

STŘEDNÍ ODBORNÉ UČILIŠTĚ LESNICKÉ A ZEMĚDĚLSKÉ A UČILIŠTĚ
ROKYCANY

E K O L O G I E

I

(učební text pro první ročník nástavbového studia)

sestavil

Michal Duda

- 2002 -

1. Úvod

1.1 Co je **EKOLOGIE** a jaký rozdíl je mezi ekologií a ochranou životního prostředí?

„Stálým prohlašováním se za ekology se u nás podařilo vládu, parlament a často i vysokoškolské profesory filosofie, sociologie i média natolik zmást, že už dnes vůbec nevědí, čím se tato vědní disciplína zabývá. Ekologie dostala své jméno od řeckého oikos, což znamená dům, a její náplň jako prvý formuloval již roku 1866 německý zoolog E. Haeckel. Od té doby platí, že se zabývá vzájemnými vztahy živých organismů a jejich životního prostředí. U nás si ji pleteme s problémy životního prostředí člověka a bývalý ministerský předseda ekologii za vědu dokonce vůbec nepovažoval. Přesto se každá politická strana snaží své voliče přesvědčit, že právě její program je nejvíce ekologický.“

*Prof. RNDr. Zdeněk Veselovský, DrSc.
z knihy Člověk a zvíře, Praha 2000*

Ekologie je nauka o vztazích a interakcích mezi organismy nebo živými systémy a jejich prostředím v prostoru, tedy o ekologických systémech. Prvně byla charakterizována jako samostatný vědní obor roku 1866 (E. Haeckel - viz výše). Jako ekologii můžeme též chápat soubor vztahů existujících mezi organismy a jejich prostředím.

Obecná ekologie zkoumá obecné zákonitosti ekologických systémů (na úrovni jedince - autekologie, na úrovni populace - demekologie, na úrovni biocenóz a ekosystémů - synekologie).

Ekologie speciální se zabývá problematikou vybraných prvků nebo jejich skupin v biocenózách na určitém území nebo v určitém typu ekosystémů.

Ekologie teoretická studuje ekologické systémy pomocí matematických modelů, podle jejichž chování se pokouší prognózovat vývoj konkrétních ekosystémů.

Ekologie krajiny zkoumá zastoupení typů ekosystémů v územních celcích a řeší optimalizaci využívání krajiny s ohledem na jejich ekologickou stabilitu.

Lesnická ekologie je nauka zabývající se lesními ekosystémy a jejich vztahy k ekosystémům okolním nebo k ekosystémům vyššího řádu. Využívá poznatků ze speciálních průzkumů přírodních, technických a společenských podmínek hospodaření v lesích. Hospodaření v lesích a lesnické stavby nesmějí podstatně a nevratně narušovat fungování lesních ekosystémů (KOLEKTIV, 1994).

Ze všech výše popsaných definic plyne, že dva vyučovací předměty, tj. Ekologie a Ochrana životního prostředí, jsou na sobě zcela nezávislé. Co je ekologie je popsáno výše. Ochrana přírody nebo ochrana životního prostředí je v podstatě praktická činnost člověka. Nebo též zdržení se nějaké činnosti. Vypouštění nečistot do vody nebo ovzduší je otázkou ochrany životního prostředí. Dále například - jak omezit emise škodlivých plynů atd.

Jaký vliv mají pak tyto nečistoty na živé organismy, ale i třeba na chemismus půdy, vody apod., to je otázkou ekologie. Ta zde může zkoumat například - jak se změní druhová skladba mikroorganismů v půdě, jaký vliv má zvýšený obsah škodlivin ve vodě na ryby, do jaké míry se živočichové nebo rostliny mohou znečištění přizpůsobit apod.

Aktuální a stále diskutovanou otázkou je v poslední době efekt tzv. globálního oteplování. Ještě jednou na tomto příkladu: příčiny oteplování = ochrana přírody a životního prostředí; důsledky oteplování = ekologie.

2. Organismus a prostředí

2.1 Život a jeho vlastnosti

2.1.1 Základní vlastnosti živých soustav

Každý živý systém má na rozdíl od neživého tyto vlastnosti (porovnejte s neživými systémy):

1. V živých systémech jsou obsaženy molekuly bílkovin a nukleových kyselin, které vykonávají důležité biologické funkce. V anorganickém světě tyto sloučeniny nenajdeme.
2. V živých systémech probíhají neustálé změny fyzikální i chemické - látkový a energetický metabolismus. Dochází k výměně látek, energií a informace s prostředím. Živý systém je systém otevřený, udržuje svůj stav tím, že stále přijímá energii a vyměňuje součásti. Je v rovnováze s prostředím na rozdíl od systému uzavřeného, do kterého žádné látky nevstupují a ani z něho nevystupují.
3. Živé organismy mají schopnost velmi citlivě reagovat na podněty z prostředí a do určité míry se podmínkám prostředí přizpůsobovat - dráždivost.
4. Živé systémy se rozmnožují. Mají schopnost přenášet znaky a vlastnosti na potomstvo - dědičnost.
5. Živé systémy se neustále dlouhodobě přizpůsobují měnícím se podmínkám, vyvíjejí se a prodělávají vývoj zpravidla stále směrem k vyšší organizovanosti.

2.1.2 Podmínky existence života

S největší pravděpodobností může život existovat pouze v podobné formě, jako ho známe z povrchu naší planety. Musí to být život založený na sloučeninách prvku uhlíku, protože žádný prvek kromě uhlíku není schopen tvořit tak složité a velké molekuly, které by svou rozmanitostí struktury mohly být nositeli základních životních funkcí. Proto prostředí pro život musí být takové, aby fyzikální a chemické podmínky umožňovaly vznik stabilních sloučenin uhlíku schopných látkové výměny. Jde o tyto podmínky:

1. přítomnost hlavních biogenních prvků, zvláště uhlíku,
2. přítomnost vody,
3. přiměřenou teplotu mezi 0 - 100 °C, při které jsou sloučeniny uhlíku stabilní a voda tekutá (v pevném stavu a při nízkých teplotách nejsou sloučeniny uhlíku schopny chemických přeměn a při vysokých teplotách se rozkládají),
4. přítomnost plynů (atmosféry) nejen jako zdroje biogenního materiálu, nýbrž i jako faktorů udržujícího svým tlakem vodu v tekutém stavu (BUMERL a kol., 1985).

2.2 Přizpůsobení, adaptace

Naši planetu obývá velké množství nejrůznějších druhů organismů, jejichž počet jen těžko odhadneme. Biologové dosud popsali nebo pojmenovali pouze část z nich. Organismy se od sebe liší nejen velikostí, tvarem těla a barvou, ale také způsobem života, tj. vazbou na okolní prostředí. Rozličné rostliny rostou na různých půdách, jiní živočichové žijí v mořské vodě, jiní na souši nebo v bažinách či jeskyních. Některé organismy mohou přežít, rozmnožovat se a zanechat potomstvo jen v určitých podmínkách, v jiných však ne.

