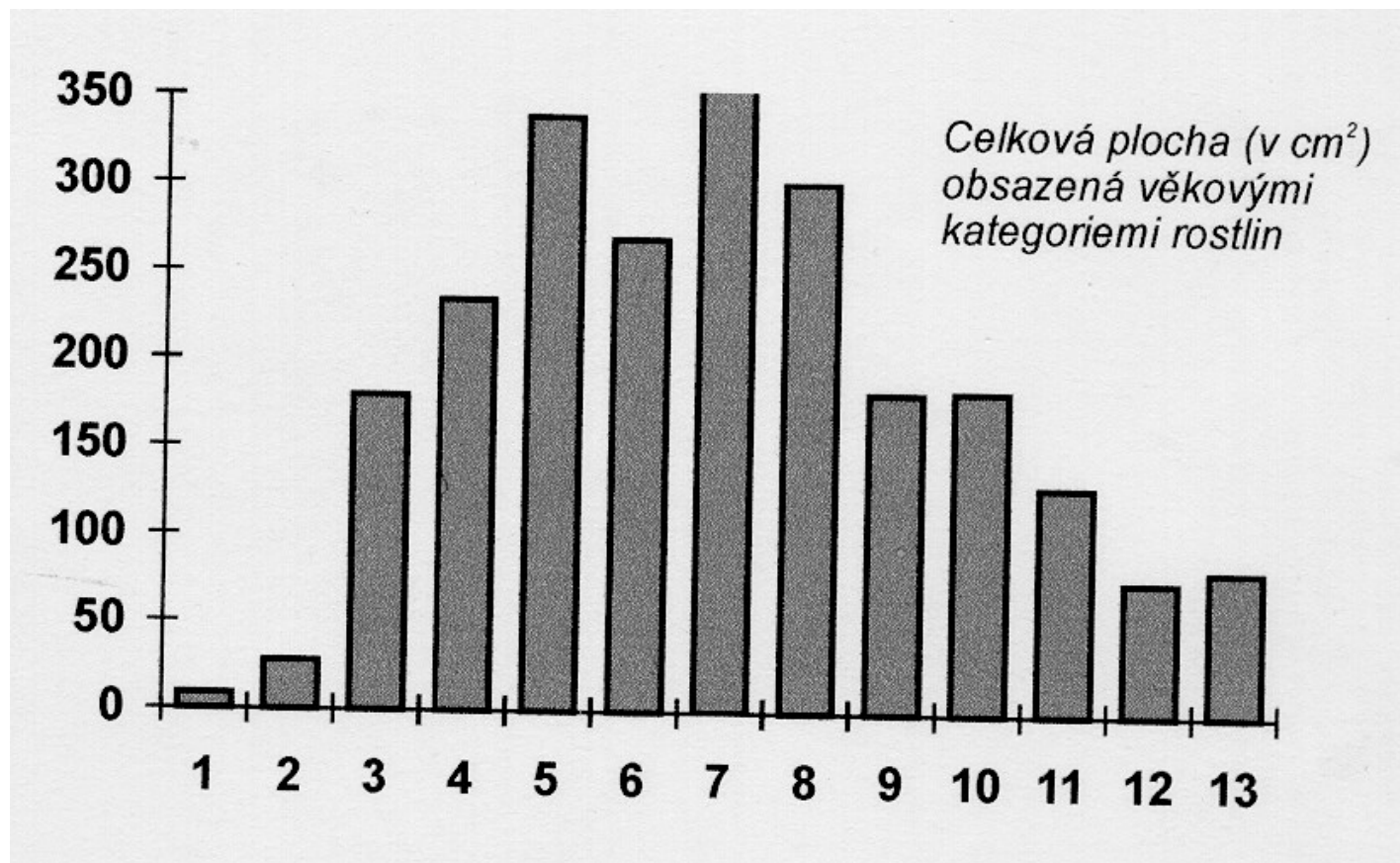
Dřevina - polokeřík  
suché trávníky,  
dolomitové svahy

**Lokalita:** Temátnské kopce  
**Převažující substrát:** dolomitová drť  
**Sklon:** 5° **Orientace:** JJZ  
**Plocha populace:** 1,44 m<sup>2</sup>  
**Počet analyzovaných rostlin:** 96

