

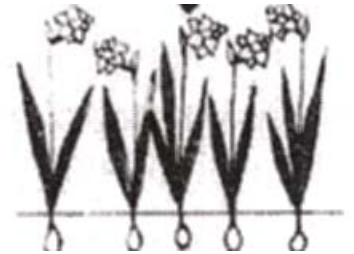


Základy ekológie 3

Ekológia populácií



- charakteristiky populácie
- ekológia rastlinných populácií
 - veľkosť a štruktúra
 - dynamika
 - šírenie
 - stratégie
 - interakcie
- ekológia živočíšnych populácií



Čo je to populácia?



- populácia**
 - **súbor jedincov rovnakého druhu**
 - **v rovnakom čase a prostredí**
 - **živý systém** – vzťahy medzi jednotlivcami
- **jedinci populácie sa navzájom krížia (môžu krížiť)**
- **populácia je priestorovo vymedzená**
 - hranice sú však „neurčité“, menia sa v čase
 - môže byť v rôznej miere priestorovo izolovaná od ďalších rovnakého druhu
 - úplná izolácia populácie môže viesť k evolučnému vzniku nových druhov (poddruhov) po adaptácii na zmenené podmienky
 - kontinuálne v rámci celého areálu druhu
 - nie je prerušený tok génov
- **minimálny počet jedincov**
 - dostatok reprodukcie schopných jedincov oboch pohlaví
 - schopný potenciálneho početného rastu v daných podmienkach
 - potrebný k zachovaniu vnútrodruhovej genetickej diverzity
 - aby nedochádzalo k degenerácii
- **vnútorná regulácia**
 - bráni vyhynutiu aj premnoženiu druhu

Metapopulácia



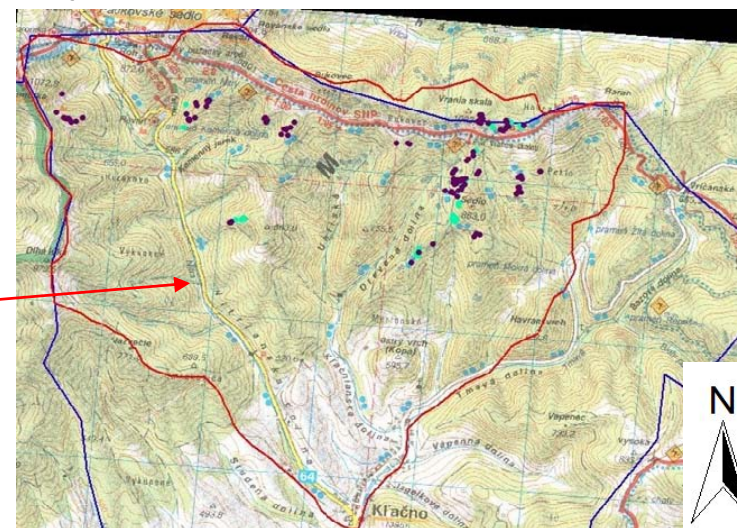
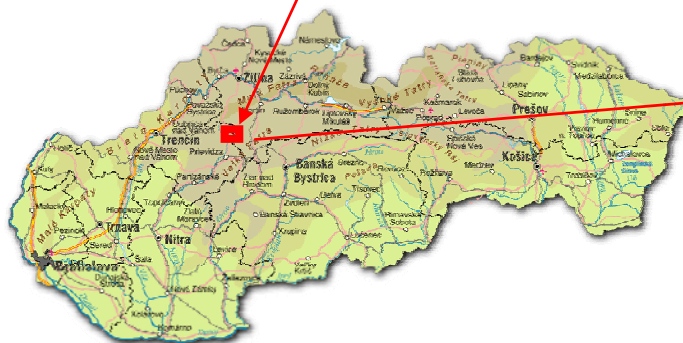
- **metapopulácia** – systém vznikajúcich a zanikajúcich subpopulácií prepojených príležitostnou migráciou
- subpopulácie vzájomne nezávislé
 - rôzna populačná dynamika
 - môžu sa rozširovať, zanikať, vznikať na nových miestach
- metapopulácia môže byť stabilná aj keď sú subpopulácie nestabilné
 - ak sú v rovnováhe vymieranie a migrácia (rekolonizácia)

Areál rozšírenia druhu *Orchis spitzelii*

– metapopulácia s izolovanou subpopuláciou na Slovensku

- čeľad' vstavačovité
Orchidaceae
- disjunktný areál

- na Slovensku na jedinej lokalite v Malej Fatre
- slovenská populácia sa delí na cca 10 mikropopulácií
- kríženie medzi nimi je možné
 - dolet peľu 100-ky km
 - šírenie semienok vetrom na 10-ky km
- kríženie s jedincami na iných lokalitách je však takmer vylúčené



Charakteristiky, znaky a vlastnosti populácií



- **štruktúra a organizácia populácie**
= rozmiestenie jedincov **v priestore**
 - veľkosť populácie
 - hustota (denzita)
 - disperzia (priestorová štruktúra)
 - veková štruktúra
 - sociálna
 - sexuálna štruktúra (podiel pohlaví)
- **dynamika (demografia) populácie**
= zmeny (štruktúry) populácie **v čase**
 - história
 - zmeny podielu vývojových štádií
 - rast populácie
 - šírenie druhu a migrácia

Veľkosť populácie



= početnosť (abundancia)

- celkový **počet jedincov** v rámci celej populácie (lokality)
- čo sa považuje za jedinca?
 - všetky vývojové štádiá pri unitárnych organizmoch
 - počet nadzemných výhonkov (bylí, kmeňov) pri modulárnych organizmoch
 - počet plodníc pri hubách
 - bez DNA analýzy nie je možné zistiť či ide o rovnaké alebo rôzne podhubia

Veľkosť populácie



Metódy stanovenia veľkosti populácie

- **priame spočítavanie** všetkých jedincov (výhonkov, plodníc...)
 - u malých populácií rastlín
 - pri hubách problém s nepravidelným či vzácnym tvorením plodníc
 - populácia sa obyčajne skúma len v rámci lokality alebo výskumnej plochy
 - mapovanie výskytu druhu – **veľkosť plochy populácie**
- **nepriame spočítavanie** na celej ploche
 - podľa pobytových znakov, hlasov u zvierat, ...
 - ťažko určiť jedinca – riziko nadhodnocovania
- **odhady veľkosti** populácie (početností)
 - na výberových plochách – vzorkovanie populácie
 - extrapolácia spočítaných jedincov na celú plochu
 - výberové metódy v dendrometrii
 - odchyt zvierat
 - fotopasce
 - analýzy vzoriek (DNA analýzy trusu, podhubia)
- vhodné je diferencovať počty podľa vývojových štádií

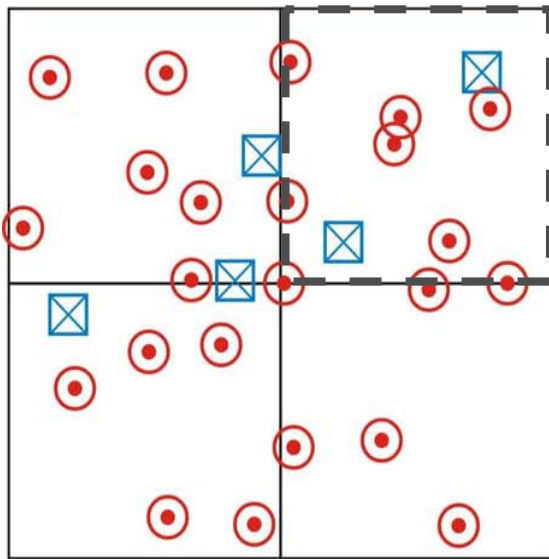
Veľkosť populácie



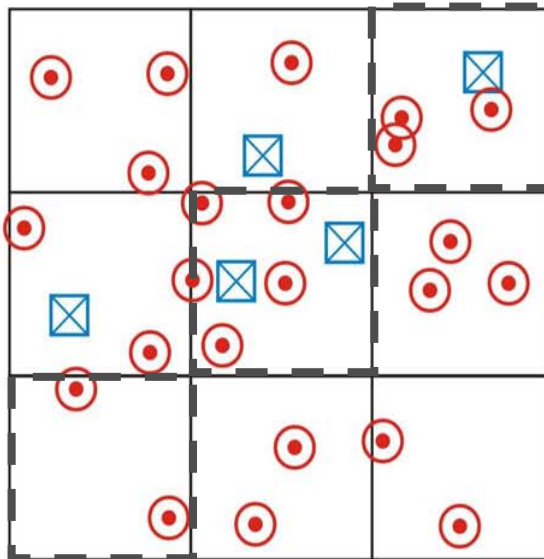
- množstvo jedincov zmladenia lesných drevín zisťované na na pásových tranzektoch alebo štvorcových plochách



