

Vybrané kapitoly z biogeografie

Text byl převzat z publikace:

Matějček, T. (2007): *Vybrané kapitoly z biogeografie*. In: Farský, I., Matějček, T. (2007): *Přehled z fyzické geografie*. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Studijní opora projektu ESF č. CZ.04.1.03/3.2.15.2/0236, Ústí nad Labem, s. 184–212 ISBN 978-80-7044-938-7

Základní pojmy

Biogeografie jako dílčí vědní disciplína fyzické geografie se zabývá rozšířením rostlin a živočichů na Zemi a příčinami, které toto rozšíření podmiňují. Dělí se na fytogeografii (rozšíření rostlin) a zoogeografii (rozšíření živočichů). Mezi základní biogeografické otázky patří například: Proč daný organismus žije v daném území? Proč naopak v jiném území nežije? Jak se do daného území dostal? Která společenstva jsou typická pro určitý typ stanoviště? apod.

Část zemského povrchu, ve které se vyskytují živé organismy označujeme pojmem **biosféra**. Její vertikální rozsah činí asi 20 km (některé mořské organismy byly zjištěny v hloubkách přes 10 000 km, divoké husy mohou létat ve výškách až 9500 km).

Prostý výčet druhů rostlin resp. živočichů, které se vyskytují v určitém území během určitého časového úseku označujeme pojmem **flóra** (rostlinstvo) resp. **fauna** (živočišstvo). Soubor všech živých organismů určitého území nebo časového období nazýváme **biota**. Zahrnuje flóru a faunu. Společenstvo rostlin a živočichů, charakteristické pro určitou geografickou oblast (např. tundra, step, savana aj.) označujeme pojmem **biom**.

Druh je skupina jedinců, kteří mají společný původ a společné vlastnosti, kterými se liší od ostatních druhů. Podmínkou je, že tito jedinci se mohou vzájemně rozmnožovat a produkovat plodné potomky. Nové druhy většinou vznikají tak, že dojde k rozdělení populací původního druhu. Z těchto populací mohou vzniknout poddruhy a z nich následně nové druhy. Tento proces se nazývá **speciace**. **Populace** je skupina jedinců téhož druhu, kteří žijí ve stejném čase a na určitém společném území, takže mají předpoklady ke vzájemnému křížení. **Taxon** je obecné označení jakékoliv kategorie botanického či zoologického systému. Základní taxonomické kategorie jsou: říše, oddělení (u rostlin) či kmen (u živočichů), třída, řád, čeleď, rod a druh.

Vliv ekologických faktorů na rozšíření živých organismů

Na jedince, který obývá určité prostředí působí různé vlivy (tzv. *ekologické faktory*). Ty mohou být abiotické (tj. působení neživé přírody), biotické (tj. působení ostatních organismů) či antropické (tj. působení člověka). Rozšíření živých organismů na Zemi je primárně ovlivněno abiotickými faktory. Mezi nejvýznamnější z nich patří světlo, teplo a voda, u rostlin hrají důležitou roli vlastnosti půdy. Význam má také přítomnost disturbancí (narušení) v podobě pravidelných požárů, povodní apod.

Světlo (tj. viditelná část spektra elektromagnetických vln slunečního záření) je naprosto nezbytné pro zelené rostliny, neboť jim poskytuje energii pro fotosyntézu. Intenzita světla se mění podle zeměpisné šířky, kolísá během roku i během dne, v závislosti na oblačnosti a na mnoha dalších vlivech. Světlobytné rostliny nazýváme heliofyty, rostliny snášející zastínění nazýváme sciofyty. Bez přístupu světla jsou schopné trvale žít pouze rostliny nezelené (houby apod.). Světlo je významným ekologickým faktorem také pro většinu živočichů, přesto však najdeme mnohé druhy, které obývají prostředí s trvalým nedostatkem či úplnou absencí světla, a mají k životu v takovémto prostředí nejrůznější adaptace – např. světélkující ryby ve velkých hloubkách oceánů.

Teplo je pro život rostlin i živočichů nezbytné především proto, že určité fyziologické procesy mohou probíhat pouze za určitých teplot a při určité délce jejich působení. Význam má také sezónní kolísání teplot. Podle tolerance k výkyvům teploty rozlišujeme druhy eurytermní (snášejí velké rozpětí teplot) a stenotermní (snesou jen malé rozpětí teplot). Některé suchozemské rostliny snášejí teploty až 60 °C, sinice v horkých pramenech až 85 °C. Ještě vyšším teplotám jsou přizpůsobeny některé mikroorganismy – *Pyrolobus fumarii* obývající horké vývěry na mořském dně se rozmnožuje při teplotách nad 113 °C, při teplotách pod 94 °C naopak zastavuje svůj růst. Vrbové

větvičky nasbírané během zimního období přežily v laboratorních podmínkách teploty kolem -150 °C. Zajímavé je, že během letního období nepřežily tyto větvičky teplotu -5 °C.

Významným geografickým faktorem je délka vegetačního období, tzn. souvislého časového úseku během roku, ve kterém jsou příznivé podmínky pro růst a vývoj rostlin. V našich podmínkách se obvykle jedná o období, kdy je průměrná denní teplota vyšší než 10 °C. Optimální délka vegetačního období pro růst listnatých lesů mírného pásu je 4–6 měsíců, pro růst většiny listnatých stromů je třeba alespoň 3 měsíce a pro růst jehličnatých stromů alespoň 1 měsíc.