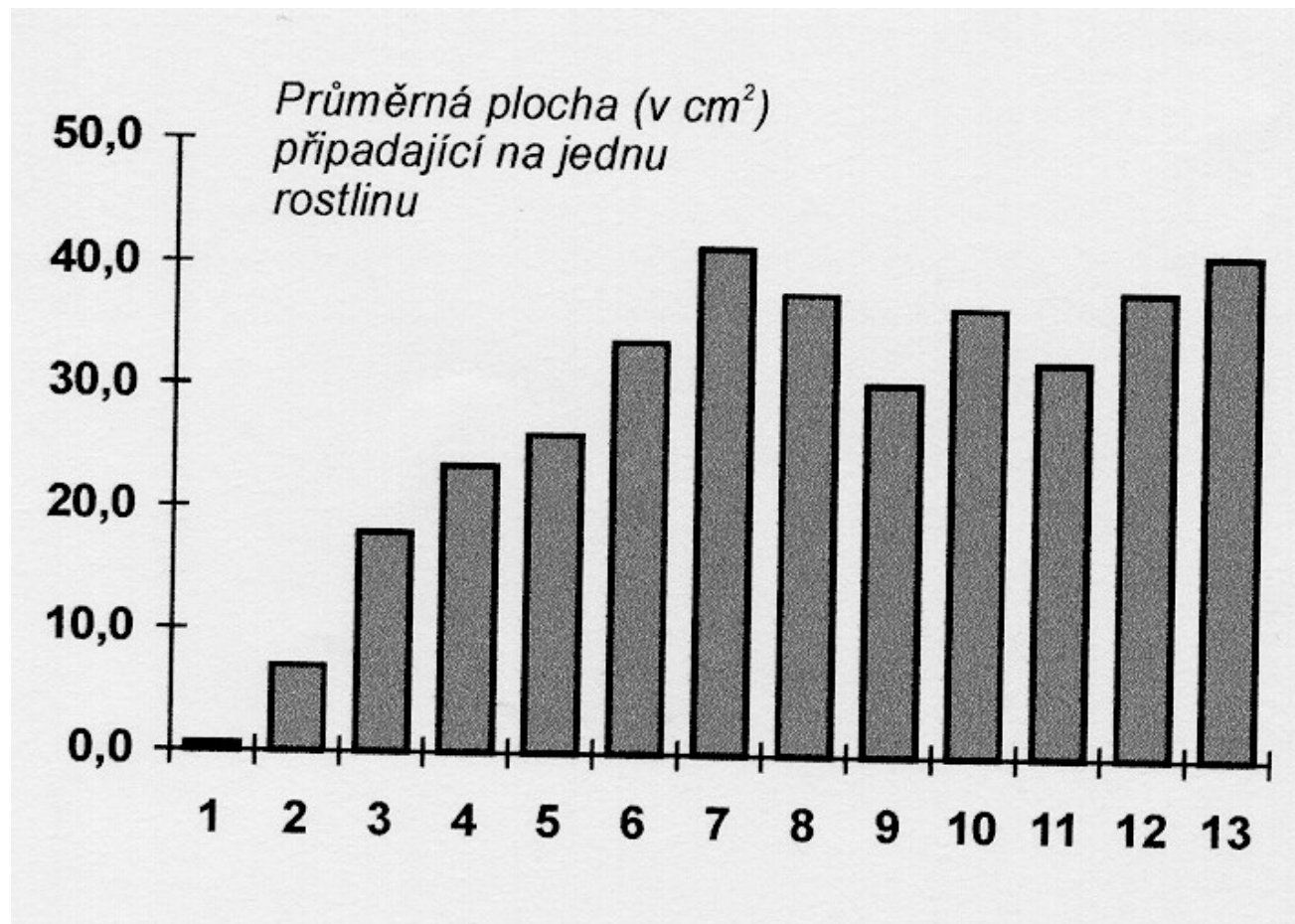
# *Globularia punctata*



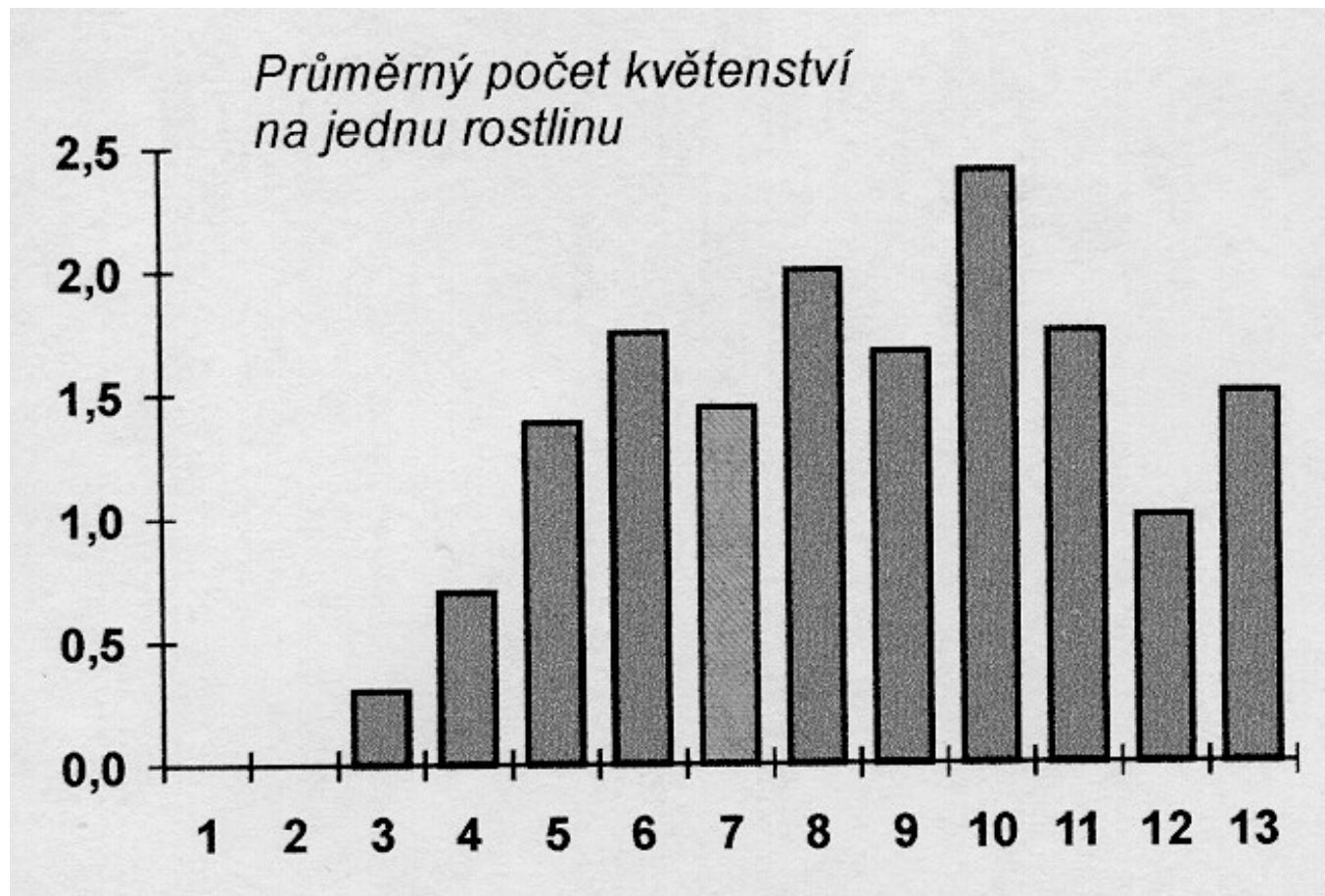
# *Globularia punctata*



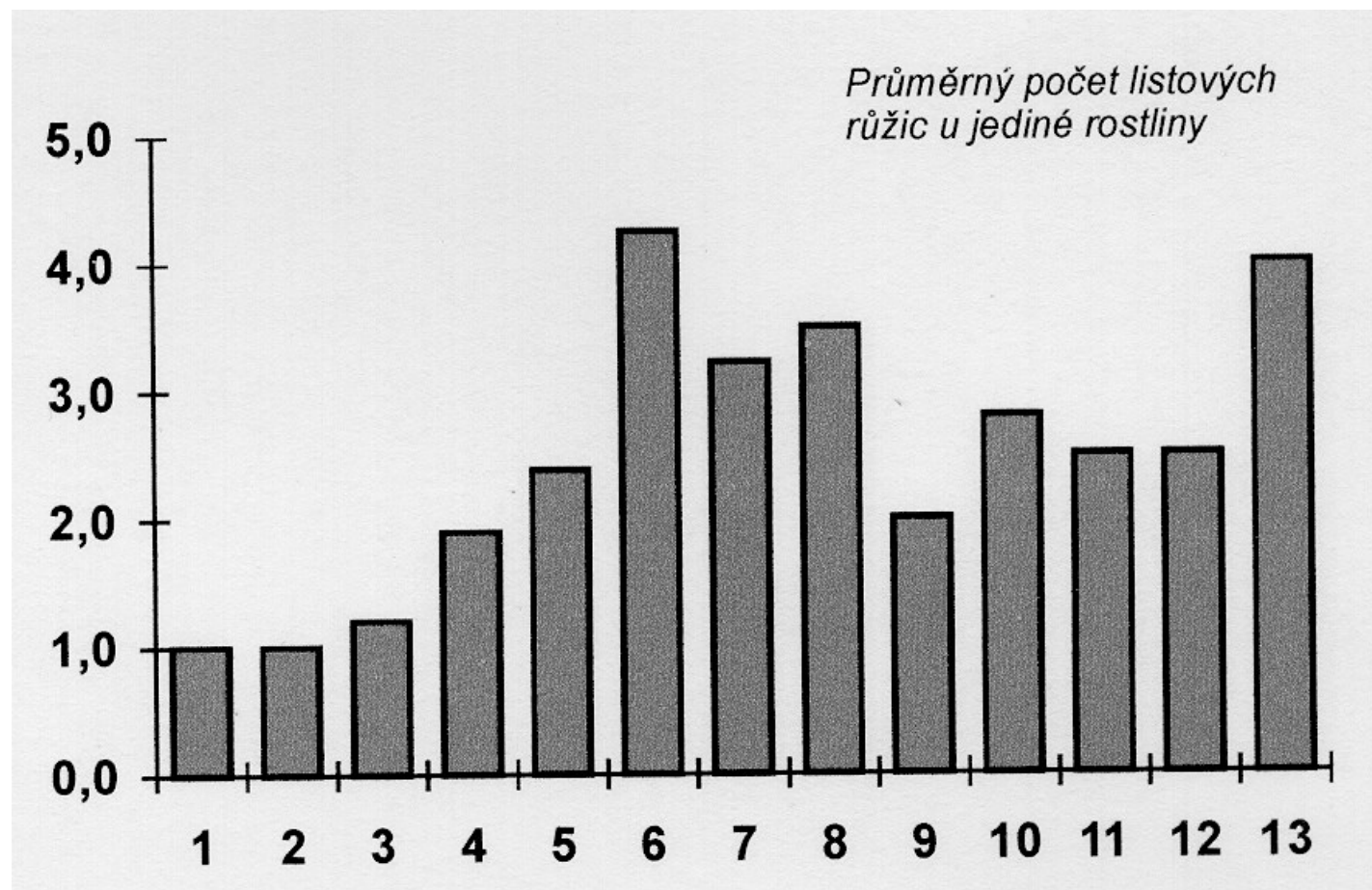
# *Globularia punctata*



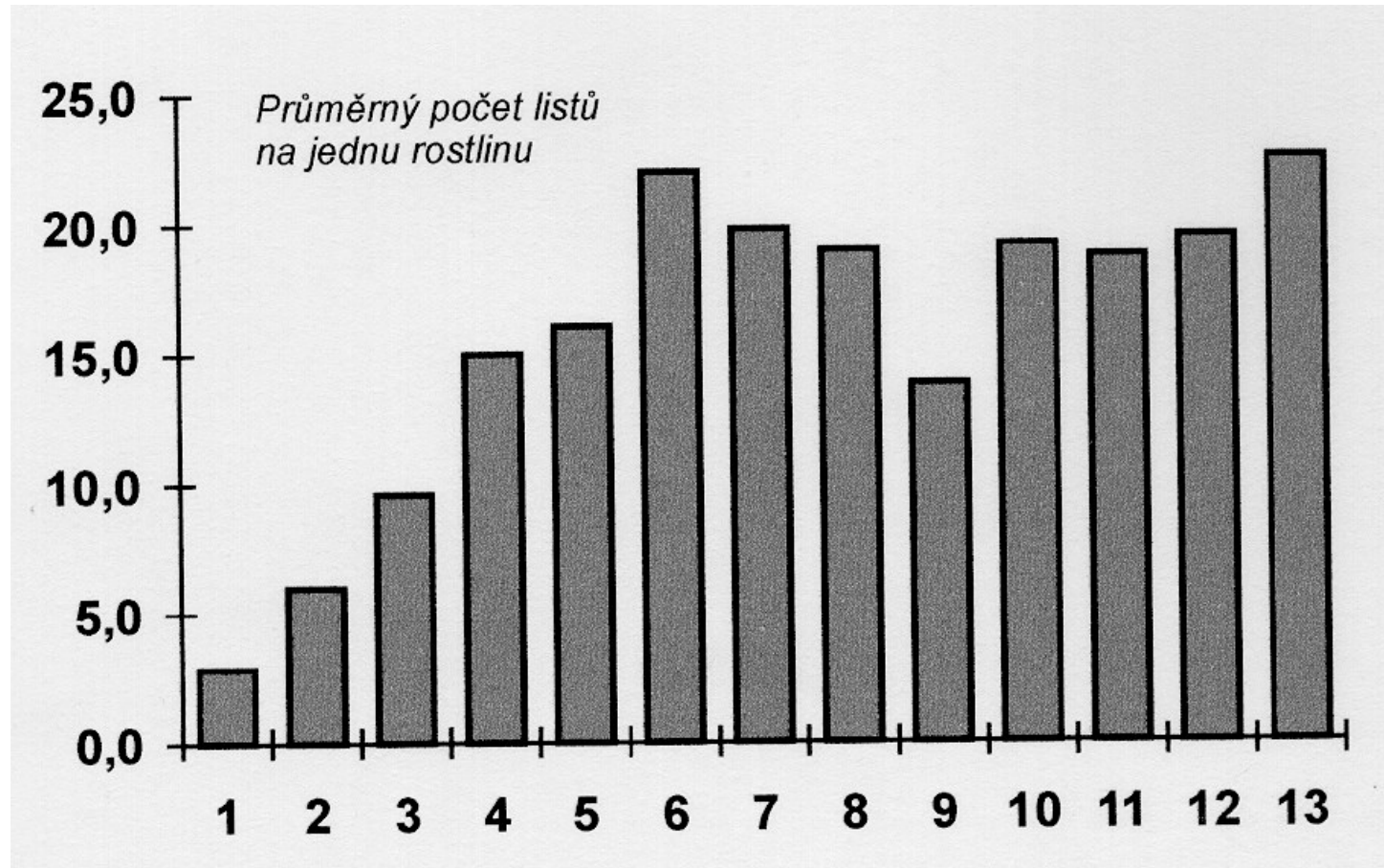
# *Globularia punctata*



# *Globularia punctata*

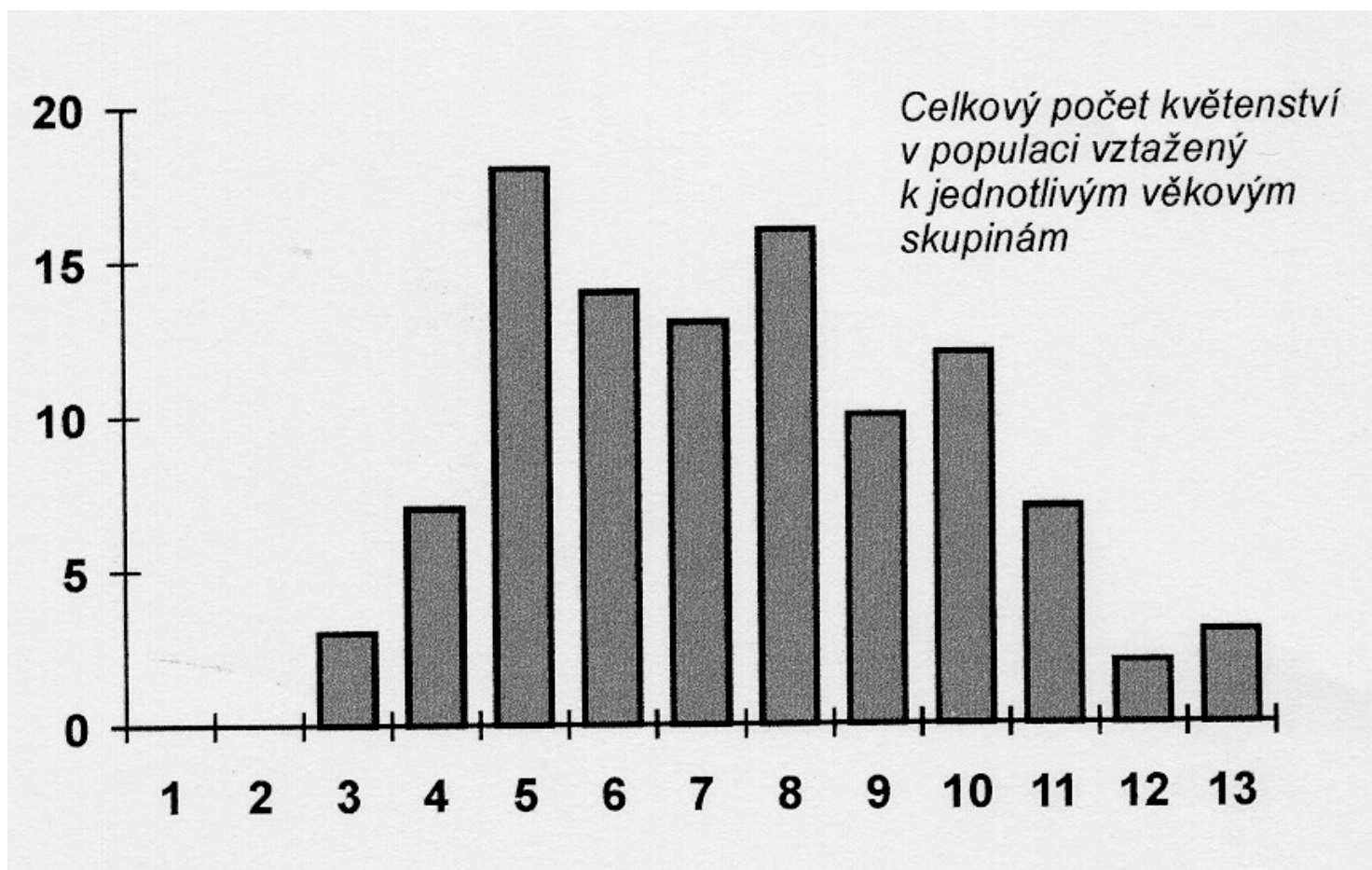


# *Globularia punctata*





# *Globularia punctata*



# Vývojové fáze

## Základní rozdělení:

- Vegetativní fáze (heterotrofní klíčení, autotrofní růst juvenilního jedince)
- Generativní fáze (kvetení, opylení, oplození, produkce semen)
- Senescence (stárnutí, postreprodukční fáze, ztráta schopnosti generativního rozmnožování)

## Jiná pojetí:

- Rozlišování i podle jiných (např. morfologických nebo fyziologických) znaků - rašení pupenů, tvorba stolonů, počet listů, prodlužování stonku, mikromorfologické změny v růstovém vrcholu atd.

# FENOLOGIE

## Sezónní vývojové fáze

- **FENOLOGIE** - sleduje různé fáze životního cyklu (rašení listů, kvetení, zrání plodů, žloutnutí listů atd.)
- Vývojové fáze rostlin se každoročně opakují – tzv. **fenofáze** (sezónní fáze vývoje)
- Vegetativní fenofáze (rašení listů)
- Generativní fenofáze (kvetení a zrání plodů)
- **Mírné pásmo** - střídání teplé a studené periody
- **Tropy** - střídání suché a vlhké periody

# Indukce vývoje generativních orgánů

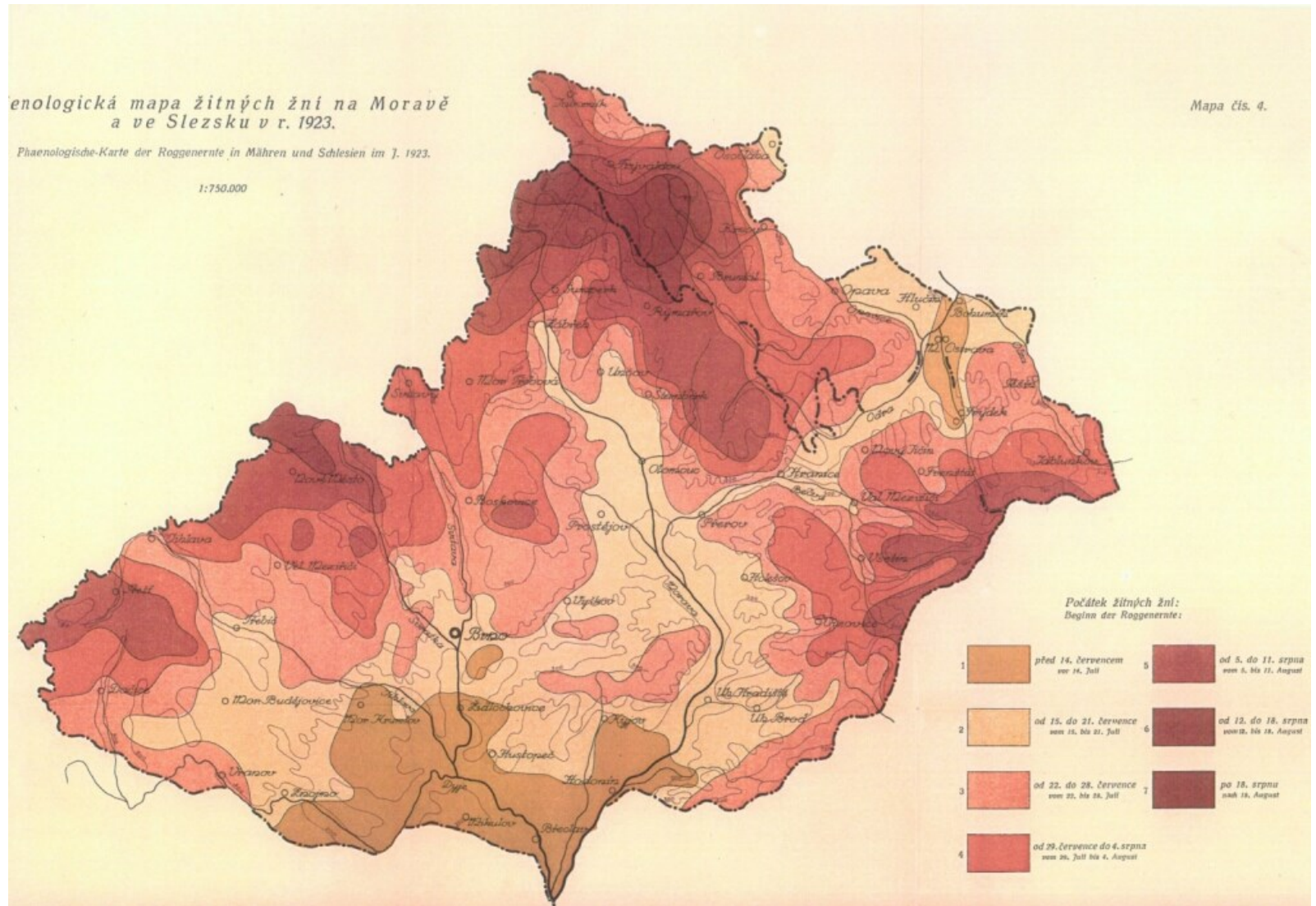
V jarním období podmiňuje nástup fenofází u některých rostlin teplota - **termoperiodismus**

- Příklady: všechny dvouletky a víceletky.