Hovoříme o tom, že některé podmínky jsou pro organismy vhodné a jiné nevhodné. Tím způsobem jsou organismy svému okolí *přizpůsobeny*, neboli jsou na podmínky v okolí *adaptovány*.

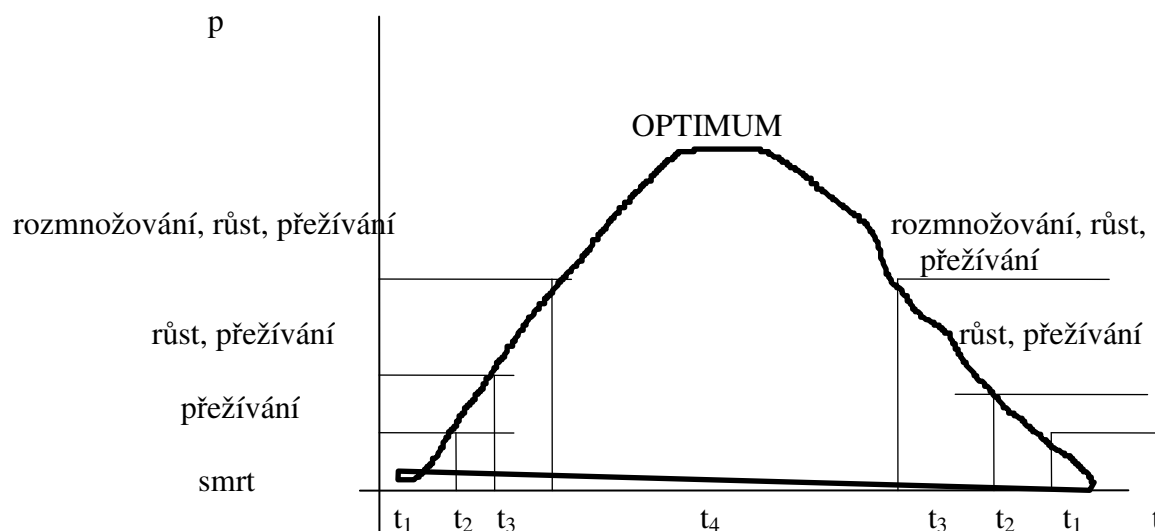
Adaptací rozumíme přizpůsobení podmínkám, s nimiž byl určitý druh ve styku v minulosti.

Obrázek ukazuje životaschopnost určitého druhu v závislosti na vybraném faktoru prostředí (teplota) a rozpětí jeho adaptace. V rozmezí, na něž je druh přizpůsoben, dochází nejen k potřebnému růstu, ale i k rozmnožování. Mimo hranice přizpůsobení druh buď hyne, nebo přežívá pouze v podobě semen, spor, popř. upadá do zimního nebo letního spánku.

Adaptace je tedy každé přizpůsobení umožňující organismu existovat za podmínek daných v minulosti v jeho stanovišti tak, že má co největší užitek z živin a energie, které jsou tam dosažitelné. Je zároveň nejlépe chráněn před nepřáteli a nepřízní klimatu (BRANIŠ, 1999).

Obrázek 1: Adaptace organismů k tepelným podmínkám prostředí

t - teplota; t_1 - teplota nevhodná pro život; t_2 - teplota únosná pro přežití; t_3 - teplota vhodná pro růst a přežití; t_4 - teplota optimální pro přežití, růst i rozmnožování; p - životní projevy organismu (podle BRANIŠE, 1999)



2.3 Přírodní výběr a domestikace

„Když jsem se jako přírodovědec plavil na lodi Beagle, silně na mě působily některé skutečnosti v rozšíření rostlin a živočichů Jižní Ameriky a geologické doklady o vztazích dnešních a minulých obyvatel na tomto světadílu. Zdá se, že tato fakta vrhají trochu světla na původ druhů - onu nejzáhadnější záhadu, jak se vyjádřil jeden z našich největších filozofů. Po návratu domů mě v roce 1837 napadlo, že by se trpělivým shromažďováním a zohledňováním všech druhů faktů, které s touto otázkou asi souvisejí, snad našlo nějaké vysvětlení. Po pětileté práci jsem si dovilil tento problém promyslet a načrtnout pár krátkých poznámek. Ty jsem v roce 1844 rozšířil do předběžných závěrů, které se mi tehdy zdály pravděpodobné. Od té doby až do dneška jsem tento problém vytrvale sledoval dál.“

Charles Darwin

*Z knihy O původu druhů cestou přírodního výběru
aneb zachování zvýhodněných odrůd v boji o život
1859 (LEAKEY, 1989)*

2.3.1 Charles Darwin a jeho dílo

Kniha *O původu druhů cestou přírodního výběru aneb zachování zvýhodněných odrůd v boji o život* byla v den jejího vydání v roce 1859 úplně vyprodána. Za Darwinova života vyšla celkem šestkrát.

Od svého prvního vydání se tiskla neustále a byla přeložena asi do třiceti jazyků. Ačkoli je *Původ druhů* především klasické vědecké dílo, byl napsán pro obecně vzdělaného čtenáře Darwinovy doby a jako takový má jedinečné postavení v literatuře vyšlé z tvůrčí vědecké představitosti..

Byla to důležitá kniha v Darwinově době a zůstává takovou dodnes, protože vývojová teorie je základním kamenem moderní biologie a *Původ druhů* tvoří základ této teorie.

Nicméně Darwin nebyl první, kdo se domníval, že druhy rostlin a zvířat se mohou měnit v čase. V pozdních letech 18. století Darwinův dědeček Erasmus Darwin popsal podstatu vývoje a krátce nato v roce 1809 francouzský přírodovědec Jean Baptiste de Lamarck uveřejnil knihu *Philosophie zoologique*, obsahující jeho vlastní úvahy o proměnlivosti biologických druhů. Ve skutečnosti sám Charles Darwin zaznamenal ne méně než dvacet předchůdců, kteří psali o různých stránkách evoluce. Přece však právě od Darwina se odvozuje moderní vývojová teorie. Proč? Můžeme udat dva hlavní důvody. Předně Darwin trpělivě a systematicky prošel všechny druhy důkazů vztahujících se k tomuto tématu. Jako mladý muž strávil pět plodných let ve funkci přírodopisce na lodi Jeho Veličenstva *Beagle* (1831 - 1836). Během dlouhé cesty kolem světa se z Darwina stal vynikající vědec, neustále pozorující, sbírající a přemýšlející o mnoha geologických a biologických jevech, s nimiž se setkával. Už v roce 1837 začal pochybovat, že druhy jsou stálé a neměnné, a ačkoli byl od roku 1837 do roku 1859 zaneprázdněn mnoha vědeckými činnostmi, otázku původu druhů, kterou vědci jeho doby nazývali záhadou všech záhad, měl neustále před očima. Během těchto let mnoho četl, mnoho přemýšlel a dělal mnoho pečlivých pokusů. Výsledkem toho je *Původ druhů* - dílo pozoruhodné šíře a hloubky.