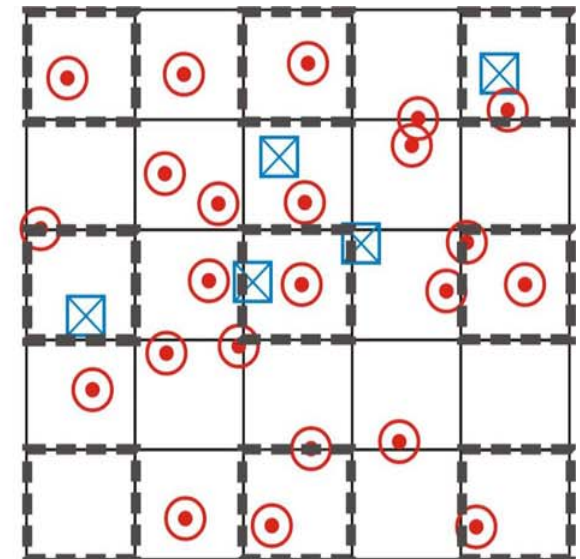
- **odhady početnosti populácie na výberových plochách (vzorkovanie)**
 - veľkosť a počet výberových plôch musí byť prispôsobený hustote a horizontálnej štruktúre populácie
 - príklad vplyvu veľkosti, počtu a rozmiestenia plôch pri systematickom vzorkovaní početnosti populácie na výsledný odhad početnosti „modrého druhu“ pri zhruba rovnakom % výberu
 - a) 8,0 jedincov na celú plochu
 - b) 9,0
 - c) 8,3
 - **skutočný počet je 5 ...**



a



b



c

Denzita populácie



hustota – počet jedincov na jednotku plochy

- závisí od veľkosti jedincov, prírodných podmienok, medzi- a vnútrodruhových interakcií (konkurencie)
- je v opačnom pomere k strednej vzdialenosti medzi jedincami
- môže sa vyjadriť (merať)
 - absolútnym počtom jedincov na plochu
 - priemernou veľkosťou plochy pripadajúcej na 1 jedinca
 - priemernou vzdialenosťou medzi jedincami
 - vo fytocenológii a vegetačnej ekológii sa početnosť druhu (abundancia) odhaduje pomocou semikvantitatívnych odhadových stupníc
 - vyjadruje stupeň početnosti (nie absolútne hodnoty)
 - relatívna početnosť
 - v zoológii – napr. počet vtákov registrovaných za 1 hodinu

- porovnanie denzity
druhu *Oxalis acetosella*
na plochách 1,5 x 1,5 m

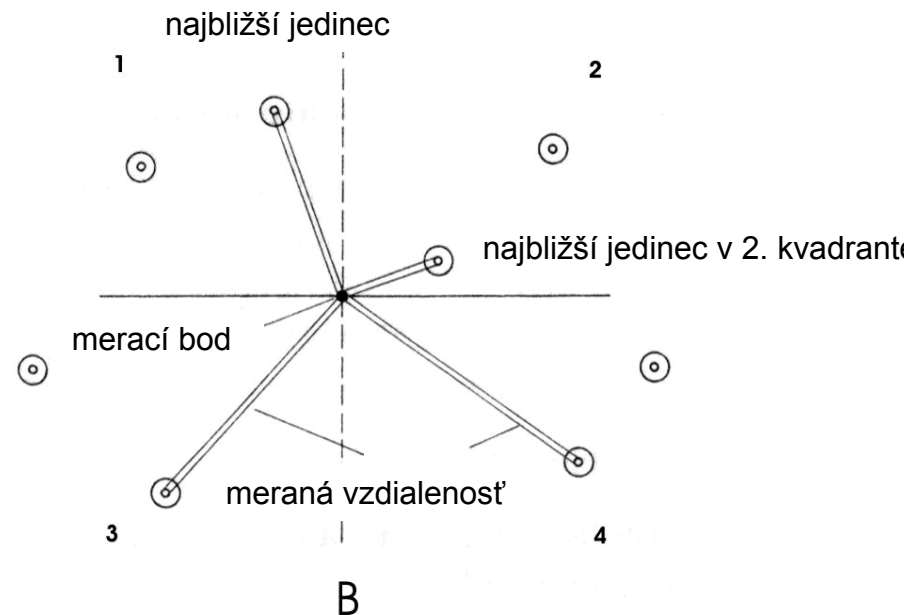
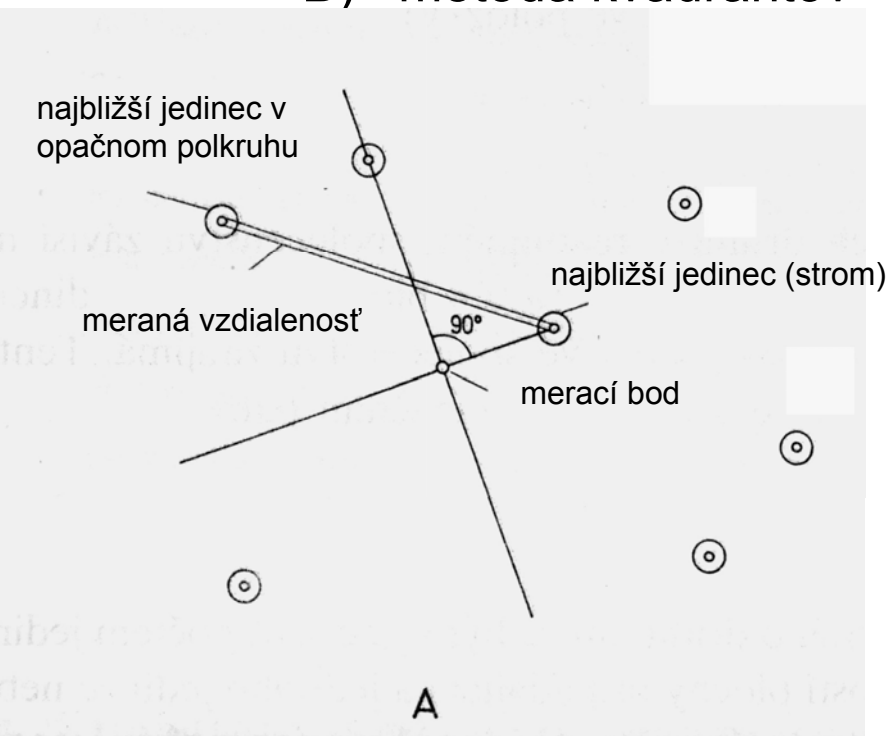


- **denzita stromov v lesnom poraste**
 - počet stromov na hektár
 - podľa druhu dreviny