U většiny rostlin mírného pásma podmiňuje kvetení určitá délka dne - **fotoperiodismus**

- Krátkodenní typy rostlin (*Aster*, *Chrysanthemum*)
- Dlouhodenní typy rostlin (např. trávy)

# Historické fenologické mapy (od 20. let 20. století)

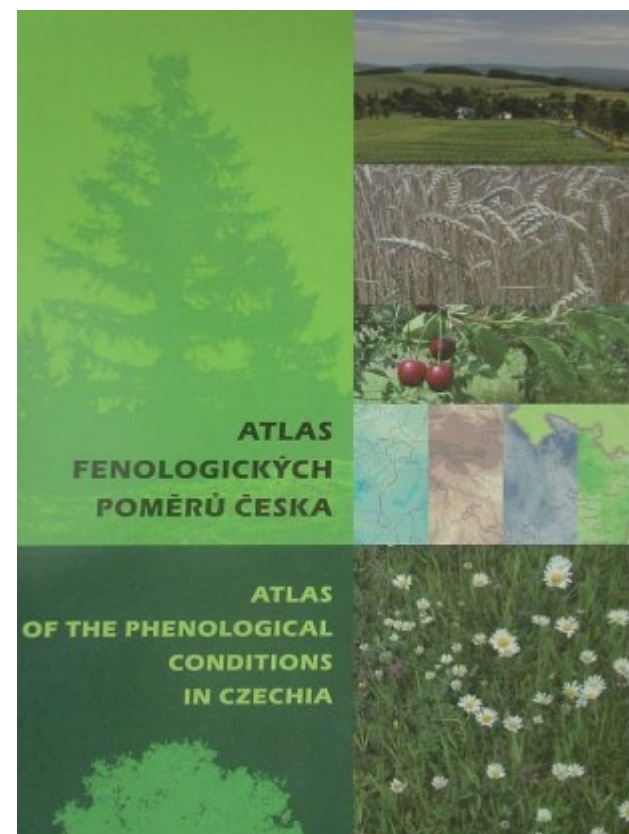


# ATLAS FENOLOGICKÝCH POMĚRŮ ČESKA

Praha: ČHMÚ, Olomouc: Univerzita Palackého, 320 stran, cena 700,- Kč  
ISBN 978-80-86690-98-8 (ČHMÚ), ISBN 978-80-244-3005-8 (UP)

Z obsahu:

- Fenologický výzkum v Česku
- Polní plodiny
- Ovocné plodiny
- Lesní rostliny – dřeviny
- Lesní rostliny – byliny
- Časoprostorová variabilita nástupu fenofází
- Fenologický kalendář a fenologická roční období
- Souhrnná fenologická charakteristika Česka



# Obsah Atlasu

## 1. Fenologický výzkum v Česku

2. **Polní plodiny** *Pšenice ozimá, Ječmen jarní, Žito seté, Oves setý, Kukuřice setá, Řepka ozimá, Lilek brambor, Řepa krmná, Mák setý, Chmel otáčivý*

3. **Ovocné plodiny** *Jabloň domácí, Hrušeň obecná, Třešeň ptačí, Višeň, Meruňka obecná, Ořešák královský, Rybíz černý, Srstka angrešt, Réva vinná*

4. **Lesní rostliny – dřeviny** *Smrk ztepilý, Borovice lesní, Modřín opadavý, Třešeň ptačí, Slivoň trnka, Jeřáb obecný, Hloh obecný, Habr obecný, Líska obecná, Bříza, Olše lepkavá, Buk lesní, Dub letní, Vrba jíva, Lípa srdčitá, Bez černý*

5. **Lesní rostliny – byliny** *Blatouch bahenní, Sasanka hajní, Jaterník podléška, Pryskyřník prudký, Jahodník obecný, Třezalka tečkovaná, Vrbka úzkolistá, Brusnice borůvka, Hluchavka bílá, Kopretina, Podběl lékařský, Konvalinka vonná, Sněženka podsněžník, Srha říznačka, Psárka luční*

6. **Časoprostorová variabilita nástupu fenofází**

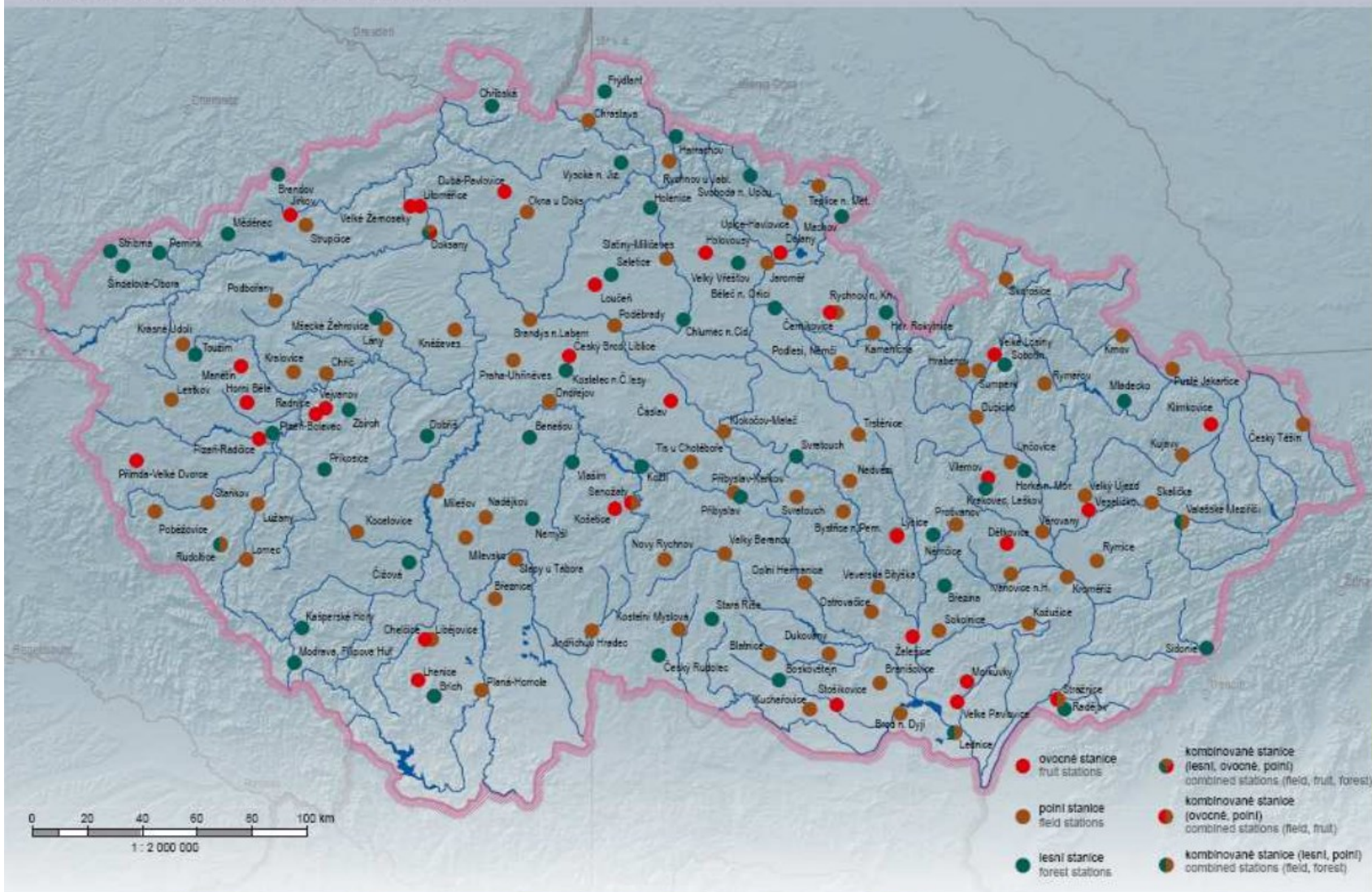
7. **Fenologický kalendář přírody a fenologická roční období**