Za druhé byl Darwin schopen předložit na vysvětlení, jak se druhy mohou měnit, jasný mechanismus: **přírodní výběr**. Darwin narazil poprvé na myšlenku přírodního výběru v roce 1838 po přečtení Pojednání o zákonitostech populace od Thomase Malthuse, kněze a politického ekonomy začátku 19. století. Malthus se především zabýval lidskými populacemi, ale zdůrazňoval obecný princip přírody, že živé organismy plodí více potomků, o nichž se nemůže normálně předpokládat, že přežijí do dospělosti, kdy jsou schopni se rozmnožovat. Dub plodí ročně stovky žaludů, pták může během svého života vysedět několik tuctů mláďat a losos klade ročně tisíce vajíček, z nichž každé se potenciálně může stát dospělcem. Navzdory této mohutné rozmnožovací schopnosti mají dospělé populace sklon zůstat od generace ke generaci počtem stabilní.

V roce 1858 objevil nezávisle princip přírodního výběru přírodovědec Alfred Russel Wallace. To podnítilo Darwina k uveřejnění svých vlastních teorií. Wallace vždycky uznával Darwina jako prvního objevitele přírodního výběru. Přestože pevně věřil v evoluci, na rozdíl od Darwina tvrdil, že lidský rozum nemohl vzniknout evolučním procesem.

2.3.2 Průmyslový melanismus

V průmyslových oblastech Británie se zvýšila frekvence černých neboli melanických mutantních forem můry, která se jmenuje drsnokřídlec březový (*Biston betularia*). Černý mutant byl v době svého objevení v roce 1849 velmi vzácný, ale na konci 19. století byl nejběžnější formou v silně zprůmyslněných oblastech kolem Manchesteru a Liverpoolu. Základní forma má stříbřitě bílá křídla s černými skvrnami, což bylo původní dobré maskování proti hmyzožravým ptákům, když hmyz během dne spočíval na kmenech stromů pokrytých lišejníky. Vlivem znečištění vzduchu průmyslem odumřely lišejníky a kmene stromů zčernaly sazemi, což způsobilo, že melanická forma byla lépe skrytá než světlá forma. Světlá forma byla častější obětí kořistníků než melanická forma, což postupně vedlo k vyššímu počtu mutantů a nižšímu počtu původního typu. Podobná reakce na znečištění byla od té doby pozorována u mnoha různých druhů můr a jiného hmyzu a některých pavouků. Průmyslový melanismus, jak je tento jev nazýván, byl také nalezen v některých částech Severní Ameriky a v kontinentální Evropě, jmenovitě v Porúří v Německu. Po zavedení zákonů na ochranu ovzduší v Británii se melanické formy staly vzácnějšími, než byly dříve, a světlé formy jsou v některých oblastech častější.

Vznik melanické formy u drsnokřídlece březového je jedním z nejlepších příkladů, které máme pro evoluci vznikající kombinací proměnlivosti a přírodního výběru při změněném prostředí. Je ironií, že tento případ přírodního výběru - jako důkaz, který Darwin potřeboval - probíhal již v době, kdy už bylo několik vydání *Původu druhů*, avšak v té době si toho nikdo nevšiml (LEAKEY, 1989).

2.3.3 Přírodní výběr, domestikace a genetické inženýrství

V dlouhé historii vývoje organismů se podmínky měnily postupně nebo náhle. Organismy, které nebyly schopny se přizpůsobit, vyhynuly. Naopak ty, které změnu podmínek snášely, dále rostly a množily se. Stálý tlak prostředí, za něhož vývoj organismů probíhala a probíhá, je nazýván přírodním výběrem (viz výše). Změny v prostředí jsou hlavním hnacím motorem vývoje.

Všechny organismy, které dnes na Zemi žijí, se nevyvíjely pouze pod vlivem a tlakem přírodních faktorů. Do přirozeného vývoje a výběru zasáhl před více než deseti tisíci lety i člověk. Od okamžiku, kdy začal chovat domácí zvířata a pěstovat kulturní plodiny, vybíral vhodné druhy k rozmnožování a měnil záměrné podmínky jejich života. Zpočátku se snažil pouze vyloučit některé nepříznivé vlivy prostředí. Za sucha rostliny zavlažoval, půdu hnojl a vytrhával konkurenční rostliny - plevel. V době nedostatku příkrmoval ochočená zvířata uskladněnou potravou, vybudoval stáje pro případ nepřízně počasí a zabíjel šelmy, které jeho stáda ohrožovaly. Po nějakém čase začal člověk *vědomě šlechtit - křížit vhodné jedince*.

Proces, při kterém člověk záměrně mění podmínky vývoje, růstu a života některých organismů, se nazývá **domestikace**.

Schopnost ovlivnit vývoj je patrná např. na množství plemen psů. Několik druhů divokých psů, mezi něž patří i vlk a šakal, bylo během asi deseti tisíc let vyšlechtěno v několik desítek a možná stovek plemen, které by se v přírodě bez zásahu člověka nikdy nevyvinuly a patrně mnoho z nich by nikdy přirozené podmínky nepřežilo. Totéž platí i pro další domácí zvířata jako jsou ovce, skot, holubi apod. I desítky až stovky různých odrůd pšenice byly vyšlechtěny pravděpodobně z jednoho nebo několika málo druhů planě rostoucí rostliny.

Nepřirozený výběr organismů vrcholil v posledních několika desetiletích schopností člověka přímo zasahovat do genetické informace nesené v nukleových kyselinách buněčného jádra. Složitými laboratorními postupy lze vkládat do jader buněk bakterií i vyšších organismů nové geny, které umožňují produkci žádaných látek nebo změny vlastností šlechtěných druhů.

K rozmnožování savců bylo až donedávna nezbytné splnutí samčích a samičích pohlavních buněk. Při **klonování** je ale vývoj embrya uměle vyvolán v neoplozené vaječné buňce (*oocytu*), která byla zbavena vlastního jádra, na jehož místo bylo vpraveno jádro tělesné (*somatické*) buňky. Genetická výbava takto vzniklého jedince je totožná s genetickou výbavou dárce jádra somatické buňky. Zatím se v experimentu podařilo klonováním rozmnožit ovce, skot a několik dalších druhů laboratorních savců.