**porovnanie hustoty stromov a štruktúry populácií listnáčov a ihličnanov
v prírodnom a hospodárskom lese**

- metódy merania denzity populácie
 - priemernej vzdialenosti jedincov (napr. stromov v poraste)
 - body náhodne alebo systematicky rozmiestené (siete, tranzekty)
- A) metóda náhodných párov
- B) metóda kvadrantov



Disperzia populácie



= rozloženie populácie v horizontálnom smere

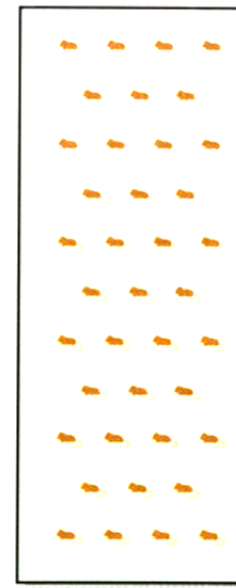
– jedince tvoriace populáciu sú rozšírené na miestach, ktoré zodpovedajú realizovanej ekologickej nike druhu

v rámci plochy osídlenej populáciou môžu byť jedince rozmiestnené:

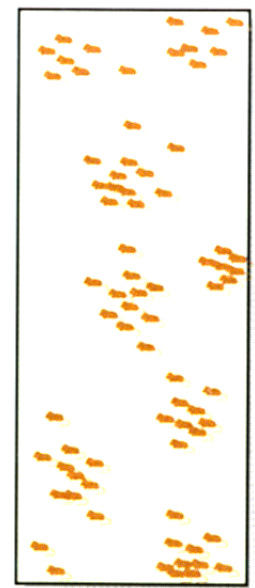
- **rovnomerne** (pravidelne)
 - **náhodne** (nepravidelne)
 - **zhlukovite** (agregovane)
- + kombinácie
- rovnomerne zhlukovitá
 - náhodne zhlukovitá
 - agregovane zhlukovitá



náhodná



pravidelná



agregovaná

Disperzia populácie



Typy disperzie

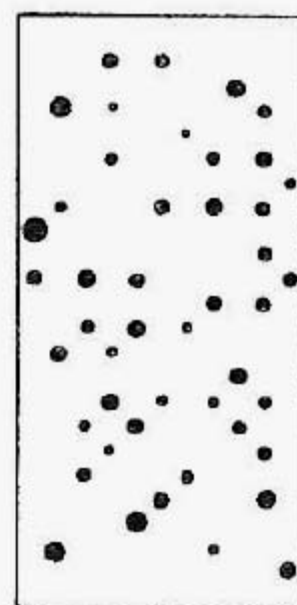
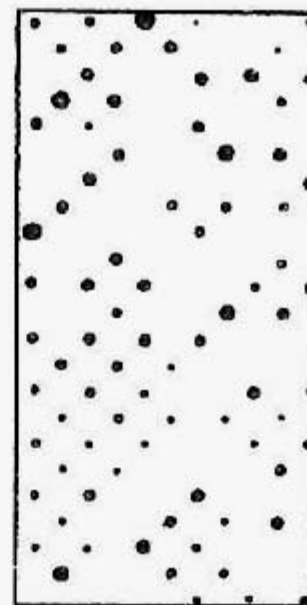
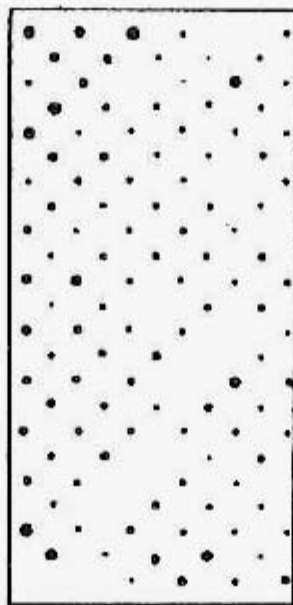
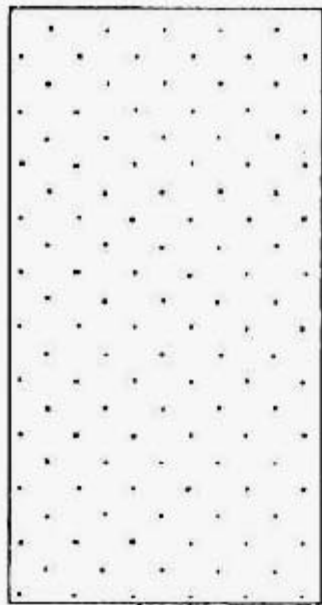
- **pravidelná**
 - zhruba rovnaké rozostupy medzi jedincami
 - v priaznivých podmienkach pri vysokej abundancii
 - umelo v monokultúrach
 - veľká vnútrodruhovú konkurencia
- **náhodná**
 - nepravidelné (zdanlivo chaotické) rozmiestenie jednotlivcov
 - vyplýva – z limitovaných, náhodných a nepravidelných možností uchytenia jedincov v ekosystéme; z nepravidelného rozloženia zdrojov, z časovo-priestorovej dynamiky populácie
- **zhlukovitá**
 - najčastejšia v prírode
 - jedince sú náhodne (poprípade aj pravidelne) rozmiestené v skupinách – zhlukoch
 - „nepravá“ zhlukovitá štruktúra vzniká pri vegetatívnom vzniku polykormónov
 - zhluky vznikajú vďaka lokálne priaznivejším podmienkam pokiaľ je tam priestor pre viac jedincov
 - niekedy vďaka pozitívnym vnútrodruhovým interakciám
 - výskyt prvého jedinca napomáha uchyteniu alebo prežívaniu ďalších



pravidelné rozmiestenie cyklámenu v lesnom podraсте súvisí s jeho vysokou početnosťou a priaznivými podmienkami



- pravidelná štruktúra populácie vzniká pri umelom zalesňovaní a výsadbe plantáží



rok 1879

1904

1913

1936

vek 1

26

35

58

počet kmeňov na ha 4 447

4 028

2 872

1 586

- typ disperzie sa môže meniť v čase
- príklad postupnej zmeny pravidelnej disperzie pri vysadení borovicovej monokultúry až k náhodnej vplyvom vnútrodruhovej konkurencie



náhodné rozmiestenie kyjanky (*Corynephorus canescens*) na rovnomerne rozšírenom machu (*Polytrichum piliferum*)



zhluky psamofilných trsnatých tráv (*Corynephorus cannescent*) na piesku
disturbovanom pohybom koní