8. **Souhrnná fenologická charakteristika Česka**



# Fenologické stanice v ČR

FENOLOGICKÉ STANICE ČHMÚ V ROCE 2010  
PHENOLOGICAL STATIONS OF CHMI IN 2010

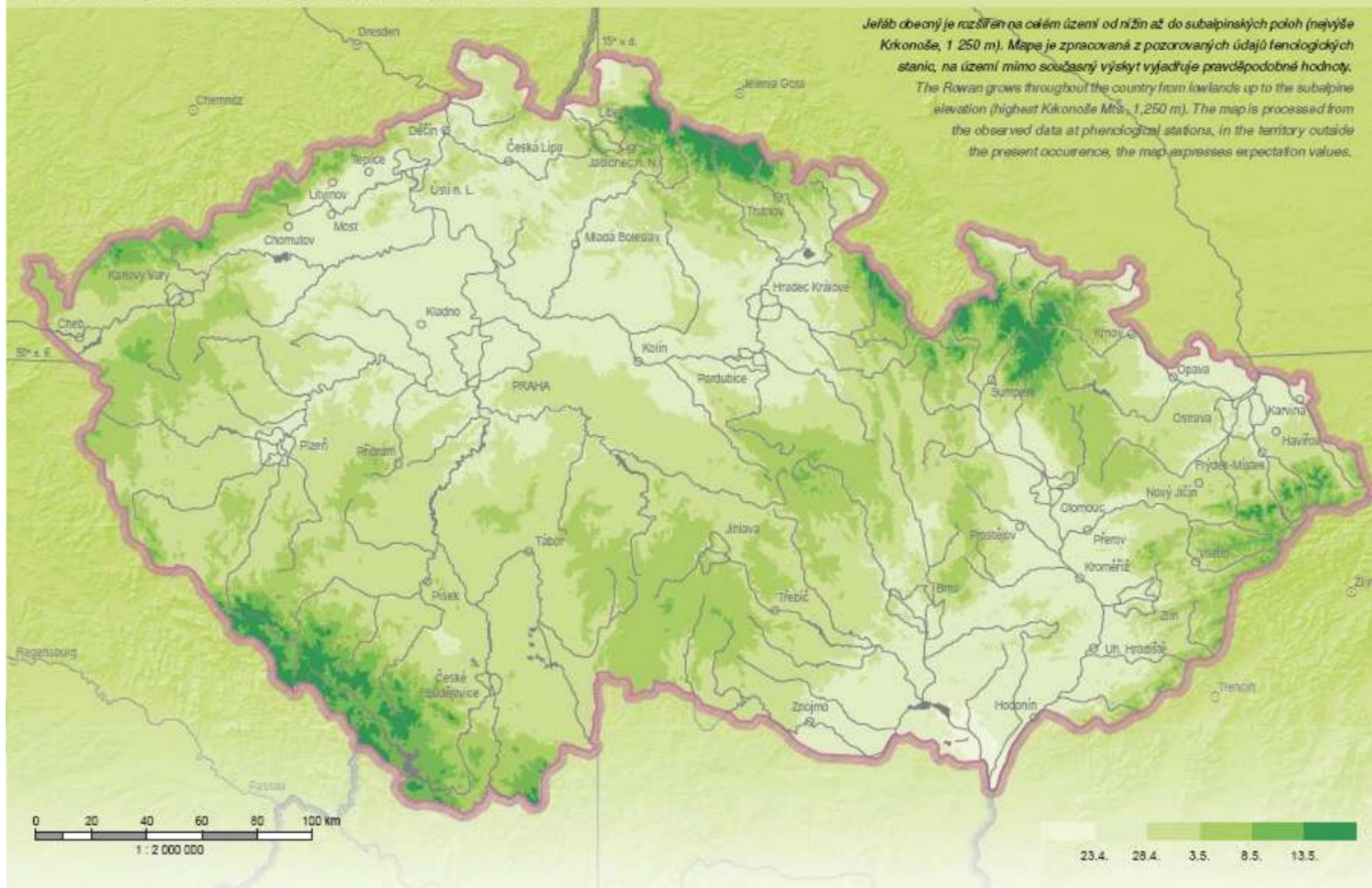




# Fenofázové mapy

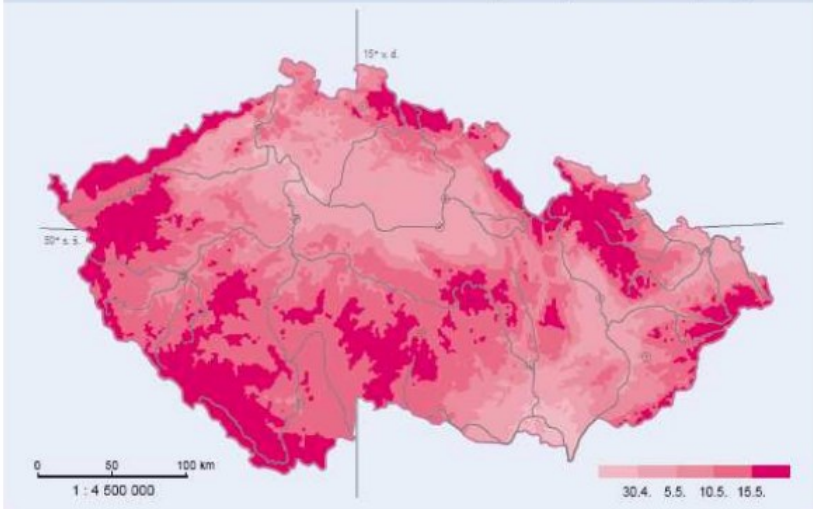
PRŮMĚRNÉ DATUM NÁSTUPU FÁZE PRVNÍ LISTY (100 %) JEŘÁBU OBEČNÉHO  
AVERAGE DATE OF FIRST LEAVES (100 %) OF ROWAN

(BBCH 15)

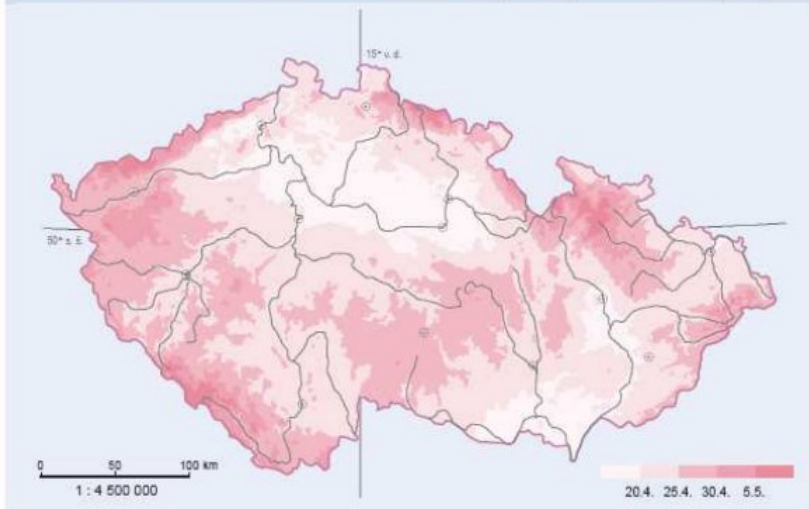


# Mapy srovnávací - fenofáze

PRŮMĚRNÉ DATUM POČÁTKU KVETENÍ JABLONĚ DOMÁČÍ (IDARED) V CHLADNĚM ROCE (1996)  
AVERAGE DATE OF BEGINNING OF FLOWERING OF APPLE (IDARED) IN COLD YEAR (1996)



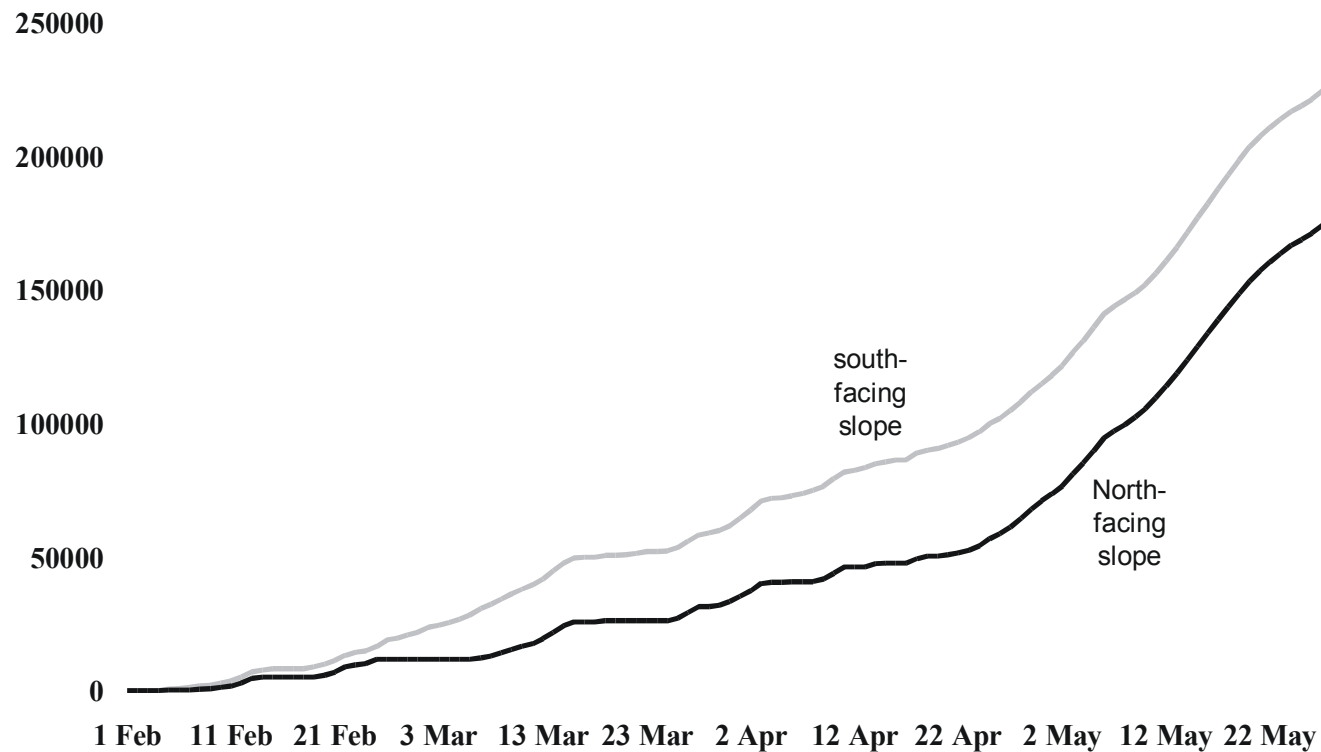
PRŮMĚRNÉ DATUM POČÁTKU KVETENÍ JABLONĚ DOMÁČÍ (IDARED) V TEPLÉM ROCE (2000)  
AVERAGE DATE OF BEGINNING OF FLOWERING OF APPLE (IDARED) IN WARM YEAR (2000)