Manipulaci s genetickým materiálem v jádře organismů nazýváme **genetické inženýrství**.

2.3.4 Vlastnosti domestikovaných živočichů

Domestikovaní živočichové - domácí zvířata - mají v porovnání se svými divoce žijícími příbuznými některé odlišné vlastnosti. Z praktického hlediska musíme však rozlišovat mezi „domácími“ a „laboratorními“ zvířaty. Za **domácí** v užším slova smyslu považujeme ta zvířata, která byla vyňata z přírody a prošlechtěna pro bezprostřední využití celou společností. Během vývoje různých lidských civilizací bylo u většiny domácích zvířat dosaženo vlastností důležitých pro lidské hospodářství, ochranu, transport a komunikaci, z vojenských nebo estetických důvodů. Toto historické hledisko považujeme za určující.

Za **laboratorní** budeme považovat zvířata, jež se primárně chovají pro účely laboratorního výzkumu a rutinní laboratorní práce, a to především v lékařství, farmakologii a experimentálních biologických oborech. Nemusí to být vždy zvířata domestikovaná.

Domácí zvířata

1. mají relativně menší mozek a méně dokonalé smyslové orgány;
2. jsou daleko variabilnější než původní divoké druhy - velikostí, zbarvením, morfologickými a fyziologickými znaky apod.;

3. nezachovávají znaky poddruhů svých předků, i když byla v četných případech domestikována nezávisle na různých místech a z různých divokých populací;
4. ztrácejí plachost vůči člověku;
5. mají zvýšenou reprodukční schopnost.

Zdaleka nejdůležitější domácí zvířata jsou mezi savci. Počátky jejich chovu sahají do neolitu (mladší doby kamenné) a hlavní domestikační centra se kryjí s oblastmi nejstarších civilizací. Úsilí o šlechtění savců je v dnešní době nejvyšší. Vedle výběru jedinců s požadovanými znaky se při něm uplatňují např. hybridizační metody, na základě poznatku, že kříženci potřebnými znaky a vlastnostmi často předčí své rodiče. Důležitou pomůckou pro dosažení chovatelských cílů je mj. umělé oplodnění - inseminace, jež umožňuje přesnou kontrolu rodičovského výběru, jednak zvýšení plemenných možností (GAISLER, 1983).

2.4 Konvergence a divergence

Mohlo by se zdát, že pro každý typ prostředí (např. sladkovodní, mořské, ovzduší, půda) nebo určitý rozsah podmínek prostředí (nízké teploty, vysoký tlak), existuje vždy jeden nejlépe přizpůsobený druh. Vývoj organismů ukazuje, že k podobným podmínkám mohou být přizpůsobeny i velmi vzdálené druhy (viz obrázek). Přizpůsobení různých druhů organismů jednomu typu prostředí říkáme **konvergence**.

Naopak jeden druh se může během vývoje rozdělit na několik druhů, nabízejí-li podmínky jednoho stanoviště mnoho možností, jak se uživit, najít úkryt, vyhnout se nepřítelům, a tak přežít. Takové rozdělení - **divergenci** jednoho druhu ukázal již v 19. století Charles Darwin na pěnkavách z ostrovů Galapágy. Jeden druh, který se na ostrov dostal z pevniny, dal vzniknout semenožravým, hmyzožravým i všežravým typům (viz obrázek) (BRANIŠ, 1999).

Ke konvergenci a divergenci viz obrázky „Konvergence tvaru těla u vodních organismů“ (*paryba, plaz, savec, pták*) a „Divergence Darwinových pěnkav na Galapágách“.

3. Podmínky života v přírodě

3.1 Abiotické vlivy

3.1.1 Ekologické faktory ovzduší

Pro život suchozemských organismů má bezprostřední význam přízemní vrstva atmosféry. Její mocnost je proměnlivá a kolísá v rozmezí 8 - 12 km podle zeměpisné šířky a roční doby.

Chemické složení vzduchu je poměrně stálé s výjimkou obsahu vody a znečištění. Obsah vody kolísá v rozmezí 0 - 4 % a klesá s nadmořskou výškou. Základními plynnými složkami jsou dusík a kyslík, které dohromady činí 99 % čistého a suchého vzduchu. Ostatní plyny se vyskytují v nepatrných až stopových množstvích a dohromady činí zhruba 1 %.

Průměrné složení čistého suchého vzduchu v %:

Plynná složka	%
dusík	78,084
kyslík	20,948
argon	0,934
oxid uhličitý	0,0314
neón	0,0018
hélium	0,000524
krypton	0,000114
xenon	0,000087
vodík	0,00005
NH ₄	0,002
N ₂ O	0,00005
ozón v zimě	0,000002
ozón v létě	0,000007
SO ₂	0,0001
NO ₂	0,000002
NH ₃	stopy
CO	stopy
jód	0,000001

3.1.2 Mimoszemské záření

Mimoszemské záření činí 99,98 % veškeré energie dopadající na zemský povrch; 0,02 % připadají na geotermální teplo přicházející z nitra Země. Ze širokého spektra záření nás

z hlediska ekologického může zajímat: záření radioaktivní (méně než 3 nm), které na organismy působí somaticky (zastavuje mitózu a brzdí růst rychle se množících tkání) a geneticky (narušuje vazby mezi DNK a bílkoviny, a tak je příčinou hynutí buněk; je pravděpodobně také příčinou mutací). Záření ultrafialové (3 - 400 nm) je biologicky různě účinné. Zatímco rozsah nad 260 nm má malou biologickou účinnost (v rozsahu 280 - 320 nm působí při tvorbě vitamínu D₃ a histaminu, ničí organismy a vyvolává zčervenání pokožky), ve vlnovém rozsahu pod 260 nm má letální účinky a způsobuje hynutí rostlin a živočichů. Podíl UV záření na celkovém záření činí při zemském povrchu jen několik desetin procenta. UV záření vzniká chemickou aktivitou a je pohlcováno kyslíkem při vzniku ozónu ve výškách atmosféry kolem 25 km, což pro zachování života na Zemi má mimořádný význam.

Viditelné záření (360 - 760 nm) je vnímáno lidským okem, přenáší světlo a teplo a činí asi 48 % slunečního záření. Záření infračervené (760 nm - 400 μm, označované též jako tepelné), se v atmosféře nejméně rozptyluje, ale nejvíce pohlcuje. Přenáší zhruba 50 % veškerého záření. U živočichů a člověka se projevuje tepelnými účinky a ovlivňuje jejich termoregulační mechanismy. Toto záření o vlnové délce nad 300 μm neprochází sklem (skleníkový efekt).