zhluky borovic uchytených na pieskových dunách



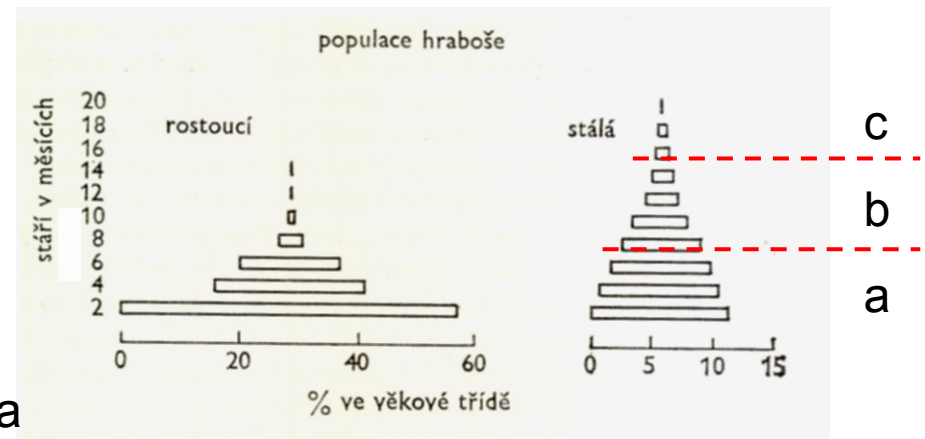
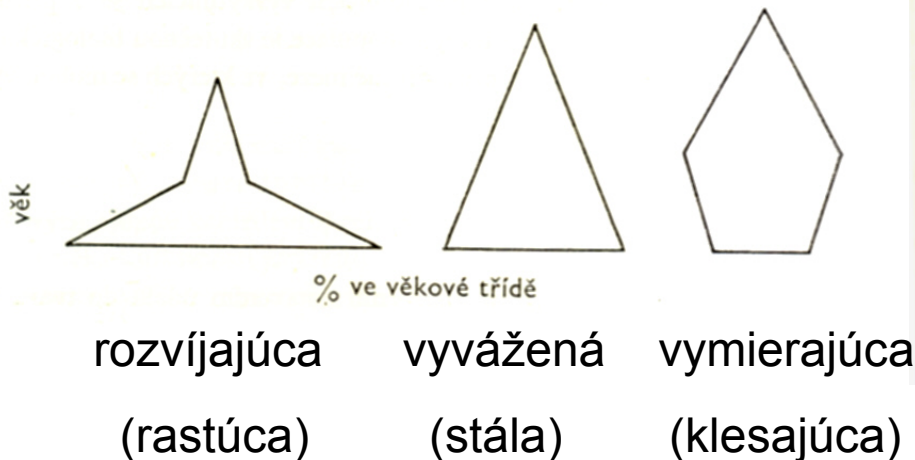
náhodná až zhlukovitá disperzia buka v porastoch vzniknutých prirodzenou obnovou

Veková štruktúra populácií

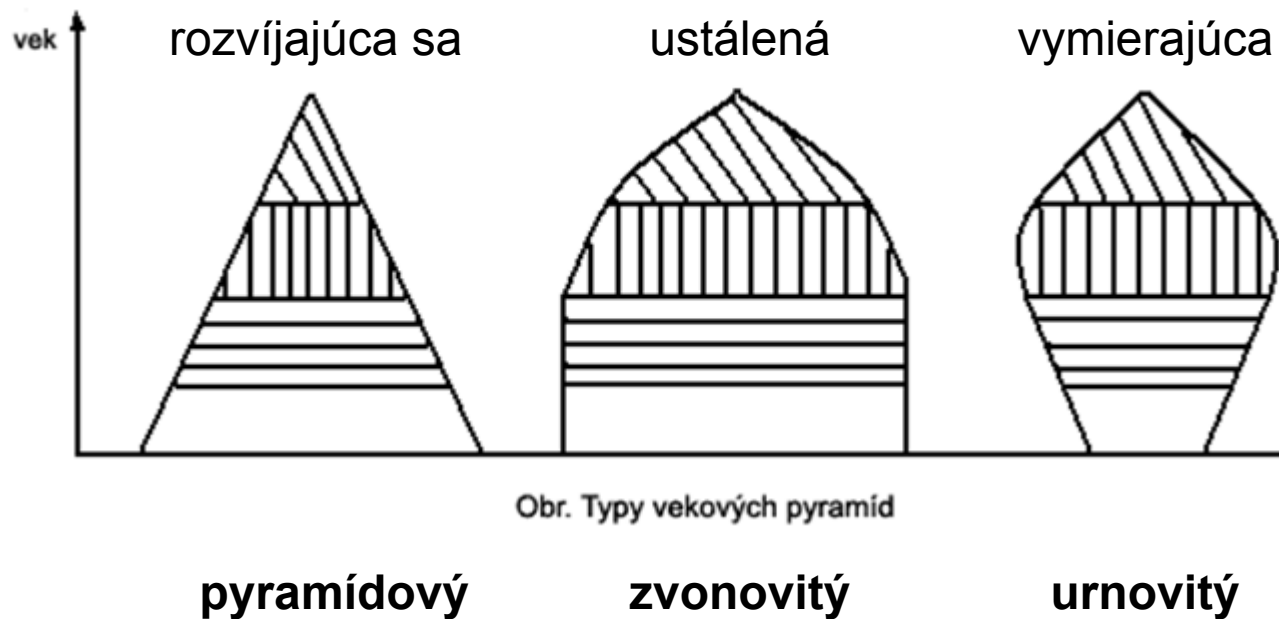


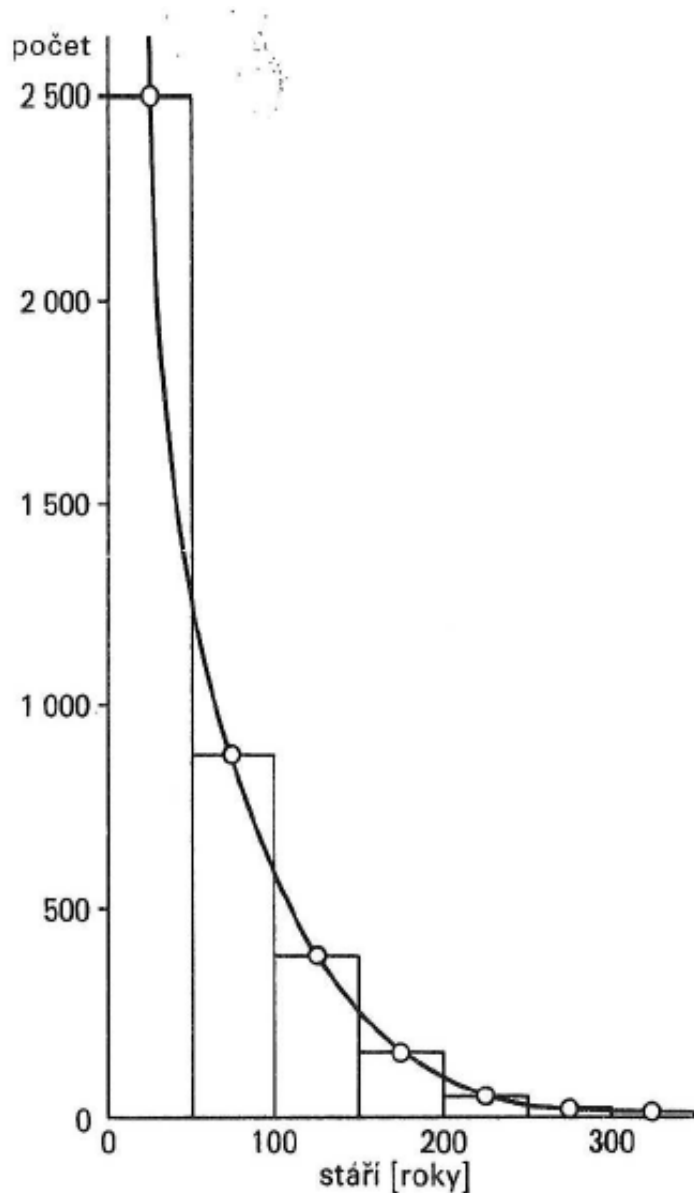
- počet prežívajúcich jedincov vo vekových triedach
 - ilustruje sa vekovými pyramidami
 - prereproduktívna (a), reprodukívna (b) a postreproduktívna (c) trieda
- normálne počet jedincov klesá s vekom
 - závisí od natality a mortality v jednotlivých rokoch

typy vekových pyramíd



- **typy vekových pyramíd**





- příklad vekovej štruktúry dubového lesa
 - s vekom sa zväčšujú rozmery jedincov a klesá ich počet na hektár

Sexuálna štruktúra populácií



= percentuálny **podiel jedincov rôzneho pohlavia**

- samce, samice, obojpohlavné
- významnejší ukazovateľ pri živočíchoch
 - primárny podiel pohlaví
 - vo vajíčkach
 - sekundárny
 - po narodení
 - terciárny
 - dospelí
- **sexuálny index**
 - väčšinou okolo 0,5, pri stavovcoch mierna prevaha samíc
 - pri niektorých druhoch môžu byť samce potlačené