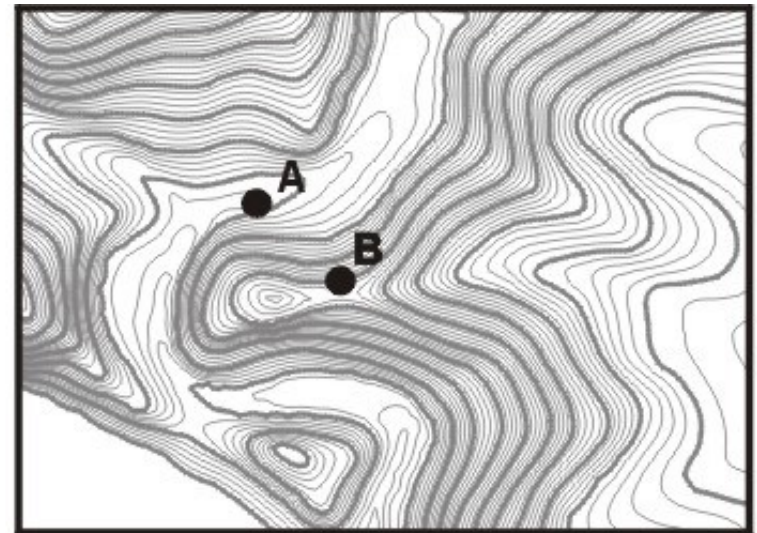


**srovnání dvou stejných fenofází v nejchladnějším a nejteplejším roce**

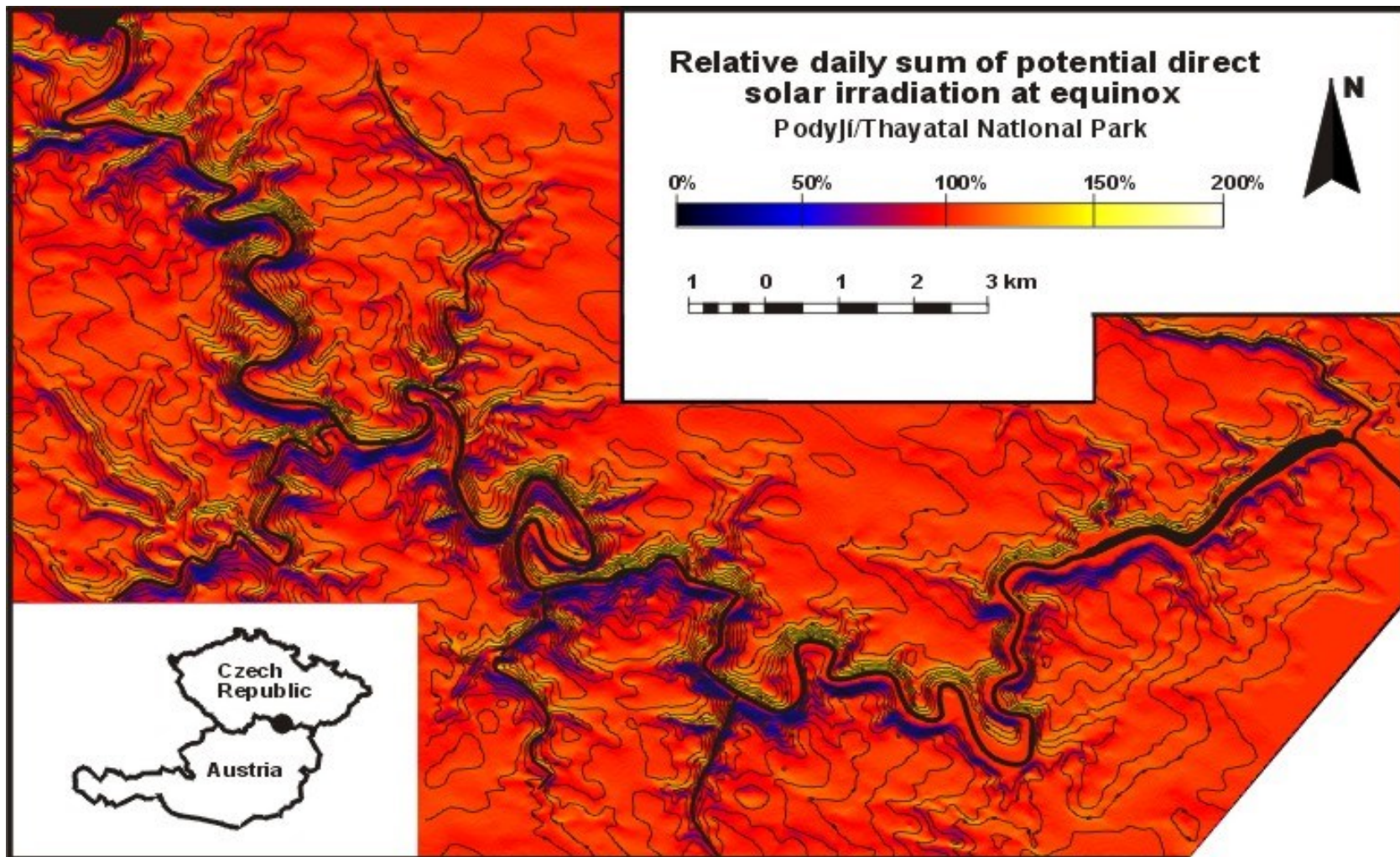
- plynulá barevná stupnice i intervaly

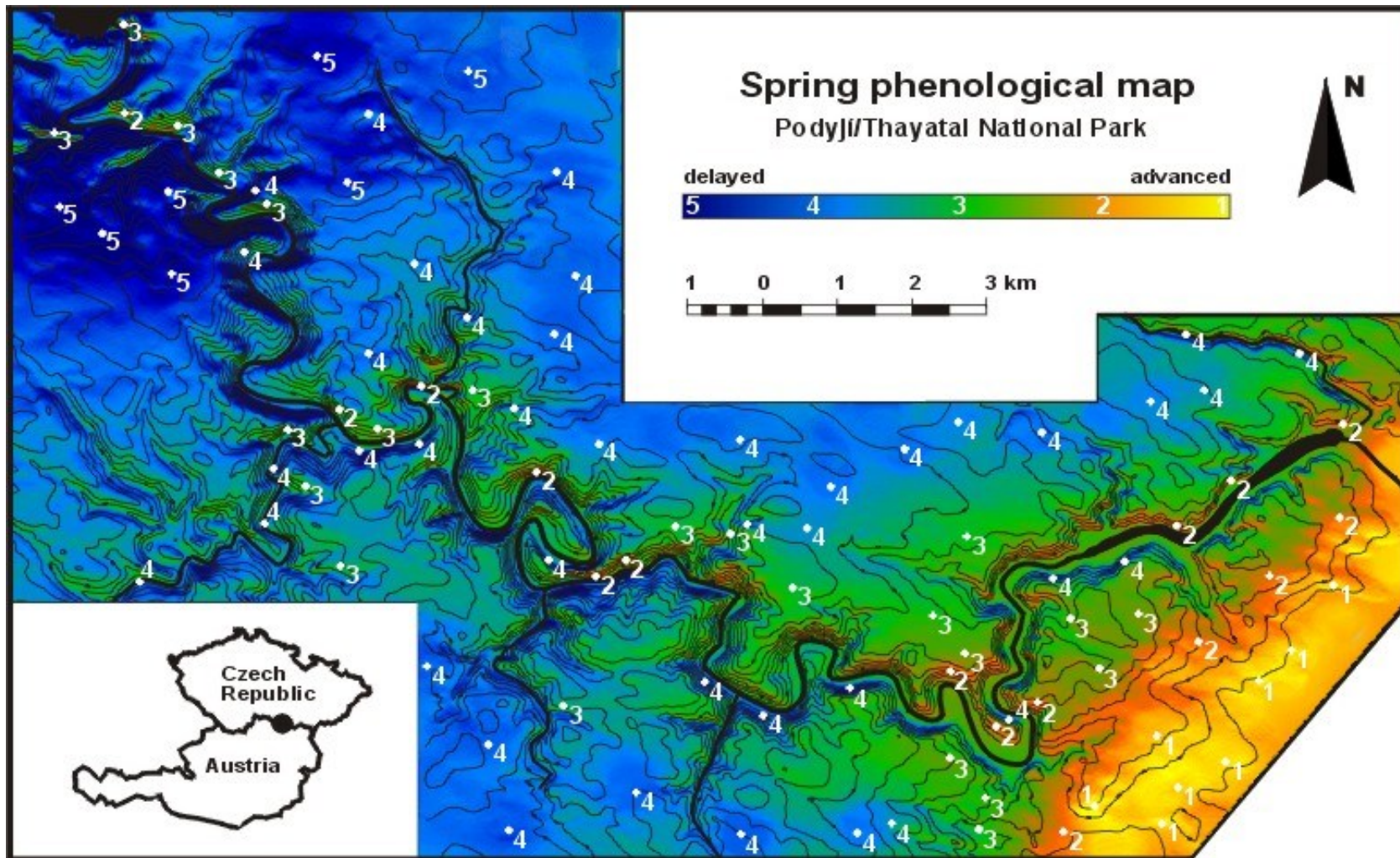
# Příklad posunu fenofází termoperiodických rostlin v jarním období na jediné lokalitě





**Obr. 3: Fenologický posun demonstrovaný na příkladu dvou rostlin druhu *Phyteuma spicatum*. Rostlina v levé části obrázku byla sebrána asi 20 m severně od sedla (B), rostlina vpravo pochází z aluvia Klaperova potoka (A) na severním úpatí Sloniho hřbetu.**





# Počet reprodukčních cyklů

## • Semelparie

- Rostliny monokarpické (hapaxantní)
- Délka reprodukčního období protažená reprodukcí různých jedinců v jinou dobu
- Obvyklé u krátkověkých rostlin (Agave - 60 let)
- Často jediný růstový vrchol

## Iteroparie

- Rostliny polykarpické (pollakantní)
- Více reprodukčních cyklů
- Hynou vnějším zásahem
- Více růstových vrcholů, klonální růst

# Semelparní rostliny

Hapaxantní, monokarpické

- Jednoletky
- Dvouletky
- Víceletky

# Iteroparní rostliny

Pollakantní, polykarpické

- Jednoletky
- Krátkověké vytrvalé  
druhy
- Vytrvalé druhy

[http://www.bbc.co.uk/nature/adaptations/Semelparity\\_and\\_iteroparity#p00lx461](http://www.bbc.co.uk/nature/adaptations/Semelparity_and_iteroparity#p00lx461)



# Jednoleté monokarpické druhy

- **Přežívání v kohortách (soubor jedinců vzniklých v krátkém časovém úseku)**
- **Nezbytná semenná banka (převládá zásoba jednoletých druhů)**
- **Jednotlivé kohorty se překrývají pouze semennou bankou**
- **Velká produkce semen, vysoká mobilita**

# Osívka jarní

**Efemerní druhy** dosahují výšky 1-30 cm, rychlý vývoj (jen 2-3 měsíce). Dokáží růst třeba i pod sněhem, semenná banka, dormance semen.  
Hlavně: mákovité, brukvovité, hvězdnicovité





# ***Banánovník***

## ***obecný***

Klonální růst, semelparní ramety.  
Bylina s nedřevnatějícím stonkem.  
Výška 3-4 m (bez listů)  
Celkem asi 200 druhů z Asie, Afriky a Austrálie  
Listy až 6x1 m, rostou velmi rychle.  
Celá rostlina prodělá vývojový cyklus za 8-10 měsíců.  
Dříve se konzumovaly jen oddenkové hlízy, teprve později vyšlechtěny křížením bezsemenné sladkoplodé odrůdy.

# Dvouleté monokarpické druhy

- Stimulace růstového vrcholu obvykle mrazem
- Dvouletost často nejednoznačná
- Příklady: *Daucus carota*, *Triticum aestivum* atd.

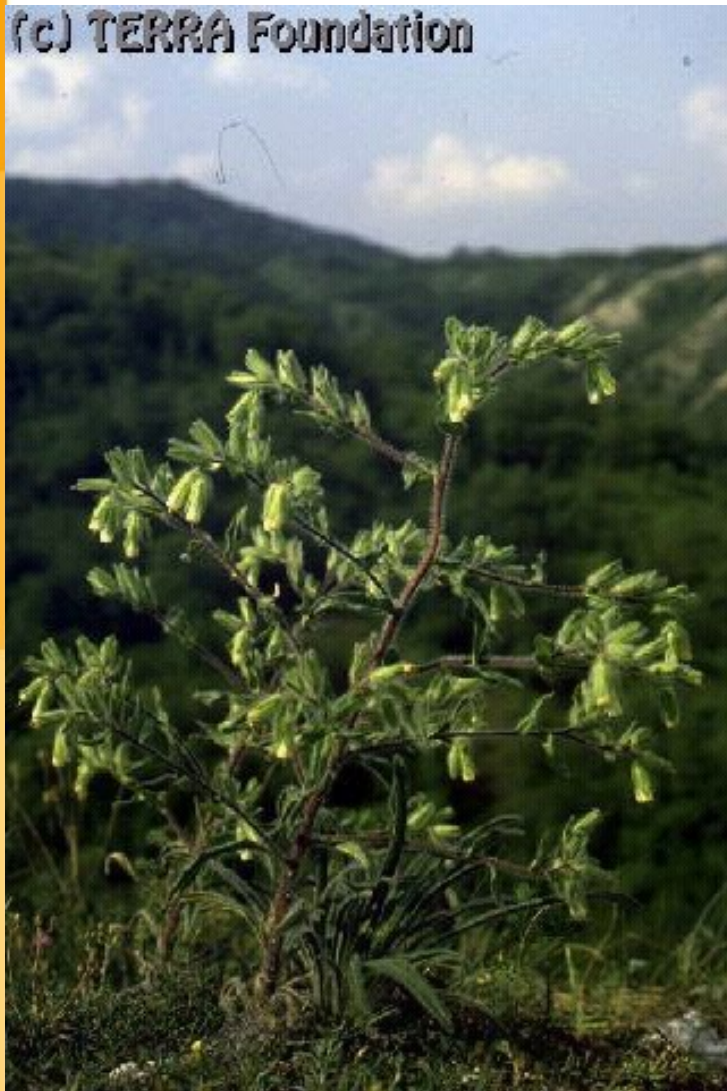


# Víceleté monokarpické druhy

- Nevyhraněná semelparie - generativní fáze nastává po neurčitém počtu let
- Stimulace růstového vrcholu mrazem, avšak za podmínky např. dostatečné zásoby živin (velikosti kořenového systému)
- Kvetením zaniká růstový vrchol a nový se neobnovuje

# *Onosma visianii*

(c) TERRA Foundation



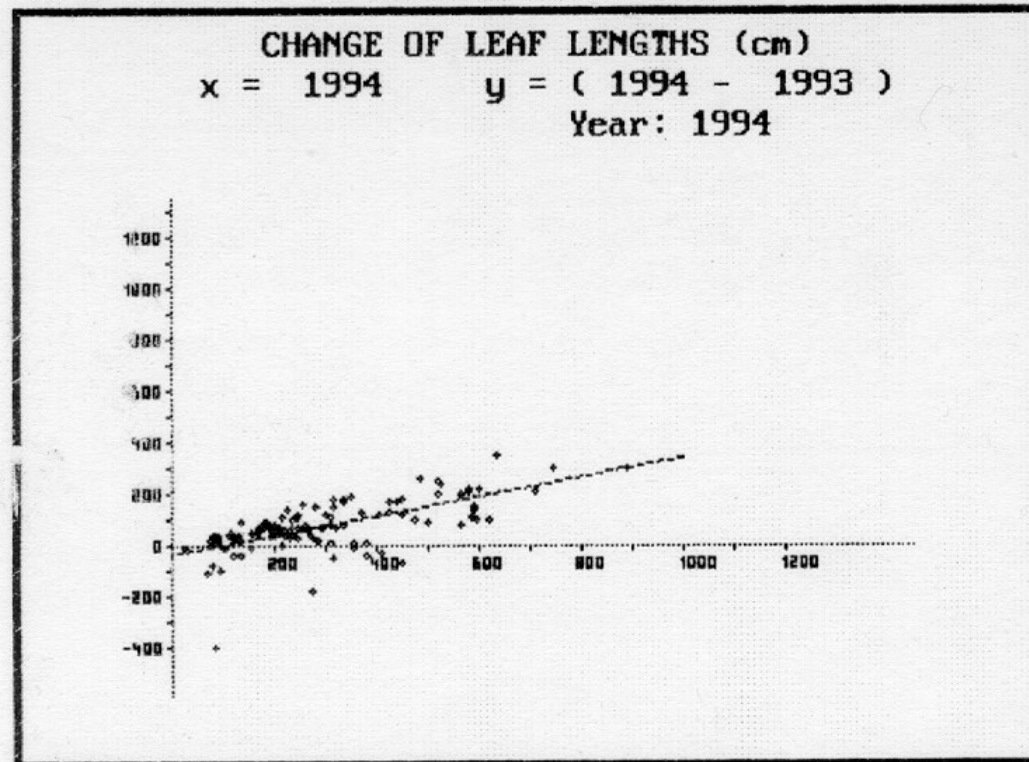
Z příbuzenstva hadinců,  
kamejky, kostivalu

Monokarpická dvouletka

Stepní běžec

**Stanoviště:** výslunné  
erodované dolomitové svahy

# *Onosma visianii*



# Jednoleté polykarpické druhy

- Obvykle se jedná o rostliny s delším životním cyklem, který je ukončen “násilně” koncem vegetačního období.
- Krátká vegetativní fáze vývoje



# *Meloun vodní*



planě roste v poušti Kalahari, Indii či Afghanistanu. Počátek pěstování poprvé ve starém Egyptě. Maximální hmotnost 20 kg.

**Tykev** - Mexiko a jih USA.

V Peru se pěstovala již před 5000 lety. 60-100 kg.

Schopnost dlouhého skladování (až téměř rok).