Význam záření radioaktivního, infračerveného, viditelného a ultrafialového pro živé organismy je obecně již dosti známý. Nelze to však říci o záření kosmickém (10⁻¹⁰ - 10⁻¹² cm), které k nám přichází ze vzdálených míst ve vesmíru (má účinky mutagenní). Sestává z protonů neobyčejně vysokých energií, z malého množství jader hélia a ze stopových množství atomových jader jiných prvků. V biosféře je intenzita kosmického záření malá, ale má velký význam pro pobyt člověka ve vesmíru a při jeho letech ve vysokých výškách kolem Země. V organismech vyvolává změny somatické (krevní choroby, zhoubné nádory apod.) a genetické (mutace).

Zemský povrch odráží zpět do vesmíru asi 35 - 43 % dopadajícího záření (tzv. odrazivost neboli albedo Země).

Množství dopadající energie značně kolísá v závislosti na délce dne, úhlu dopadu, délce dráhy slunečních paprsků a propustnosti atmosféry. Vedle přímého záření (insolace) působí na organismy i světlo difúzní, rozptýlené, které vzniká zčásti rozptylem od plynných molekul (blankytně modrá obloha) a zčásti také od pevných částic ve vzduchu (bělavá až šedá obloha ve znečištěném ovzduší).

3.1.3 Biologické rytmy

Podobně jako rostliny vykazují často pravidelné kolísání svých životních projevů, také živočichové se v určitou dobu rozmnožují, v jinou stěhují nebo zvyšují zásoby tuku v těle a upadají do zimního spánku, jindy línají nebo pelichají apod. Tyto jevy se pravidelně opakují v určitou roční dobu, i když se zcela přesně nemusí krýt s kalendářní dobou a mohou být z různých příčin uspíšeny nebo opožděny. Pravidelné oscilace navozené různými faktory označujeme jako biologické rytmy.

Zvláště výraznou sezónní periodicitu biologických jevů v závislosti na světle mají živočichové žijící v mírném až polárním pásmu, kde se den zkracuje nebo prodlužuje a navíc se střídá teplé období se studeným. V tropických oblastech se délka dne nemění a funkci časovače zde přebírá teplota a vlhkost. Zvláště v oblastech, kde se střídá období sucha (léto) s obdobím dešťů (zima), se všechny projevy živočichů zintenzivňují v období dešťů, kdy je v prostředí dostatek srážek a vysoká vlhkost (LOSOS a kol., 1985).

Přizpůsobení organismů a načasování nejrůznějších projevů a jejich soulad s planetárním časem označujeme jako „biologické hodiny“. Hlavními cykly jsou sezónní cykly a denní cykly (čtyřiařicetihodinové).

Za sezónní cykly považujeme čtyři roční období nebo také období dešťů a sucha. Odpovídajícím rytmem v životě organismů může být kvetení rostlin a zrání jejich semen nebo plodů v určitém ročním období, nebo podzimní stěhování ptáků z našich zeměpisných šířek na jih a jejich návrat na počátku jara. Druhým typem rytmu může být migrace obrovských stád afrických býložravců do savan po období dešťů a jejich cesta zpět před začátkem období sucha. Obdobný rytmus je patrný také u zvířat, která hibernují - přecházejí ve spánku nepříznivé zimní období (jezevec, křeček, sysel, ježek apod.).

Denní cykly mohou být vyvolány nejen světlem, ale i změnami teploty, vlhkosti a jiných faktorů, jsou-li dostatečně pravidelné. Denní cyklus je typický pro řadu rostlin. Otvírají květy ve dne, kdy jsou aktivní opylovači, kteří přenášejí pyl, a uzavírají je na noc. Rostliny a živočichové nerozeznávají pouze rozdíl mezi dnem a nocí, ale také délku slunečního dne. Mnoho vyšších rostlin kvete za dlouhého dne, v pozdním jaru a v létě (pelyněk, bodlák) a jiné zase za krátkého dne, brzy na jaře (prvosienky, podléšky, dymnivky), či na podzim (ocúny).

Ostatní cykly. Schopnost reagovat na pravidelný cyklus osvitlu sluncem (fotoperiodicita) nemusí být jediným příkladem rytmů v přírodě. Mořští živočichové a rostliny žijící v příbojové zóně u břehů velmi citlivě reagují na střídání přílivu a odlivu. Například slávka jedlá, jeden z nejhojnějších mlžů skalnatých pobřeží, uzavírá při odlivu své lastury a dokáže přežít na suchých kamenech a útesech mimo vodu až do přílivu, kdy lastury opět otevírá (BRANIŠ, 1999).

3.1.4 Teplota

Život většiny organismů je omezen teplotou. Životní pochody mohou podle dosavadních poznatků probíhat v teplotním rozsahu asi od -200 do +300 °C. Většina organismů však snáší teplotní rozdíly jen v určitém omezeném rozsahu, asi -50 až +50 °C. Bakterie, které žijí v hloubkách oceánů při ústí horkých pramenů o teplotě až 300 °C, nejsou schopny života v chladných vodách. Pstruzi z bystřin a potoků nemohou přežívat v teplých vodách středních a dolních toků řek.

Někteří živočichové upadají na zimu do spánku a tráví tuk ze svých podkožních zásob. Takový způsob přežití v zimě se nazývá hibernace. Přežití vysokých teplot v letním období v úkrytu ve stavu klidu, tzv. letní spánek, se nazývá estivace. Reakcí na změny teploty prostředí je i stěhování ptáků na zimu do teplejších oblastí. Řada rostlin přežívá nepříznivé teplotní podmínky v podobě semen, oddenků, hlíz nebo cibulek. Některé rostliny mají v listech nemrznoucí látky a přecházejí mírné mrazy bez úhony (pórek, růžičková kapusta).

Podle schopnosti reagovat na změny vnější teploty změnami teploty těla lze rozdělit živočichy na dvě skupiny. Na homoiotermní - teplotkrevné, kteří jsou schopni i při výkyvech vnější teploty udržovat relativně stálou tělesnou teplotu, a na poikilotermní - studenokrevné, jejichž vnitřní teplota je při vnějších změnách nestálá. Teplotkrevní živočichové jsou obvykle schopni regulovat teplotu vytvářením tepla díky vlastním metabolickým procesům. Mezi teplotkrevné živočichy patří savci a ptáci, ke studenokrevným patří všechny ostatní skupiny živočichů - hmyz, ryby, plazi obojživelníci atd. Ve skutečnosti není toto rozdělení zcela přesné. I mezi studenokrevnými se nacházejí druhy, které mohou do značné míry vnitřní teplotu regulovat tím, že po určitou omezenou dobu vytvářejí teplo vnitřními metabolickými

procesy (některý létající hmyz, jako vážky a včely). Naopak i mezi ptáky a savci jsou druhy, které po určité období nevyužívají vnitřních procesů k udržování stálé teploty (např. netopýři při odpočinku v chladnu výrazně snižují teplotu těla, a šetří tak energetické zásoby metabolismu).