Demografia populácií



dynamika početnosti populácií = zmeny v čase

- riadia ju štyri **základné procesy**:

- N – **natalita** (narodenie, vyklíčenie)

- M – **mortalita** (odumretie, úhyn)

- I – **imigrácia** (prísun nových do populácie)

- E – **emigrácia** (vymiznutie z populácie)

- **veľkosť populácie** v čase $t+1$ sa dá vypočítať ako

$$N_{t+1} = N_t + N - M + I - E$$

- **kohorta**

- časť populácie
 - jedince rovnakého veku (narodené alebo vyklíčené v rámci populácie v rovnakom období)

- **per cento natality (mortality)**

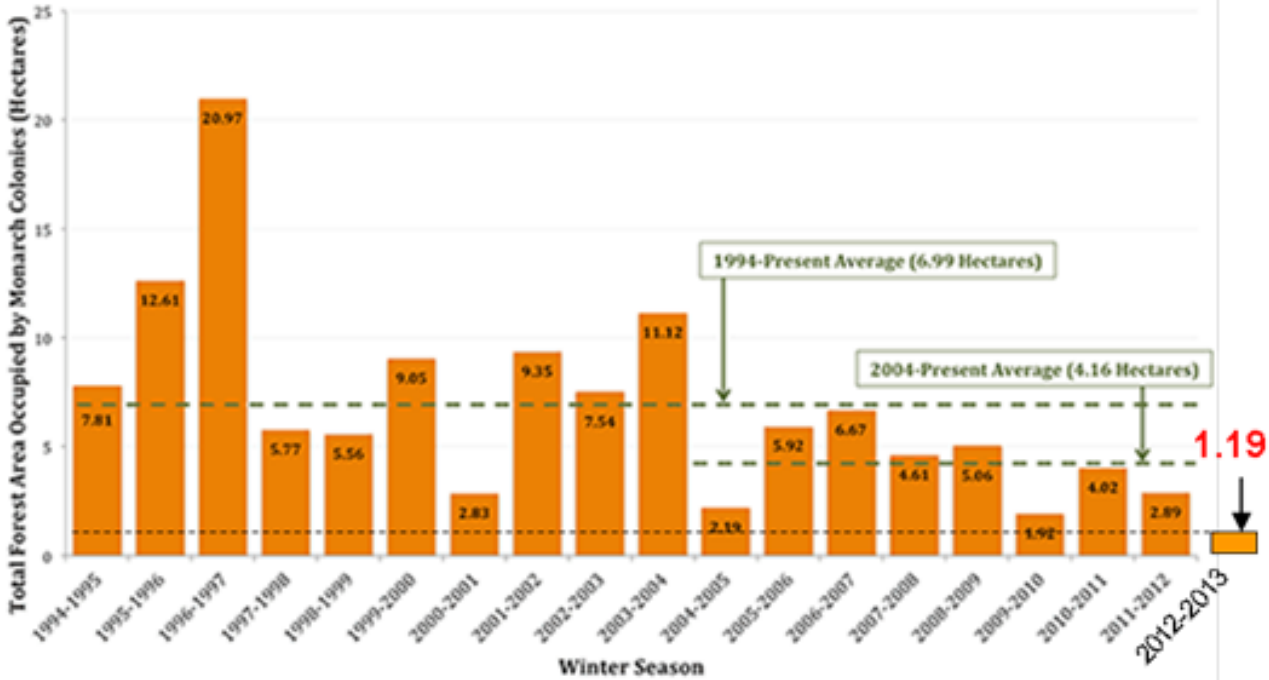
- z celkovej populácie za jednotku času

- **prírastok populácie**

- rozdiel medzi % natality a mortality predstavuje



Total Area Occupied by Monarch Colonies at Overwintering Sites in Mexico
1994/1995 - 2011/2012



kohortné tabuľky prežívania

– príklad jednoročnej byliny *Phlox drummondii*



Tabuľka životního cyklu populace druhu *Phlox drummondii* – plaménka Drummondova (podle SILVERTOWNA 1982)

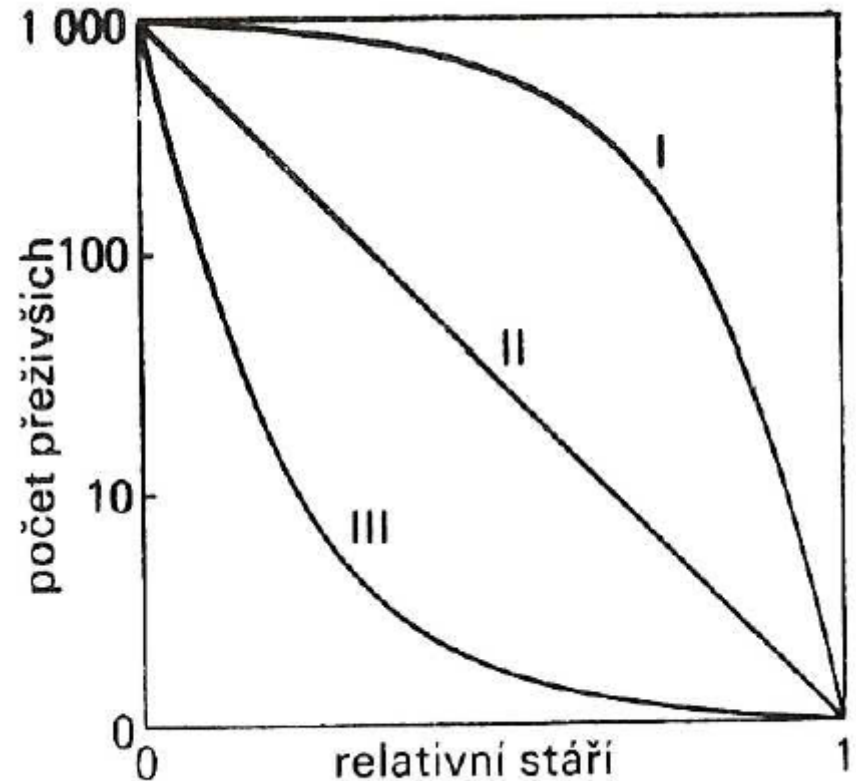
Stáří, interval (dny)	Délka inter- valu (dny)	Počet přeží- vajících ke dni t	Poměr pře- živších ke dni t	Počet uhy- nulých bě- hem inter- valu	Průměrná mor- talita za den	Celkový počet semen	Průměrný počet semen na 1 rostlinu	Průměrný počet semen na počet přeživších
$t-t_1$	D_t	N_t	l_t	d_t	q_t	B_t	b_t	$l_t b_t$
0–63	63	1 000	1,0000	332	0,0052	0,000	0,0000	0,0000
63–124	61	668	0,6687	373	0,0092	0,000	0,0000	0,0000
124–184	60	295	0,2952	105	0,0059	0,000	0,0000	0,0000
184–215	31	190	0,1908	14	0,0024	0,000	0,0000	0,0000
215–231	16	176	0,1767	2	0,0007	0,000	0,0000	0,0000
231–247	16	174	0,1747	1	0,0004	0,000	0,0000	0,0000
247–264	17	173	0,1737	1	0,0003	0,000	0,0000	0,0000
264–271	7	172	0,1727	2	0,0017	0,000	0,0000	0,0000
271–278	7	170	0,1707	3	0,0025	0,000	0,0000	0,0000
278–285	7	167	0,1677	2	0,0017	0,000	0,0000	0,0000
285–292	7	165	0,1657	6	0,0052	0,000	0,0000	0,0000
292–299	7	159	0,1596	1	0,0009	0,000	0,0000	0,0000
299–306	7	158	0,1586	4	0,0036	52,954	0,3394	0,0532
306–313	7	154	0,1546	3	0,0028	122,630	0,7963	0,1231
313–320	7	151	0,1516	4	0,0038	362,317	2,3995	0,3638
320–327	7	147	0,1476	11	0,0107	457,077	3,1904	0,4589
327–334	7	136	0,1365	31	0,0325	345,594	2,5411	0,3470
334–341	7	105	0,1054	31	0,0422	331,659	3,1589	0,3330
341–348	7	74	0,0743	52	0,1004	641,023	8,6625	0,6436
348–355	7	22	0,0221	22	0,1428	94,760	4,3072	0,0951
355–362	7	0	0,0000	0	0,0000	0,000	0,0000	0,0000