# Krátkověké vytrvalé druhy

- **Přežívají více vegetačních sezón**
- **Vývoj jedince do květuschopného stavu trvá měsíce až roky.**



# Krátce vytrvalé iteroparní druhy

## • **Výhody**

- Reprodukce v době příhodných podmínek a za dostatku zdrojů
- Více energie do vegetativních částí rostliny

## • **Nevýhody**

- Potenciálně menší míra růstu populace
- Vyžaduje relativně stabilní podmínky prostředí



**efemeroidy** - geofyty s krátkou vegetační sezónou a dlouhým obdobím klidu, hlavně lesní podrost. Které druhy?



# Dlouhověké vytrvalé druhy

- Především dřeviny
- Byliny a trávy (stáří?) - často semelparní prýty a iteroparní genety
- Dlouhá perioda vegetativní fáze (orchideje)

# Dlouhověké iteroparní druhy

## • **Výhody**

- Zvyšující se reprodukční potenciál od prvního roku reprodukce
- Omezují predaci semen jejich produkcí v neprediktabilních intervalech
- Velké množství energie do vegetativního růstu - vysoké kompetiční schopnosti

## **Nevýhody**

- Prodleva mezi vyklíčením a první reprodukci
- Pomalý růst populace
- Malá mobilita – existence stabilního prostředí

# *Sekvojovec obrovský*

Jehličnatý strom z čeledě  
sekvojovitých

Roste v pohoří Sierra Nevada,  
Kalifornie, USA

Patří mezi nejstarší (až 4000 let)  
a nejvyšší (až 90 m) stromy



# *Sekvoj vřdyzelená*



Dorůstá větší výšky než sekvojovec,  
ale nemá tak mohutný kmen

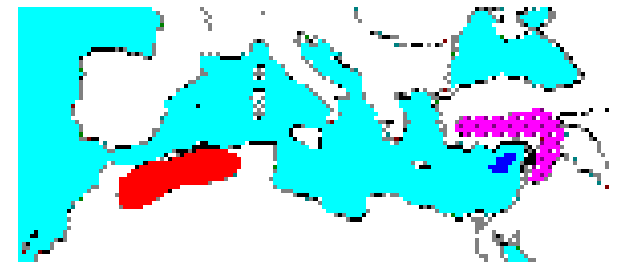
Roste na pobřeží Kalifornie





# Cedr

- Až 40 m vysoké stromy o průměru kmene až 2 m
- Velmi pomalý růst
- Dřevo se používá ve stavebnictví a k výrobě nábytku
- stáří až 2000-3000 let
- Cedr libanonský, cedr atlaský, cedr krátkolistý



# *Tis červený*

2-3000 let, 18-32 m  
Třetihorní doklady  
2-3 cm ročně přírůstky  
jedlý míšek  
šíření endozoochorií



# Jantar

je zvláštní forma uhlíkatého minerálu. Jedná se o **mineralizovanou pryskyřici třetihorních jehličnanů** starou až 50 milionů let. Průměrné chemické složení jantaru bylo určeno jako  $C_{10}H_{16}O$ . Nejběžnější barva jantaru je zlatavě žlutá, ale nalézají se odrůdy zcela průhledné, červené, kávové i bílé.





# KAURI – *Agathis australis* damaroň jižní

Nový Zéland; 2. největší průměr; nejstarší exempláře 2000 let, nejstarší poražené stromy v 19. století – až 4000 let.



# Olivovník

jeden z nejstarších kulturních stromů spolu s fíkovníkem, dožívá se více než 2000 let, velmi pomalý růst.



Olivovník evropský  
(*Olea europaea*)



# *Lodoicela seychelská*



Seychelské ostrovy (pouze 2 z mnoha) nedaleko Madagaskaru (objeveny teprve 1742). Ořechy známy již dříve - od 16. století (vyplavovány mořem - záhada). Průměr 0,5 m a hmotnost 10-15 kg. Ořech živí klíček 3-4 roky. Plodnost palmy ve 100 letech, každý ořech dozrává za 7-10 let. Dlouhověká palma (možná až 800 let)  
Až 6 m dlouhé listy

douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*) – 128 m .....

sekvoje vždyzelená (*Sequoia sempervirens*) – 112 m .....

blahovičník královský – 106 m .....

(*Eucalyptus regnans*)

sekvojovec obrovský – 89 m .....

(*Sequoiadendron giganteum*)

Porovnejte čtyři nejvyšší  
druhy stromů s 10-ti podlažním  
domem a člověkem.



↑ člověk



# Nejvyšší stromy světa

# Příčiny rozdílných životních cyklů

- **Přírodní výběr**
- **Obsazování ekologických nik**
- **Konkurence o zdroje**
- **Mezidruhové interakce**



# Nový Zéland

Mladá třetihorní fauna a flóra

Velká izolace od okolní pevniny

Málo rodů, mnoho druhů a životních forem



*Dracophyllum latifolium*



*Dracophyllum recurvum* – subalpínský stupeň

# Hebe

Největší rod na NZ (90 druhů, až 7 m výška)



*Hebe spp.*



*Hebe pingifolia*

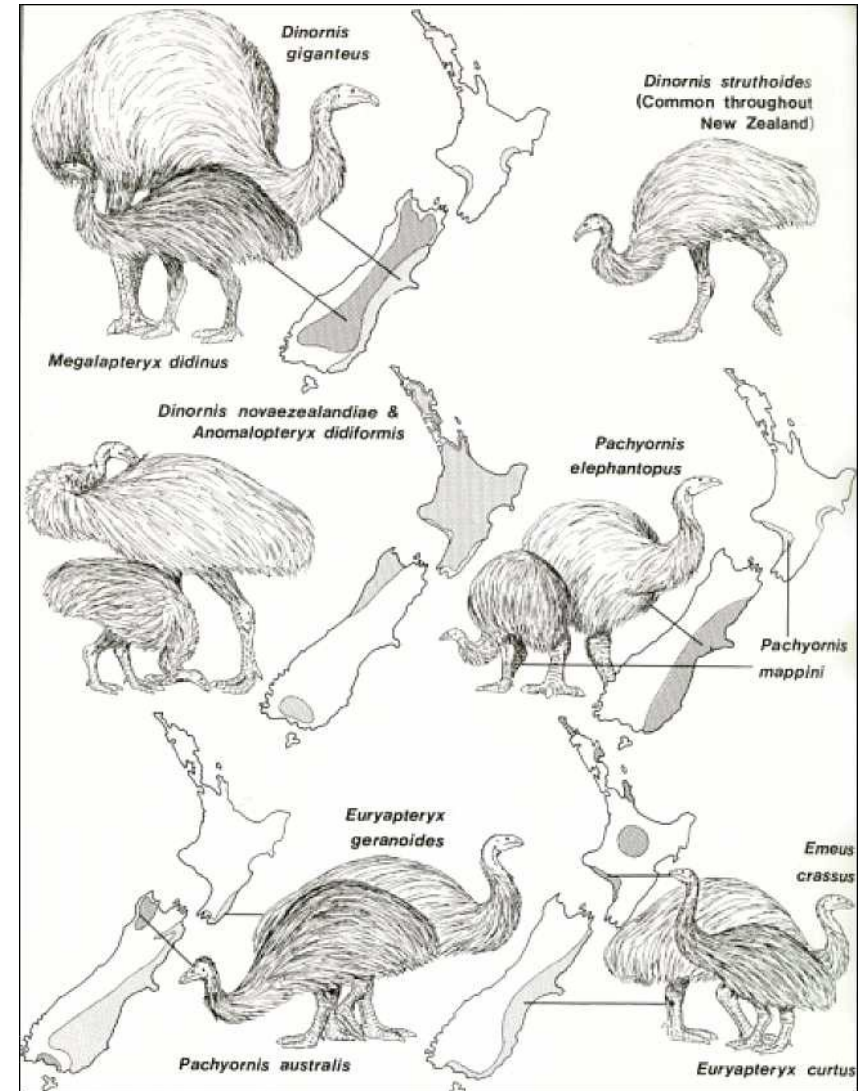
# Moa

Nový Zéland je bez původních savců – ptáci obsadili volnou ekologickou niku

11 druhů, herbivorie, poslední jedinci zač. 19. století (před kolonizací Evropany)

Lišili se velikostí (20-240 kg/1-3 m), denním/nočním způsobem života, prostředím, které obývali (pobřeží, lesy, hory)

Jediný predátor – *Harpagonis moorei*



# C3, C4 a CAM rostliny

- Různé způsoby fixace CO<sub>2</sub> při fotosyntéze
- C3 – většina druhů
- C4 – asi 1000 druhů

# C<sub>3</sub> rostliny

- Prvním stabilním produktem fotosyntetické fixace oxidu uhličitého je tříuhlíkatá sloučenina – **fosfoglycerová kyselina**
- **Nižší maximální rychlost fotosyntézy**
- **Vyšší spotřeba vody na jednotku sušiny**
- **Nižší startovací teplota fotosyntézy**
- **Vývojově starší typ**

# C<sub>4</sub> rostliny

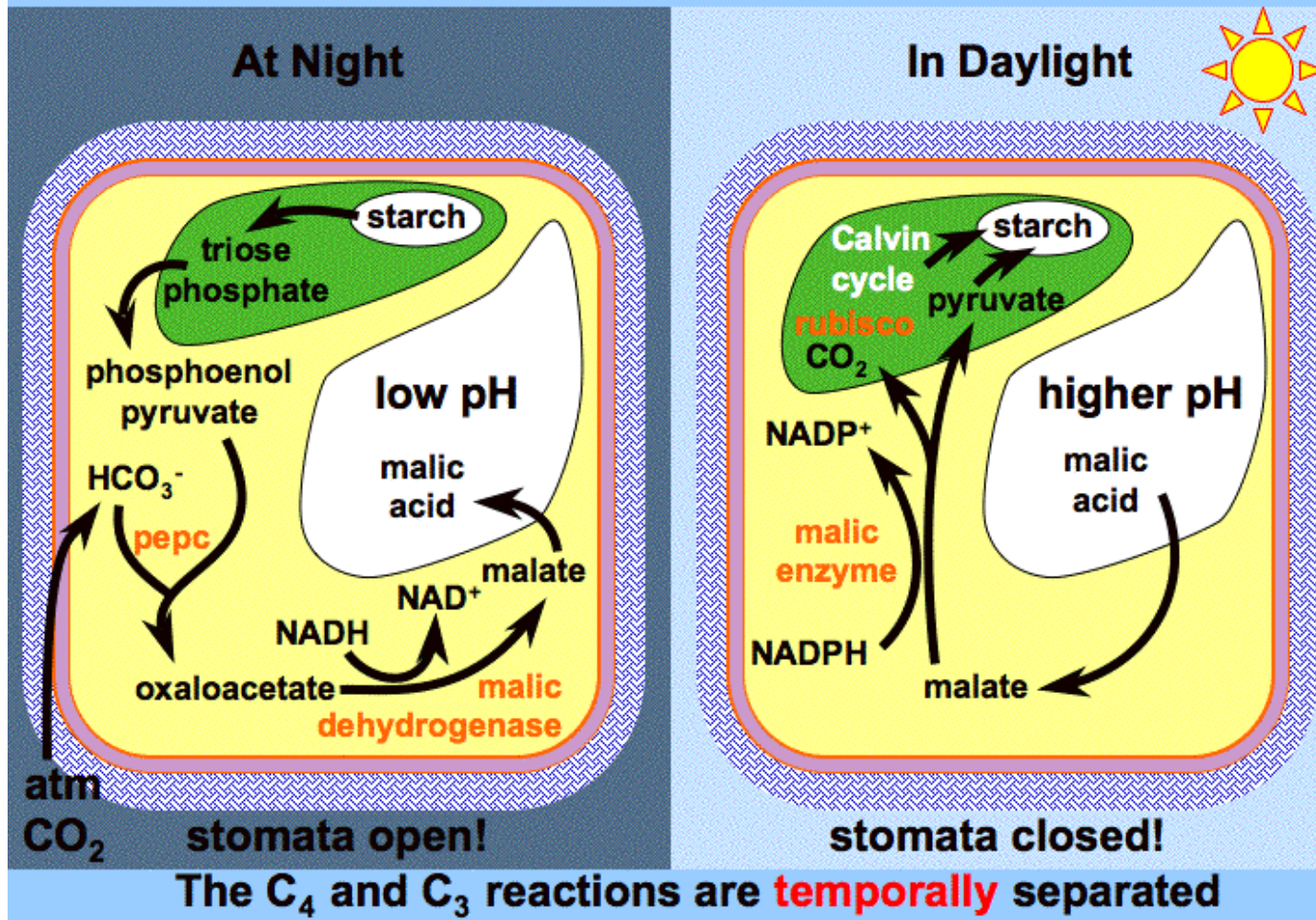
- Prvním stabilním produktem fotosyntetické fixace oxidu uhličitého je čtyřuhlíkatá sloučenina – **oxalacetát** > **malát** > **dekarboxylace** > **Calvinův cyklus (C<sub>3</sub>)**
- **Účinnější využití CO<sub>2</sub>**
- **O něco menší spotřeba vody na jednotku sušiny**
- **Vyšší startovací teplota fotosyntézy**
- **Vývojově mladší typ**
- **Nejproduktivnější rostliny na zemi – kukuřice, proso, čirok.**

# CAM rostliny

- **Crassulean Acid Metabolism**
- **Agáve, ananas, pryšce...**
- **Extrémní přizpůsobení se suchému prostředí**
- **Vyznačují se kyselou chutí (kyselina jablečná – malát ve vakuolách)**

# CAM rostliny

## CAM Photosynthesis: Crassulacean Acid Metabolism





**Tabulka 3:** Závislost čisté fotosyntézy na teplotě při nasycení světlem a přirozené koncentraci CO<sub>2</sub> ve vzduchu. Upraveno podle Larcher, 1988.