Přizpůsobení se různým teplotám je patrné u některých příbuzných nebo podobných druhů savců (například lišky). Ekologové zjistili, že jedinci žijící v chladnějších oblastech mají menší tělesné výběžky (uši) i končetiny, než jejich příbuzní nebo podobní z teplejších oblastí. Tato skutečnost se nazývá Allenovo pravidlo. Pro některé druhy, ale v omezenější míře než Allenovo pravidlo, platí, že jedinci nebo příbuzné druhy žijící v chladu jsou větší než jejich protějšky z teplejších oblastí - Bergmannovo pravidlo. Obě pravidla vysvětlují tělesné změny tím, že druhy žijící v chladnějších krajinách vyzařují méně tepla díky menšímu tělesnému povrchu v poměru k objemu těla než jejich protějšky žijící v teplejších krajinách (BRANIŠ, 1999).

Pravidlo Glogerovo říká, že v teplejších (a vlhčích) oblastech jsou někteří teplokrevní živočichové tmavší než jejich příbuzné formy žijící v sušších a chladnějších oblastech. Podél úpatí Himálaje světleji zbarvené populace pralesních timálií, lejsků, pěnic, strdimilů a také veverek, jiných hlodavců, některých poloopic a dalších žijí v západních oblastech se sníženým množstvím srážek a nižší vlhkostí vzduchu. Naopak ve východních oblastech s vysokými srážkami a vysokou vlhkostí vzduchu, jako je tomu v Asámu, Barmě, se vyskytují zřetelně tmavší populace týchž druhů. Tygři žijící na Sibiři jsou také světlejší než tygři z pralesa na jihu Asie.

Jordanovo pravidlo. Určuje vztahy tělesných znaků ryb kostnatých k teplotě vody. V teplejších vodách mají některé druhy ryb nižší počet obratlů než jejich příbuzné formy žijící ve vodách chladnějších (LOSOS a kol., 1985).

3.1.5 Proudění vody a vzduchu

Voda a ni ovzduší nejsou téměř nikdy v klidu. U obou těchto typů prostředí musíme vždy uvažovat o vlivech proudění. Mnohé druhy živočichů i rostlin jsou přizpůsobeny tvarem těla k životu v silném proudu, jiné jsou adaptovány na podmínky v klidném prostředí. Pro mnoho druhů rostlin je proudění vzduchu nezbytné k rozšiřování jejich semen nebo spor. Opylování mnoha rostlin je zprostředkováno větrem (vrby, lísky, topoly, trávy).

3.1.6 Voda

Život vznikl pravděpodobně v moři, protože všechny důležité fyziologické funkce organismů jsou vázány na vodní prostředí. Vodu v různém množství obsahují všechny buňky, tkáně a orgány. Organismy se od sebe liší i vztahem k přítomnosti vody ve vnějším prostředí. Rozeznáváme rostliny suchomilné, mokřadní a vodní. Bez přítomnosti vody nebo vlhka by nepřežili obojživelníci, neboť kladou vajíčka do vody, kde se vyvíjejí i jejich larvy. Naopak mnozí plazi vyžadují k životu spíše suché podmínky. Voda je pro život organismů významným faktorem také v podobě srážek a vzdušné vlhkosti. Tropicke deštné lesy rozšířené v oblastech Afriky, Asie, Jižní Ameriky i Austrálie jsou typickým příkladem vegetace, která vyžaduje stálé deště a vysokou vlhkost vzduchu.

3.1.7 Ostatní abiotické vlivy

Vyjmenovali jsme si nejzákladnější abiotické vlivy prostředí. K těm ostatním, avšak neméně důležitým pro ovlivňování života organismů v přírodě můžeme počítat zejména chemické vlivy - obsah chemických látek v prostředí. K chemickým vlivům lze počítat i látky, které se v prostředí přirozeně nevyskytují nebo se vyskytují v nižších koncentracích, popř. v jiných poměrech a formách. Vzroste-li jejich koncentrace následkem činnosti člověka, pak tyto látky považujeme za škodlivé, znečišťující.

Abiotických faktorů prostředí je dále celá řada: např., salinita prostředí, kyselost, tlak vzduchu, teplota vzduchu a vody, hydrostatický tlak, povrchové napětí, viskozita vody, hustota vody, vlivy počasí a klimatu atd. atd.

3.2 Biotické vlivy

3.2.1 Ekologická nika

Soubor veškerých faktorů, které určitý organismus využívá, v nichž žije, roste, rozmnožuje se a udržuje životaschopné potomstvo (světlo, teplota, typ půdy, potrava, dostatek prostoru), nazýváme životními podmínkami. Každý organismus ovšem nevyžaduje jenom určitý typ prostředí, ale také určité rozpětí jednotlivých faktorů (rozsah teplot, velikost potravy, koncentrace živin, rozpětí vlhkosti atd.).

Ekologové celý tento soubor podmínek, typický pro jeden konkrétní druh, nazývají ekologická nika. Ekologická nika není pouze typické stanoviště, na němž určitý druh žije, ale je také typ potravy, kterému dává tento druh přednost, popř. i denní nebo roční doba, v níž se jedinci druhu na určitém stanovišti vyskytují, živí se a rozmnožují.

V africké savaně žijí na stejném stanovišti (území) jak různé druhy antilop, tak i žirafy. Obě skupiny však mají rozdílnou ekologickou niku, neboť antilopy spásají traviny a žirafy listy stromů. Vír a jestřáb se vyskytují ve stejných místech lesa. Důležitou složkou potravy obou druhů jsou menší ptáci, které jestřáb loví ve dne, ale vír v noci. Ekologickou nikou jestřába je stejný les, částečně stejná potrava, ale jiná denní doba lovu. Na stejném místě skalního útesu nalezneme kvést na jaře tařici skalní a v létě netřesky. Rozdílná je roční doba výskytu rozmnožovacích orgánů - květů.

Určitá ekologická nika není obvykle vyhrazena pouze jedinému druhu. Niky se mohou překrývat, tj. dochází k tzv. překrývání ekologických nik. A tak se na louce ve stejných podmínkách vyskytuje několik druhů trav a jiných bylin, které rostou, kvetou a uvolňují semena v jednu dobu. Jestřáb a krahujec mohou hnízdit v jednom lese a lovit stejné druhy ptáků, káně a poštolka mohou na stejném poli lovit stejné druhy hlodavců. Jejich niky se tedy překrývají. V obou případech se ale menší z uvedených dvojic ptáků (krahujec a poštolka) živí menší kořistí a překrytí nik není velké. Druhy, jejichž ekologické niky se překrývají, si při získávání živin nebo potravy konkurují.