- **modelové krivky prežívania**

I – terofyty – jednoročky,
odumierajú viac menej
súčasne

II – dvojročné byliny
konštantná mortalita v
priebehu krátkeho života
populácie

III – trváce byliny, dreviny
veľké množstvo juvenilných
(zmladenia), spočiatku veľká
mortalita ale len jednotlivce sa
dožívajú desiatok až stoviek
rokov



Demografia

– rast populácie



rast = množenie, narastanie počtu jedincov

- **maximálny** rast – r_{max} = reprodukčný potenciál
 - v ideálnych podmienkach geometrickým radom
- **aktuálny** (reálny) rast v prírode – r
 - **autolimitácia**
 - samozriedžovanie populácie pred maximom
 - **brzdiaci efekt prostredia** po premnožení
 - rast limitovaný množstvom zdrojov, prírodnými faktormi, medzi- a vnútrodruhovou konkurenciou, hustotou populácie samotnej, starnutím populácie
 - ekologická limitácia
 - po premnožení hlodavcov sa rozmnožia dravce, prepuknú ochorenia...
 - výsledkom je rozdiel $r_{max} - r$
- **kolísanie početnosti** (hustoty) populácie
 - výsledok kombinácie vnútorných a vonkajších faktorov

Demografia

– rast populácie



- **nosná kapacita prostredia**
 - maximálna početnosť populácie v daných podmienkach
- **spätná väzba na vonkajšie podnety**
 - oneskorené rastové reakcie
-  možné prekročenie nosnej kapacity
- **vývoj po dosiahnutí maxima (nosnej kapacity)**
 - **udržiavanie** na rovnakej úrovni blízkej maximu
 - **pomalý rast** v prípade úspešnej adaptácie na prostredie
 - **zmenšovanie** až odumretie v dôsledku vyčerpania zásob alebo nahromadenia metabolitov
 - **fluktuácie** okolo nosnej kapacity
 - aj vplyvom narušenia (disturbancií) a spätnej regenerácie či rekolonizácie
 - sezónne
 - medziročné
 - dlhodobé

Demografia

– rast populácie



- **náhle populačné rasty alebo poklesy**
 - náhly rast = **gradácia**
 - pri mikroorganizmoch, hubách, hmyze či hlodavcoch môžu znamenať **epidémie** alebo **kalamity** v lesníctve či poľnohospodárstve
 - **latencia** – štádium „klúdu“ medzi dvoma gradáciami



Formy rastu populácie

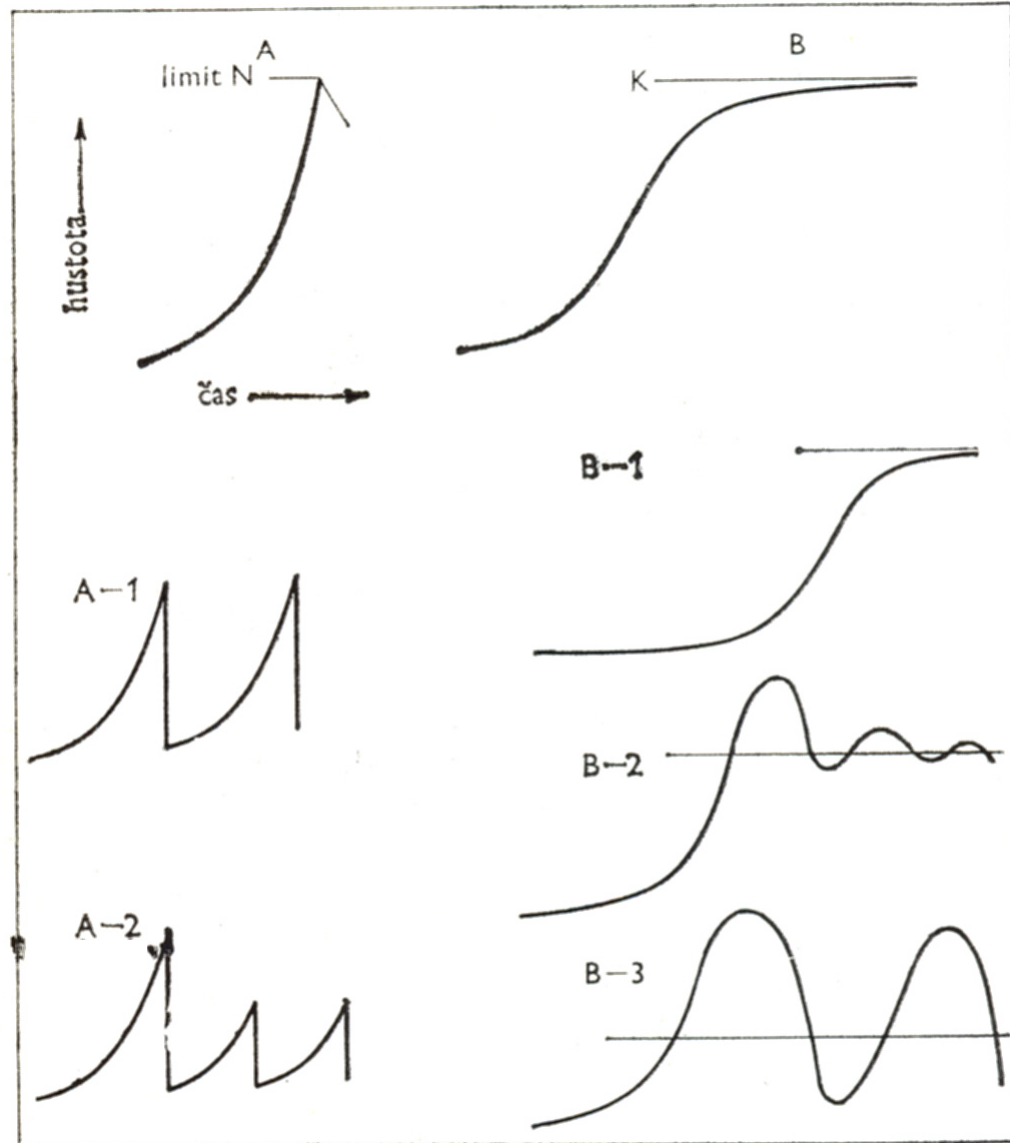
- vyjadruje rastová krivka

A) exponenciálny rast

– s opakovanými kolapsami po dosiahnutí ekologického limitu (N)

B) sigmoidný rast

– prechádza do **oscilácie** okolo **nosnej kapacity prostredia** (K)



Demografia populácií

– dynamika vývojových štádií



= zmeny podielu vývojových štádií v čase

- ontogenetická štruktúra populácií
- vývojové štádiá (fázy) rastliny
 - vznik diaspory (semeno, vegetatívny rozmnožovací orgán)
 - dormancia (väčšinou v období vegetačného klúdu)
 - klíčenie
 - vegetatívna fáza (rast a diferenciácia pletív)
 - generatívna fáza (rozmnožovanie, reprodukcia)
 - senescencia (starnutie)
 - odumretie rastliny