	<b>Dolní hranice teploty pro příjem CO<sub>2</sub> (°C)</b>	<b>Teplotní optimum pro příjem CO<sub>2</sub> (°C)</b>	<b>Horní hranice teploty pro příjem CO<sub>2</sub> (°C)</b>
<b>C4-rostliny horkých stanovišť</b>	5 – 7	35 – 45	50 – 60
<b>Zemědělské C3-plodiny</b>	-2 – 0	20 – 30	40 – 50

**Energy needed for complete reduction of one molecule of CO<sub>2</sub>**

3 ATP, 2 NADPH    5 ATP, 2 NADPH

**Environmental conditions favoring most efficient photosynthesis**

moderate conditions; temperature 15 °C-25°C

hot, dry conditions; temperature 30°C-47°C

extremely dry or xeric conditions; temperature ~35°C

**Amount of water needed to produce 1 g dry matter**

450-950 g

250-350 g

50-55 g

**CO<sub>2</sub> compensation point**

30-70 ppm

0-10 ppm

0-5 ppm

**Photorespiration**

Yes

Absent or suppressed

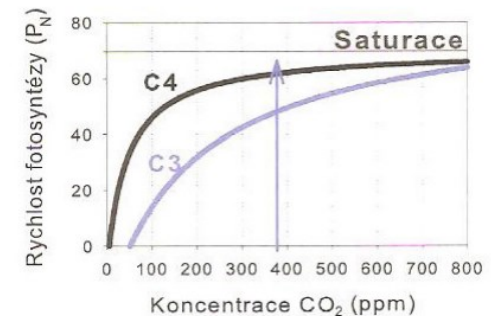
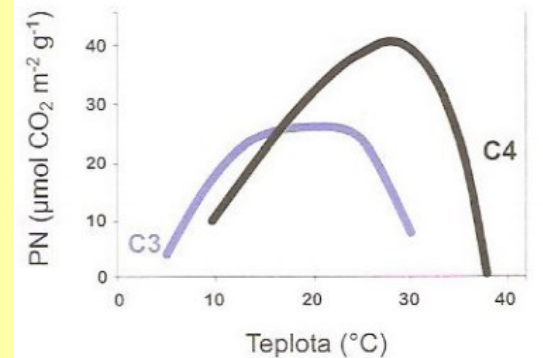
Absent or suppressed

**Annual dry matter production per hectare**

~20-25 tons

~35-40 tons

Usually low and variable



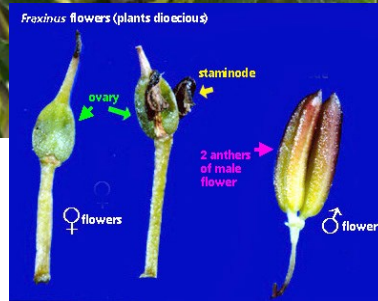
Sources: Mathews and Van Holde (1990); Hopkins (1999); Moore et al. (2003); Simpson (2010)

CO<sub>2</sub> **Obrázek 11:** Rychlost fotosyntézy v závislosti na rostoucí koncentraci CO<sub>2</sub> u C<sub>3</sub> a C<sub>4</sub> rostlin. Zdroj: Nátr, 2006.

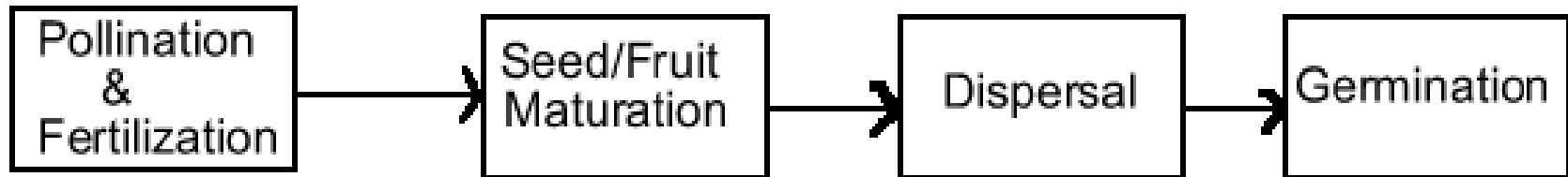
# Generativní rozmnožování

# Struktura květů

- Oboupohlavné květy
- Jednoplhlavné květy
- (1) jednodomé
- (2) Dvoudomé
- Asexuální reprodukce (jestřábník, pampeliška - apomixie)



# Proces reprodukce



## Způsoby opylení

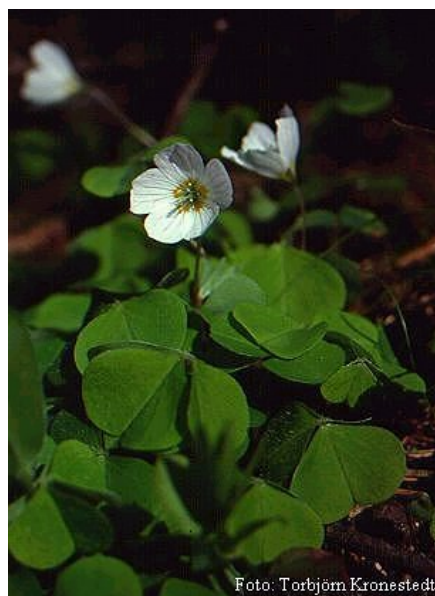
- **Autogamie**
  - Extrémní případ: kleistogamie
- **Allogamie**

# Kleistogamie



*Cleistocactus jujuyensis*

*Frailea chrysacantha*



*Viola  
odorata*

*Oxalis*

*acetosella*

- jen letní  
květy



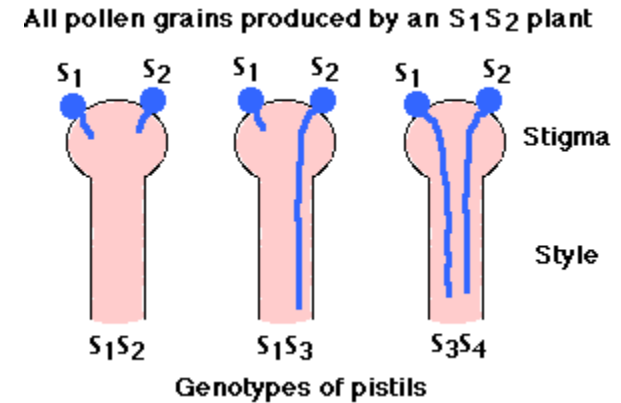
# Jak se rostliny brání příbuzenskému křížení?

Evoluce vyžaduje zachování genetické variability, ta je výsledkem reprodukce příbuzensky vzdálených jedinců

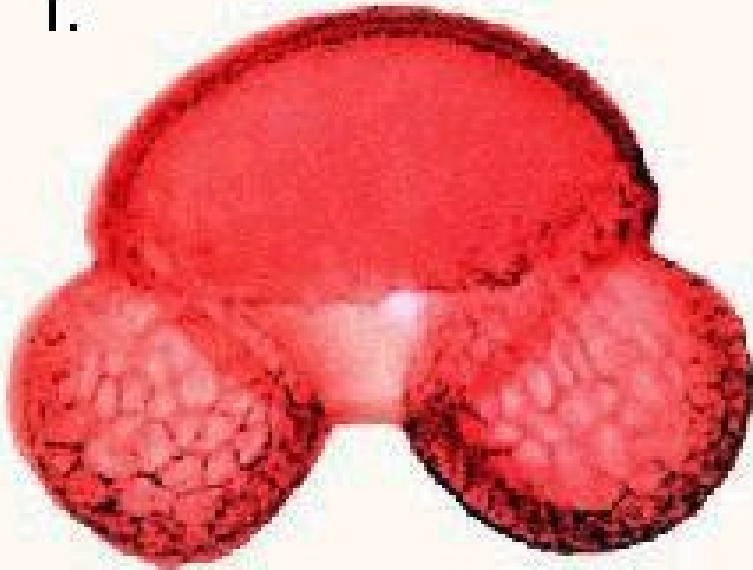
Rostliny se brání vlastnímu pylu –  
dvoudomé nebo jednodomé rostliny s oddělenými pohlavími

Rozdílná struktura květů (květy s dlouhými tyčinkami či dlouhou čnělkou)

Geneticko-biochemické mechanismy

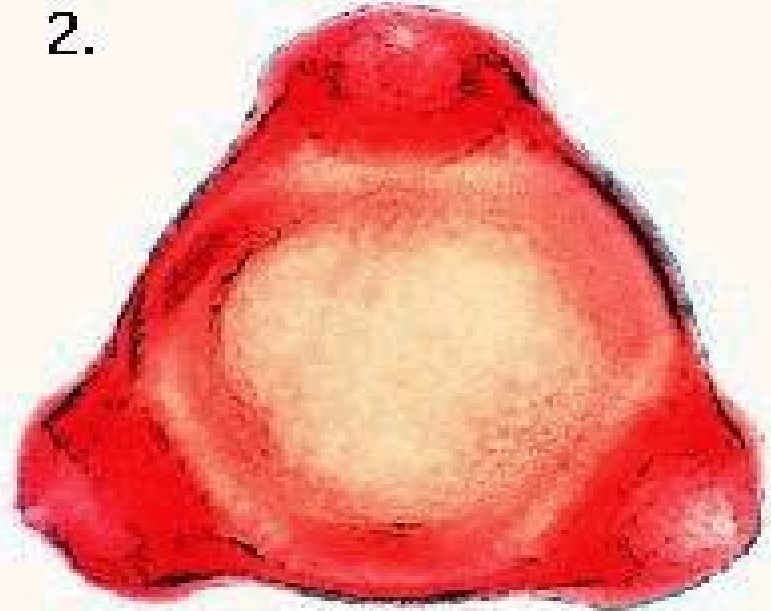


1.



- **Pylové zrno borovice má vzdušné vaky, které je nadnáší ve větru. Dostává se mnohdy velmi daleko od mateřské rostliny**
- **Velikost 150 mikronů (největší pylová zrna okolo 500 mikronů)**

2.



- **Pylové zrno vrbky úzkolisté (opylování hmyzem). Je poměrně velké a lepkavé, často vytváří shluky několika zrn. Velikost 40 mikronů**



# Modifikace opylení 1

- **Větrem**
  - **velká produkce pylu**
  - **pylová zrna opatřena strukturami usnadňujícími větrosnubnost**
  - **malá energetická investice**
  - **účinné u populací s mnoha jedinci**
  - **velké množství pylu není využito**

# Modifikace opylení 2

- **Vektorem (nosičem) pylu (obvykle hmyz, ale také ptáci, netopýři atd.)**
  - **vznik atraktantů pro opylovače**
    - barva květů
    - medníky
    - vůně
  - **nabídka potravních zdrojů pro vektory**
  - **velké energetické vklady rostliny**
  - **výhody pro opylovače**

# Opylování hmyzem

**Opylování včelami** – až 20.000 různých druhů rostlin

Včely jsou závislé na produkci nektaru a pylu

Jsou lákány atraktivní barvou a velikostí květů (žlutá a modrá), vidí část UV spektra, nevidí červenou

Jsou schopny rozeznat vůni

**Můry a motýli** – jsou schopni cítit vůně, můry opylují

v noci – rozeznávají bílou a žlutou



# Opylení dvoukřídlým hmyzem

-Hnědavé barvy, rostliny imitující rozkládající se maso,  
velmi silně aromatické

# Opylení brouky

-Brouci jsou málo citliví na barvy, květy jimi  
opylované jsou obvykle zelenavé barvy,  
malé, málo vonící



*Stapelia gigantea*



# *Rafflesia* *arnoldii*



květ o průměru 1 m a váze 15 kg, Sumatra, Jáva a Kalimantan. Zápach zdechliny. Parazit bez listů (pouze šupiny). Barvou připomínají květy zpočátku čerstvé, později hniјící maso. Vývoj Rafflesie trvá 5 let, 3 roky trvá vytvoření poupat a 1,5 roku trvá vývoj květu. Kvetení trvá 2-4 dny. Hlavním vektorem přenosu semen jsou sloni - roste na sloních stezkách (lepkavá hmota přilnavající na chodidla). Velmi vzácná a velmi ohrožená.  
ca. 12 druhů



# Opylení ptáky

- relativně vzácné
- květy sytě červené nebo žluté
- jen slabě vonné (ptáci se obvykle orientují zrakem)
- dlouhé nitky tyčinek
- výsledkem koevoluce může být zahnutá květní trubka ve tvaru zobáku (Hawai)



*Metrosideros excelsa*

*Phormium tenax*



# Opylení netopýry

- Velmi důležití opylovači v tropických a pouštních oblastech
- květy rostlin opylovaných netopýry jsou obvykle:
  - otevřené v noci
  - bílé nebo světle růžové barvy
  - velké (5-15 cm)
  - velmi intenzivně vonící
  - plné nektaru
  - sehnuté dolů na dlouhé květní stopce

Na opylení netopýry zcela závisí reprodukční cyklus  
ca. 300 druhů rostlin

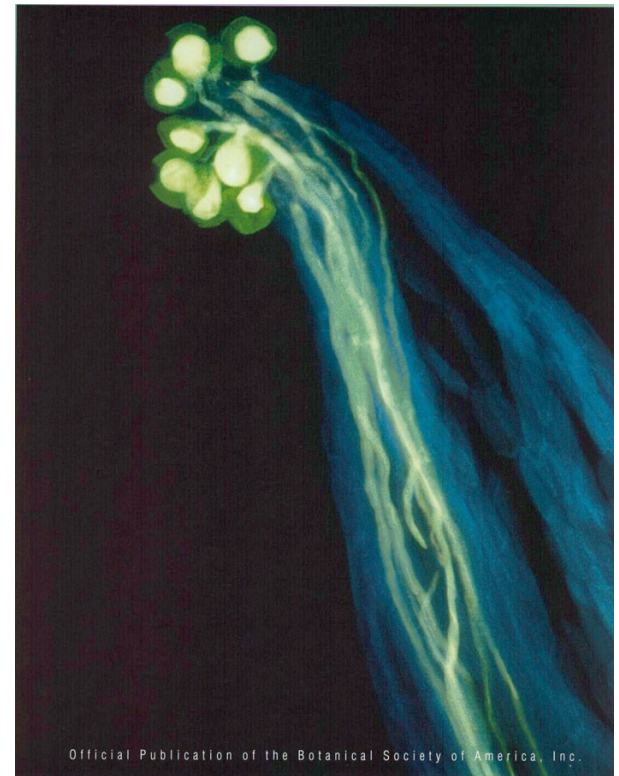
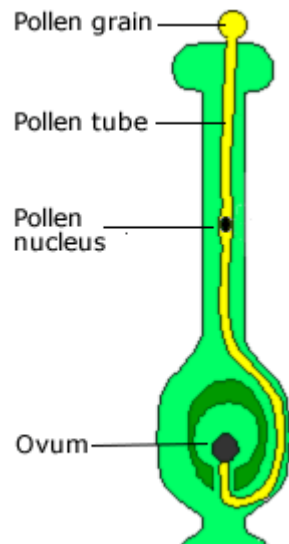