4. Jedinec, druh, populace

Než se budeme zabývat biotickými vlivy, tj. zejména vztahy mezi organismy, je třeba vysvětlit (ostatně jako v celé ekologii) několik základních pojmů a naučit se rozlišovat jejich význam

4.1 Jedinec v přírodě

Základní ekologickou jednotkou, která vstupuje do konkrétních vztahů s okolními podmínkami a živými organismy, je určitý jedinec, tj. jeden živočich, jedna rostlina, bakterie, houba apod. Na okolních podmínkách a na schopnostech tohoto jedince záleží, zda bude mít dostatek potravy, úkrytu a partnerů pro přežití a rozmnožování. Každý jedinec má svůj metabolismus, nese v rozmnožovacích orgánech svou genetickou informaci a využívá určitá množství energie a živin.

4.2 Biologický druh

Jedince, kteří mají shodnou genetickou výbavu, tj. stavbu těla, metabolické pochody, podobné nároky na potravu a úkryt, jimž je společná ekologická nika a při rozmnožování dávají vznik plodnému potomstvu, označujeme jako druh.

Některé druhy jsou si příbuzné, mají společné předky, jiné jsou vývojově velmi vzdálené. Vždy je však způsob života pro všechny jedince určitého druhu typický. Druh tedy můžeme jednoduše definovat jako *soubor sobě podobných jedinců, kteří tuto svou podobnost (tělesnou i metabolickou) předávají z generace na generaci* (BRANIŠ, 1999).

K označení druhu použil Linné dvě jména - rodové a druhové, která jsou buď původu latinského nebo řeckého a vyjadřují morfologické, fyziologické nebo užitkové znaky živočicha, popř. rostliny. Za vědecké označení druhu se připisuje zkratka autora, který druh poprvé popsal nebo pojmenoval (u méně známých autorů se připisuje celé jméno), např. *Cervus elaphus* L. - jelen evropský. Vědecké jméno se píše kurzívou nebo podtržené.

Systematické jednotky jsou: druh, rod, čeleď, řád, třída, kmen, říše.

K přesnějšímu zatřídění se používají ještě podskupiny nebo nadskupiny - podříše, podkmen, nadtřída, podtřída apod. Také druh se dělí na nižší kategorie. Pro dědičně trvalou odchylku mezi jedinci téhož druhu se používá označení poddruh. Nižší označení je forma a barevná odchylka.

Příklady systematického zařazení:

Druh	- včela medonosná	<i>Apis mellifica</i> L.
Rod	- včela	<i>Apis</i>
Čeleď	- včelovití	<i>Apidae</i>
Řád	- blanokřídlí	<i>Hymenoptera</i>
Třída	- hmyz	<i>Insecta</i>
Kmen	- členovci	<i>Arthropoda</i>
Říše	- živočichové	<i>Animalia</i>

(KUČERA a kol., 1984).

Druh	- buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i> L.
Rod	- buk	<i>Fagus</i>
Čeleď	- bukovité	<i>Fagaceae</i>
Řád	- bukokvěté	<i>Fagales</i>
Třída	- dvouděložné	<i>Dicotyledonopsida</i>
Oddělení	- krytosemenné	<i>Angiospermophyta</i>
Říše	- rostlinná	<i>Regnum vegetabile</i>

(MERGL a kol., 1984)

Autochtonní druh vznikl na daném místě, tj. vyskytuje se na daném místě přirozeně, podmínky jsou zde pro něj optimální, v neřízené konkurenci mezi druhy vítězí před druhy nepůvodními. Např. smrk ztepilý je autochtonní v horských oblastech, kde je nepůvodní dub letní. Původní, autochtonní, na území našeho státu (tj. v přírodních podmínkách zde převládajících) je například dub letní, ale nikoli dub červený, který je původem z USA. Takový druh pak nazýváme introdukovaný, dovezený, zavlečený.

Indikátorový druh (nezaměňovat se slovem „introdukovaný“!) slouží jako ukazatel zvláštností prostředí, odlišující jedno společenstvo od druhého. Jeho přítomnost je signálem biologicky významné změny v prostředí (REJMERS, 1985). Příkladem může být výskyt lišejníku terčovky bublinaté v oblastech Šumavy, kde je relativně čisté ovzduší. V oblastech s ovzduším znečištěným se terčovka bublinatá nevyskytuje. Dalšími mnoha příklady ukazatelů obsahu nějakých látek v půdě jsou tzv. stanovištní rostliny. Slouží v lesním hospodářství k určení kvalit stanoviště, obsahu živin a dalších látek apod. a významně pomáhají v hospodářském rozhodování lesníka – jaké dřeviny použít k výsadbě apod. Nároky stanovištních rostlin lze porovnat s ekologickými nároky dřevin. Podle výskytu na určitých typech stanovišť vznikly tzv. ekologické skupiny rostlin (ESR).

Pionýrský druh jako první osidluje živými organismy neobsazené části zemského povrchu (přirozeného i antropogenního původu).

Synantropní druh je takový, který našel pro sebe příznivé podmínky života v blízkosti lidských sídlišť, což jej svázalo s lidskou činností. Takovými druhy jsou například vlaštovka obecná, vrabec domácí atd. Nejedná se o domácí zvířata!

Reliktní druh se uchoval v nějakém místě jako tzv. „živá fosilie“, památka na minulá geologická období. U nás se často hovoří o reliktech glaciálních, což jsou druhy, které se v Krkonoších (zejména) vyskytují jako pozůstatky zalednění severským ledovcem.

Další druhy jsou například ohrožený, vymírající, vymizelý, vzácný apod. Druh škodlivý způsobuje člověku hospodářské škody nebo vyvolává nemoci. Je to relativní pojem: druh může v určitém čase být nežádoucí na určitém území, ale užitečný na jiném, může hrát negativní roli při velké početnosti a při střední či nízké vysloveně pozitivní.

4.3 Populace organismů

Skupina jedinců jednoho druhu, kteří žijí (rostou) v určité době na určitém místě (v určitém prostředí) se nazývá populace. Jedinci této populace spolu přicházejí do mnoha kontaktů, ať už jde o rozmnožování, získávání živin nebo nároky na úkryt.

4.3.1 Hustota populace

Hustota populace je vlastně vyjádření počtu jedinců nějakého druhu na určitém území, případně v objemu vody apod. Jednotkami hustoty populace jsou kusy (exempláře) na hektar, metr čtvereční, litr, metr krychlový, ale i milimetr nebo centimetr čtvereční atd.