Demografia populácií

– typy vývojových cyklov rastlín



- **monokarpické**
 - jednoročné rastliny (terofyty, efeméry)
 - jediný cyklus v jednej sezóne
 - jeden cyklus (jedna reprodukcia) pri dvoj až viacročných druhoch (niektoré hemikryptofyty)
- **polykarpické**
 - po dosiahnutí generatívnej fázy sa opakuje reprodukčný cyklus (geofyty, väčšina hemikryptofytov, chamefyty, fanerofyty)

Demografia populácií

— priebeh šírenia rastlín

- **vznik diaspóry**
 - semeno alebo akákoľvek časť rastliny schopná samostatného rastu
- **diseminácia**
 - šírenie diaspór
 - závisí od produkcie diaspór
 - vlastností diaspór
 - vzdialenosti od zdroja
 - intenzity a aktivity diseminačného faktora
- **dormancia**
 - vrodená alebo vynútená
 - stav kl'udu kedy semená nie sú schopné vyklíčiť
 - semenná banka – prečkávanie nepriaznivých období
- **ecesia**
 - vyklíčenie a uchytenie na novej lokalite (voľnej ekologickej nike)
- **odrastanie a prežívanie**
 - len vo vhodných prírodných podmienkach
 - prekonanie konkurenčného tlaku organizmov okolia
 - vplyv herbivorov, predátorov, parazitov
 - využitie pozitívnych interakcií s inými organizmami
 - napr. mykoríza

Demografia



– spôsoby šírenia organizmov

- **aktívne – autochória, migrácia**
 - šírenie (diseminácia) vlastným aktívnym pohybom na nové lokality
 - rôzne vývojové štádiá (semená aj staré jedince)
 - pohyblivé mikroorganizmy, živočíchy
 - rastliny
 - vystreľovanie semien na krátke vzdialenosti
 - vegetatívne šírenie výbežkami
- **pasívne**
 - rozširovanie diaspór
 - rastliny, huby
 - potrebný vonkajší diseminačný faktor („vektor“) šírenia
 - gravitačne – **barochória**
 - vietor – **anemochória**
 - voda – **hydrochória**
 - živočíchy – **zoochória** (endo-, epizoochória)
 - človek – **antropochória**

schéma typov šírenia semien a plodov

zoochoria

anemochória

autochoria

hitch hikers
e.g. cleavers

takeaways
e.g. acorns

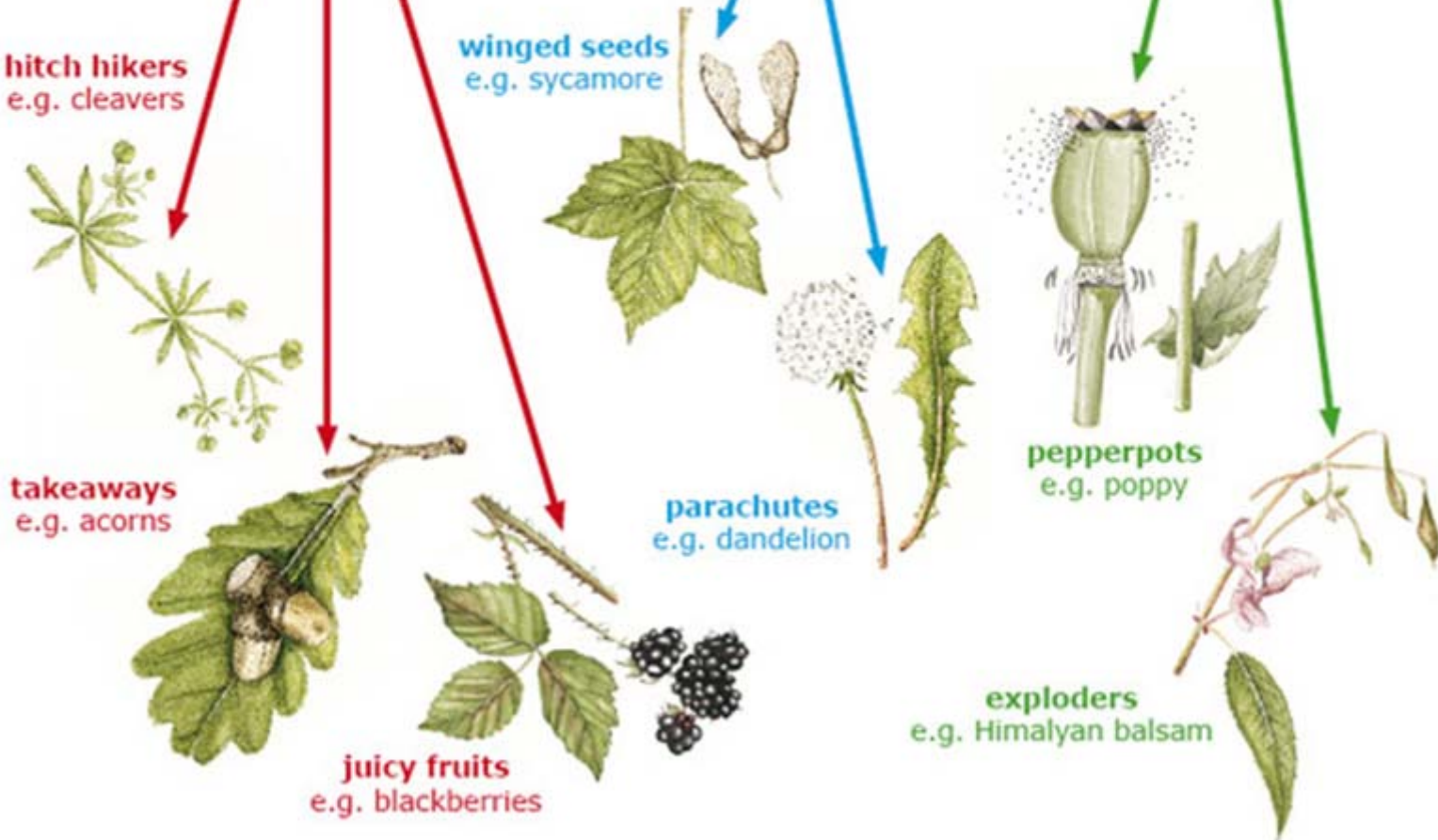
juicy fruits
e.g. blackberries

winged seeds
e.g. sycamore

parachutes
e.g. dandelion

pepperpots
e.g. poppy

exploders
e.g. Himalyan balsam



Demografia

– rýchlosť šírenia



- **autochória**
 - metre za rok
- **anemochória**
 - desiatky metrov až kilometre za rok
- **hydrochória**
 - kilometre ale pri riekach len dole prúdom...
- **zoochória** (endo-, epizoochória)
 - najrýchlejší spôsob v prírode
 - desiatky kilometrov
- **antropochória**
 - globálne „medzikontinentálne“ šírenie
 - invázie

- *Epilobium angustifolium*
 - anemochórny
rúbaniskový druh







endozoochórne kry:

Rosa canina,

Crataegus laevigata,

Prunus spinosa



- epizoochória
– *Galium aparine*



Šírenie, migrácia



- **úspech šírenia**
 - závisí od vlastností organizmu
 - reprodukčný potenciál, množstvo potomstva, diaspór
 - pohyblivosť pri živočíchoch
 - vektoru šírenia
 - podmienok prostredia
- **ekologické limity a bariéry** rozširovania
 - reliéf, typ ekosystému, klíma...
- po rozšírení diaspóry **ecesia**
 - = **uchytenie diaspóry** (pri rastlinách, hubách, lišajníkoch)
 - etablovanie a prežívanie v ekosystéme
- po úspešnom rozšírení, migrácii
 - rozšírenie (zmena) rozsahu a početnosti populácie
 - rozšírenie areálu
 - ak sa druh rozšíri za súčasné hranice
 - expanzia
 - invázia (rýchle rozšírenie druhov nepôvodných pre širší biogeografický región, kontinent)