# Opylení a oplození

**Opylení** – okamžik zachycení pylového zrna na blizně

klíčení pylové láčky

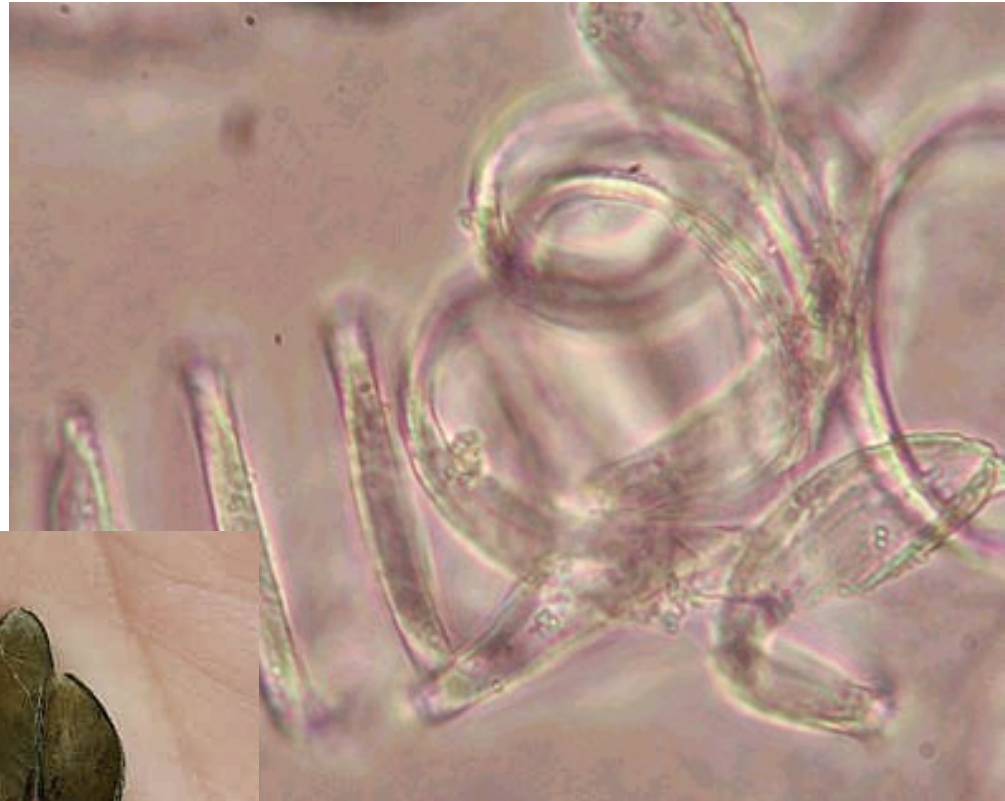
**Oplození** – samčí jádro prostupuje láčkou do vajíčka, kde splyne se samiččí pohlavní buňkou a vytvoří zygotu





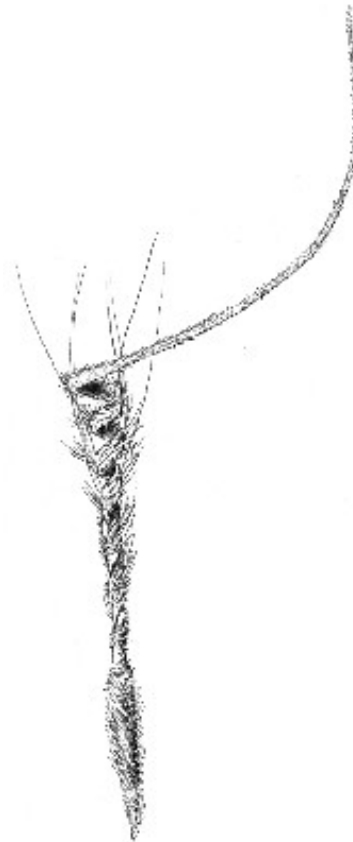
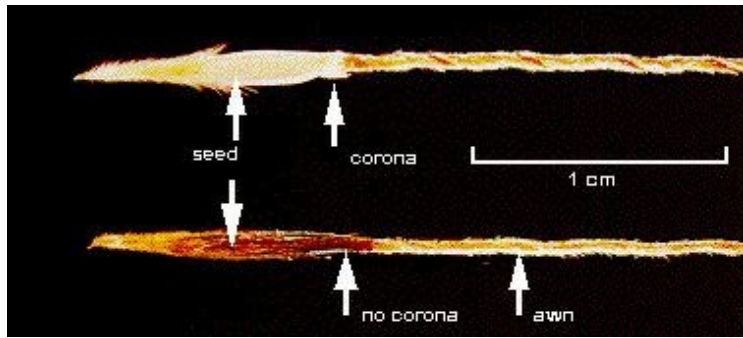
# Mechanismy šíření diaspor

- **Autochorie**
  - Explosivní
  - hygroskopická vlákna



# Mechanismy šíření diaspor

- Autochorie
  - Hygroskopická osina



Luis de Pablos Alcázar

# Mechanismy šíření diaspor

- Pasivní rozšiřování
- Hydrochorie
- Anemochorie



# Hmotnost některých semen (v mg)

<i>Orchis militaris</i>	0.0007	<i>Sanguisorba minor</i>	1.80	<i>Tilia platyphyllos</i>	87
<i>Pyrola minor</i>	0.001	<i>Rubus idaeus</i>	1.80	<i>Crataegus monogyna</i>	112
<i>Centaurium erythraea</i>	0.010	<i>Alliaria petiolata</i>	2.25	<i>Prunus spinosa</i>	152
<i>Juncus effusus</i>	0.010	<i>Trifolium medium</i>	2.34	<i>Acer platanoides</i>	153
<i>Saxifraga tridactylites</i>	0.010	<i>Rhinanthus minor</i>	2.36	<i>Viscum album</i>	160
<i>Pinguicula alpina</i>	0.015	<i>Arrhenatherum elatius</i>	2.39	<i>Sorbus torminalis</i>	279
<i>Drosera rotundifolia</i>	0.018	<i>Knautia arvensis</i>	2.47	<i>Prunus padus</i>	298
<i>Agrostis stolonifera</i>	0.020	<i>Carduus nutans</i>	2.53	<i>Prunus domestica</i>	760
<i>Epacris microphylla</i>	0.020	<i>Cirsium vulgare</i>	2.64	<i>Corylus avellana</i>	1080
<i>Sagina procumbens</i>	0.020	<i>Echium vulgare</i>	2.64	<i>Quercus robur</i>	3681
<i>Erophila verna</i>	0.025	<i>Melica uniflora</i>	2.78	<i>Quercus cerris</i>	4310
<i>Arabidopsis thaliana</i>	0.028	<i>Viola hirta</i>	2.81	<i>Juglans nigra</i>	9865



# *Hydrochorie*

## **viktorie královská**

**Původní výskyt:** Amazonka  
v průměru 1,5-2 m - unese až 50 kg.

Květy velké až 35 cm (vytrvávají 2 dny).  
Rozkvétá večer, sněhobíle, kvete přes noc a ráno se ponořuje zpět do vody. Druhý den večer se podívána opakuje - květy jsou již růžové. V době květu se teplota uvnitř zvyšuje až o 11 °C - lákadlo pro teplomilný hmyz. Na plodolistech se vytvářejí zvláštní pokrmová tělíska.

- Tobolka plodu obsahuje asi 400 semen s hlenem nadlehčujícím po určité době semena schopná plout po hladině. Po rozložení hlenu klesají ke dnu a klíčí.

**Příbuzné rostliny - leknín a stulík.**

# *Anemochorie*

*Cephalanthera damasonium*

**Trpasličí semena** mají ve střední Evropě orchideje, hruštičky, zárazy. Semeno okrotice váží jen 0,000002 g.



# Anemochorie

## Stepní běžec



*Spinifex hirsutus*

# Viviparie





# ZOOCHORIE

- **Rozšiřování plodožravými živočichy (endozoochorie)**
  - atraktanty produkované rostlinou
    - chuť, barva plodů
  - investice rostliny do plodů
    - cukry, škrob, bílkoviny
- **Podmínky úspěšné disperze**
  - semena projdou trávicím traktem bez poškození

# ZOOCHORIE

- **Přenášení mimo trávící trakt (ektozoochorie)**
  - atraktanty produkované rostlinou
    - chuť, barva plodů
  - investice rostliny do samotné konstrukce rostliny a plodů
  - vlastnosti semen
    - velká, pevná; vytvoření atraktantů (masíčko)
- **Podmínky úspěšné disperze**
  - semena jsou vyjmuta z plodu a zahozena
  - plody nejsou spotřebovány
  - semena se zachytí v srsti zvířete

# Endozoochorie

Planě rostoucí druh rajčete na Galapágách.

Velmi ohrožený vyhynutím.

Důležitý pro hybridní křížení s běžným rajčetem (*Lycopersicon esculentum*), jehož původ leží v Peru.



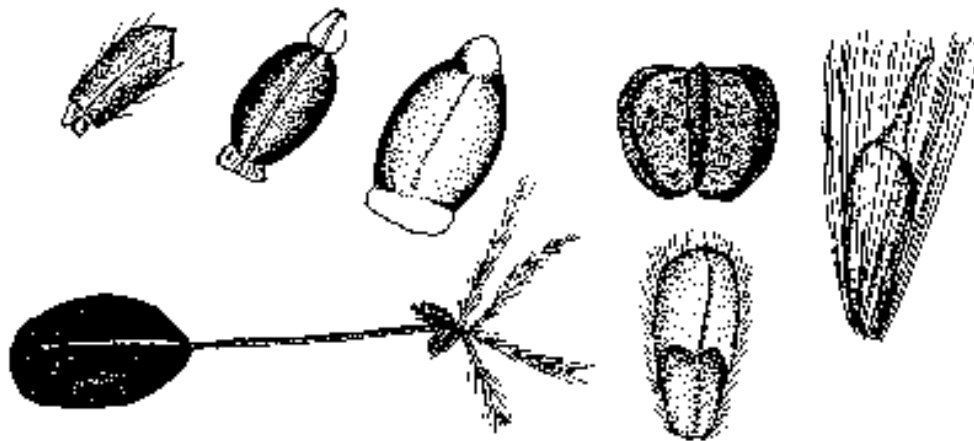
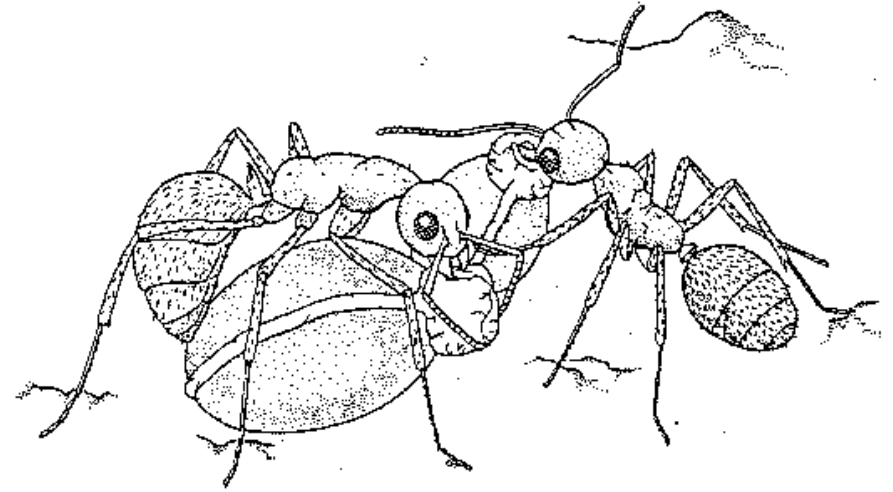
*Lycopersicon cheesmanii*

Semena jsou klíčivá jedině při průchodu trávicím traktem želvy sloní (*Geochelone elephantopus*). Žádné jiné zvíře klíčivost tohoto druhu nestimuluje.

# Epizoochorie - myrmekochorie



*Viola hirta*



# Vzdálenost disperze

## **Blízko k mateřské rostlině**

1. příhodné stanoviště
2. přímá kompetice s mateřskou rostlinou
3. semenáčky jsou snadno objeveny predátory

## **Daleko od mateřské rostliny**

1. stanoviště nejčastěji méně vhodné proti původnímu
2. nedochází ke kompetici
3. obtížně naležitelné
4. větší potenciál ke kolonizaci nových lokalit

# Časoprostorová disperze rostlin

**A. Rozšiřování -- rozptýlení v prostoru**

**B. Dormance -- rozptýlen v čase**