Jinou možností, jak vyjádřit mohutnost populace je zjištění tzv. biomasy. Biomasa je hmotnost organismů nebo jejich částí na podobných jednotkách plochy nebo objemu jako v předchozím případě. Jednotkami biomasy jsou tedy kg, g, t apod. na hektar, metr čtvereční apod. Například hmotnost půdních mikroorganismů je několik tun na hektar.

V některých případech se vyjadřuje též tzv. hmotnost sušiny. Ta se zjišťuje proto, aby se vyloučil vliv obsahu vody v tělech organismů. Užívá se v lesnictví, zemědělství apod., v experimentech, při porovnávání různých metod pěstování sadebního materiálu, při porovnávání hektarových výnosů při různých způsobech hnojení, pěstebních postupech atd. Jedná se především o rostliny - dřeviny nebo zemědělské plodiny, které se zváží, po určité době se vysouší při teplotě 110 °C, pak se opět váží; výsledky se porovnají. Zjištěný rozdíl mezi hmotností čerstvých rostlin a hmotností sušiny vyjadřuje hmotnost vody v tělech rostlin, dá se odvodit její procentický obsah apod.

4.3.2 Zjišťování hustoty populace

Hustota populace se dá zjišťovat a určovat různými způsoby. Těch je poměrně velké množství, proto uvedeme jen některé z nich.

Přímým sčítáním lze sledovat hustotu populace například stromů na nějaké omezené lokalitě. Další možností je přímé sčítání velkých afrických savců, které se velmi často provádí s pomocí letadel.

Metoda přímo souvisí s metodou tzv. zkusných ploch. Zkusné plochy se používají tam, kde se jedná o zjištění hustoty populace na velkém území. Jejich praktické využití je v lesním hospodářství, zemědělství apod. Jedná se o vytvoření systému plošek velikosti například 1 ar, na nichž se provede přímé sčítání (stromů, brouků, ...). Výsledky sčítání se potom pomocí matematických metod (také se používá výraz „empirických“) převedou na celou sledovanou plochu, např. hektar.

Liniová metoda (liniový transekt) byla vyvinuta ornitology pro sledování populační hustoty ptáků a pro porovnávání výsledků tohoto sledování v jednotlivých letech. Předem se připraví trasa pochůzky – linie, která se zakreslí do mapy. Na trase se asi po 300 metrech mohou stanovit pozorovací místa (*bodů, pak jde o bodový transekt*). Pozorovatel zaznamenává všechny druhy ptáků, které viděl nebo slyšel při pochůzce po trase. Aby se výsledky sledování daly porovnávat, musí se následující rok pochůzka opakovat zhruba ve stejný den a zhruba ve stejnou hodinu (nejlépe přesně). Při stanovení bodů se pozorování odehrává tak, že se nezaznamenávají druhy ptáků, které byli pozorováni při chůzi. Pozorování probíhá na místech předem určených po dobu 5 minut. Pak pozorovatel místo opustí a přechází na další.

Jinou metodou je zjišťování populační hustoty ryb – omračování pomocí elektrického agregátu. Ryby nejsou usmrceny, jen omráčeny. Celkový počet ryb nebo vodních živočichů se

potom podle matematických modelů přepočítá na celou plochu vodní nádrže (rybníka apod.) nebo na objem vody (druhy v planktonu se přepočítají třeba jen na jeden litr). Plankton lze studovat pomocí tzv. planktonní sítky.

Různé jsou metody odchytu hmyzu. V tomto směru bylo vyvinuto množství praktických metod používaných v zemědělství, lesnictví apod. V lesním hospodářství používáme lapače, sloužící zejména ke kontrole stavu hmyzích škůdců. Ve spojitosti s lapači je nutno uvést používání feromonových odparníků. Ty obsahují látky, které vydává samička například lýkožrouta smrkového a samečkové na tuto látku reagují. Látky pro feromonové odparníky byly vyvinuty uměle v šedesátých letech minulého století. Před vyvinutím syntetických feromonů se např. pro odchyt samečků motýla bekyně mnišky (*Lymantria monacha*) používala živá samička, která se k odchytovému zařízení umísťovala ve speciální klínce.

Některé druhy drobných hlodavců nebo hmyzožravců můžeme odchytávat do pastí. Pokud past živočicha usmrtí, smrt nastane během 1 – 2 sekund tlakem na břišní a hřbetní stranu zvířete. Při této metodě však zjistíme jen stav přímo odchycených živočichů a pravděpodobný počet musíme dopočítat různými matematicko-statistickými metodami. Proto se někdy používají pasti, které živočicha neusmrtí, ale můžeme jej opět vypustit do volné přírody. Nejdříve jej označujeme, odchyt se několikrát opakuje a pak lze opět matematicky výsledný stav dopočítat. Vždy se však jedná jen o nejpravděpodobnější odhad.

4.3.3 Další charakteristiky populací

Mezi ostatní charakteristiky populací počítáme ještě úmrtnost (mortalitu), množivost (natalitu).

V praxi se často využívá znalosti tzv. poměru pohlaví. U dnešních moderních chovů hospodářských zvířat i lovné zvěře, přestože jsou tyto chovy často drastické a pro živočichy nepřírodní, mnohdy z poměru pohlaví vycházíme. Pokud je poměr pohlaví 1 : 1, žijí zvířata jednotlivě v párech (například kachna divoká, nejbližší příbuzný druh kachny domácí). Při poměru pohlaví třeba 1 : 7 hovoříme o polygamii, která se vyskytuje například u jelena evropského apod. Myslí se tím, že na jednoho samce připadá více samic v populaci. Polyandrie je poměrně vzácný případ, znamená to, že poměr pohlaví je třeba 3 : 1, tj. samice se páří s více samečky. Jedná se o případ, který se z lovné zvěře vyskytuje u sluky lesní.

Poměr věkových skupin v populaci určuje, zda se jedná o populaci rostoucí, ustálenou či zanikající.

Stěhování populací členíme na migrace, emigrace a imigrace. *Migrace* probíhají pravidelně, vyskytují se nejen u tažných ptáků, ale i ryb, motýlů apod. Živočichy k těmto cestám vede potřeba potravy, páření atd. Emigrace znamená, že se živočichové odstěhují na jiné místo. Sem patří časté invaze sarančí stěhovavých apod. Imigrace – přistěhování stejného druhu do teritoria již obývaného populací. Může zde docházet k tlakům konkurence, jedna populace vytlačí druhou apod. Projevy živočichů v tomto ohledu dále podrobně rozebírá věda, která se nazývá **etologie**.