Šírenie, migrácia



- **dôvod šírenia (migrácie)**
 - geneticky zakódovaná „snaha“ organizmov rozširovať svoje potomstvo
 - prekročenie nosnej kapacity prostredia (pri živočíchoch)
 - **zmeny podmienok** (klíma)
 - posuny areálov
 - vznik a zánik lokalít a lokálnych populácií
 - **socioekonomické zmeny**
 - zmeny vo využívaní krajiny
 - sprevádzané šírením druhov a naopak zánikom lokalít
 - šírenie synantropných druhov
 - vyhynutie poľnej zveri a flóry (kúkol' – *Agrostema githago*), atď.
- **úspech a rýchlosť šírenia závisí od**
 - podmienok prostredia, dostatku zdrojov a potravy
 - konkurencie, prirodzených nepriateľov, blokovanie človekom
 - ak sa nemá druh po zmene podmienok kam rozšíriť, ak sa nedokáže uchytiť a etablovať v ekosystéme, ak sa vyčerpajú zdroje –
 zánik druhu, **vyhynutie**



uchytenie (ecesia) čučoriedky (*Vaccinium myrtillus*) v riedkom poraste trávky (*Avenella flexuosa*) a následné vegetatívne šírenie mladého polykormónu pomocou podzemných výbežkov šíriacich sa vo vrstve surového humusu



konkurenčne slabá a riedka tráva *Avenella flexuosa* nebráni excentrickému vegetatívnomu šíreniu polykormónu čučoriedky (*Vaccinium myrtillus*)



d'alšie šírenie čučoriedky obmedzuje konkurencia brusnice (*Vaccinium vitis-idaea*)

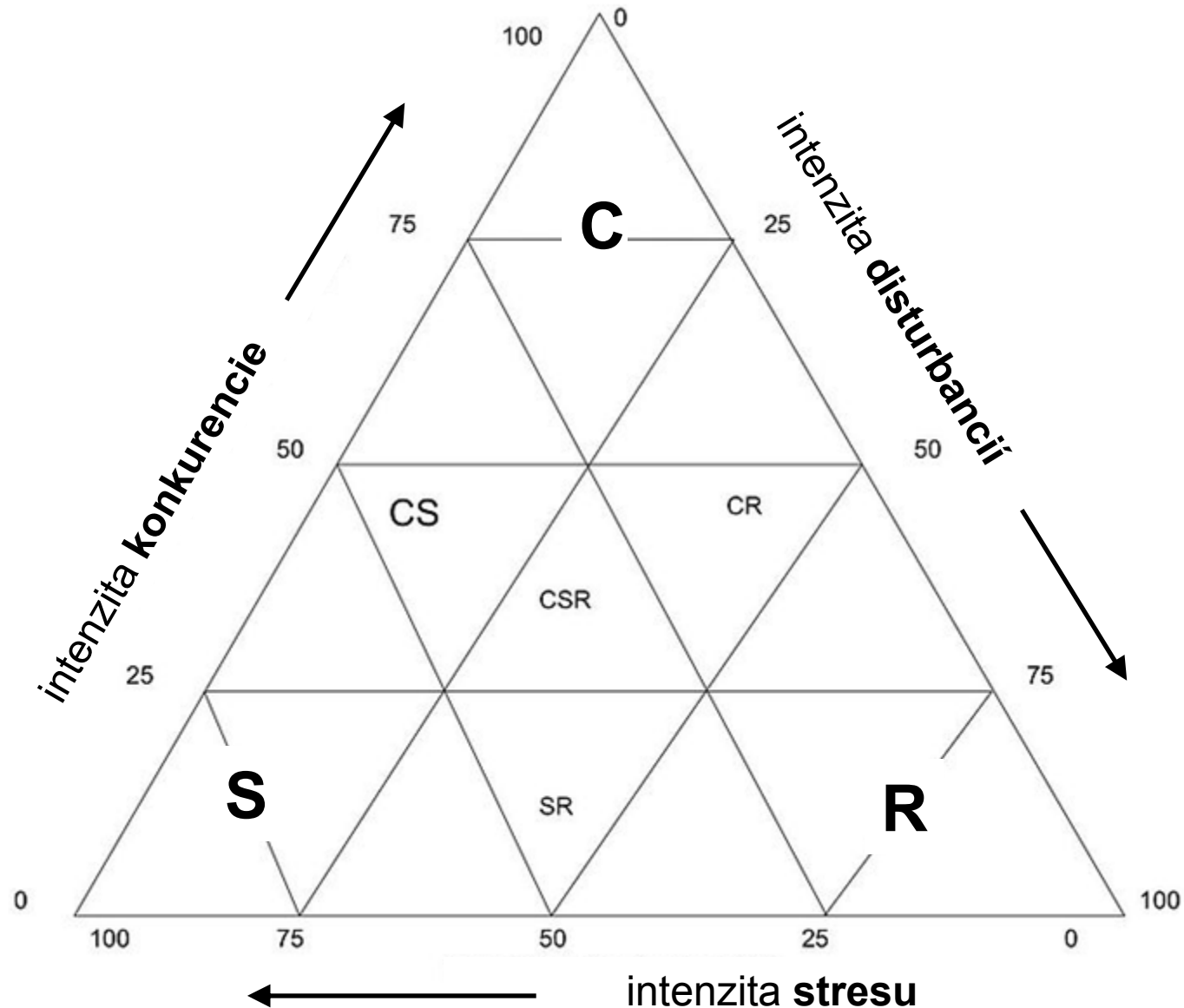
Bionomické stratégie

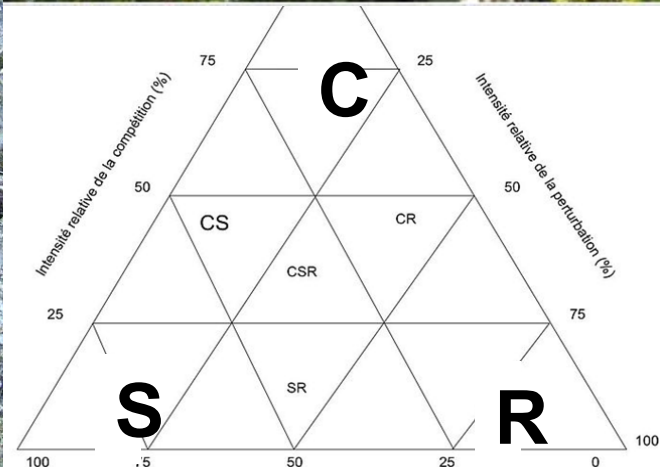


= životné stratégie druhových populácií

- súbor vlastností druhu
 - ktoré sa v evolúci osvedčili ako výhodné pre prežívanie a šírenie druhu
- stratégia ako prežiť v daných podmienkach
 - prekonať nedostatok zdrojov
 - odolať disturbanciám
 - rozšíriť sa
 - obstáť v konkurencii
- C – R – S klasifikácia rastlín (Grime 1974)
 - tri hlavné faktory – stres, disturbancie, konkurencia
 - ➔ tri hlavné stratégie
 - C – konkurenční stratégovia
 - R – ruderálni
 - S – stres znášajúci

Grimov trojuholník – CSR model





r – K selekcia



- MacArthur a Wilson (1967)
 - častejšie sa využíva pri živočíchoch
- r stratég (r selekcia)
 - dôraz na kvantitu potomstva a mobilitu
 - krátky životný cyklus, relatívne malá biomasa
 - veľa potomstva, vysoká klíčivosť, rýchly rast
 - rýchle šírenie, migrácia, na väčšie vzdialenosti
- K stratég (K selekcia)
 - dôraz na kvalitu a úspešnosť prežívania
 - menej potomstva
 - dlhovekosť
 - väčšia biomasa
 - pomalé šírenie
- r-K kontinuum



nium /