K působení extrémně vysokých či naopak nízkých teplot mají živé organismy nejrůznější přizpůsobení. U rostlin je to např. husté odění (chlupatost) listů a jiných orgánů nebo naopak silně lesklý povrch, zmenšení celkové plochy povrchu rostliny (kulovité nebo válcovité tvary), redukce počtu a plochy listů až po jejich naprostou ztrátu, boční postavení listů vůči směru záření, přechod do *anabiózy* během nepříznivého období (skrytá forma života v nepříznivých podmínkách), zkrácení vegetační aktivity jen na období příznivých teplot, přežívání nepříznivého období v semenech (jednoleté rostliny) nebo podzemními částmi (kořeny, oddenky, cibule) aj. Podobná přizpůsobení využívají rostliny i k překonání nedostatku vláhy.

Ve vztahu živočichů a teploty okolního prostředí bylo formulováno několik základních pravidel, která vyjadřují změny tělesných proporcí živočichů v závislosti na teplotě prostředí, které obývají. Nejznámějšími z nich jsou Bergmannovo pravidlo (s poklesem průměrné teploty se zvětšuje velikost těla) a Allenovo pravidlo (s poklesem průměrné teploty jsou kratší a zavalitější části těla, které vystupují z celkového obrysu – zejména nohy, ohon, uši, krk, čenich apod.).

Živočichové přizpůsobují teplotním podmínkám také svůj denní režim např. pouštní živočichové jsou neaktivnější za úsvitu a za soumraku, případně v noci, naopak většinu dne tráví v úkrytech a projevují minimální aktivitu.

Voda je pro živé organismy nezbytná především díky své schopnosti rozpouštět v sobě jiné látky. Rostliny jsou schopné přijímat většinu látek (s výjimkou CO_2 a O_2) pouze ve formě vodních roztoků. Vodu přijímají především svým kořenovým systémem, v omezené míře též nadzemními orgány (povrchem listů a vzdušnými kořeny z deště, ovzdušných par, rosy apod.).

Vedle již zmíněných adaptací, které slouží zároveň k překonání extrémních teplot se rostliny s nedostatkem vody vypořádávají např. dužnatými listy a stonky, v jejichž pletivech se udržují zásoby vody (mohou činit až 98 % hmotnosti rostliny).

Zajímavé adaptace k životu v prostředí s nedostatkem vody nacházíme u některých pouštních živočichů. Dovedou vydržet bez vody i několik dnů a poté zásoby vody za velmi krátkou dobu opět doplnit – např. osel domácí, jehož hmotnost se vinou odvodnění snížila o 30 %, doplní chybějící tekutiny na původní stav za 2,5 minuty a dehydrovaný velbloud dokáže během 10 minut vypít až 104 l vody. Zamezení zbytečnému vylučování vody z těla je zajištěno vysoce zahuštěnou močí a schopností vstřebávat vodu ze střevního obsahu.

Někteří pouštní savci dokonce vůbec nepijí a vodu získávají jen požíváním sukulentní vegetace (např. křeček bělohrdlý) nebo přijímáním živočišné potravy. Např. sysel kalifornský je v dobách největšího sucha výlučně masožravý, podobně jako australský vačnatec kunovčík štětkatý nebo bělozubka pouštní ve střední Asii. Obdobně přizpůsobené jsou i menší šelmy jako saharský fenek berberský, ale také třeba kojot preriový.

Jiní savci zase bez zdravotních potíží požívají slanomilnou vegetaci – např. severoafrický pískomil tlustý, jehož moč obsahuje 4 x více soli než mořská voda. Slanou mořskou vodu dovede přijímat např. klokan dama.

Vlastnosti půdy (tzv. edafické faktory) ovlivňují především rostliny. Význam má především půdní reakce (pH), množství vápníku, dusíku a solí.

Reakce půdního roztoku (pH) je vyjádřena záporným dekadickým logaritmem koncentrace vodíkových iontů. Pohybuje se v rozmezí 3–11 a je ovlivněna jednak charakterem matečné horniny,

podzemních vod, podnebím, ale i samotným rostlinstvem (kyselý opad apod.). Podle vztahu k půdní reakci rozlišujeme rostliny acidofilní (druhy kyselých půd, pH 3–6,4; např. brusnice borůvka či bika hajní), neutrofilní (druhy půd neutrální reakce, pH 6,5–7,4; např. jaterník podléška či psárka luční) a bazifilní (druhy zásaditých půd, pH 7,5–11; např. podběl obecný či lilie zlatohlavá).

Vápník je důležitý především pro minerální výživu rostlin. Jeho zdrojem jsou matečené horniny (ve formě CaCO_3) a podzemní voda. Sloučeniny vápníku jsou z půdy snadno vymývány, a proto půdy v suchém klimatu bývají jimi bohatší, ve vlhkém klimatu naopak chudší. Vápencové půdy jsou zároveň výhřevnější a sušší (=> i lépe provzdušněné) a nacházíme zde nejen specifickou flóru, ale i faunu (tzv. „bílé stráně“). Rostliny, které upřednostňují půdy bohaté vápníkem nazýváme kalcifilní (např. střevičnick pantoflíček či třemdava bílá).

Význam dusíku v půdě spočívá v jeho nezbytnosti pro stavbu bílkovin, chlorofylu a nukleových kyselin. Atmosférický dusík je pro většinu rostlin nedostupný a mohou ho přijímat jen z půdy ve formě solí. Se značným nedostatkem dusíku se potýkají rostliny např. na rašeliníštích (je zde nedostatečné provzdušnění => nepříznivé podmínky pro činnost nitrifikačních bakterií). Některé rašeliníštní rostliny řeší tento nedostatek získáváním dusíku z těla hmyzu (masožravé rostliny – např. rosnatka okrouhlostá).

Většina rostlin sice nesnáší nedostatek dusíku, ale nevyhovuje jim ani jeho nadbytek. Pouze některým druhům tento nadbytek nevadí, případně ho i vyžadují (tzv. nitrofilní rostliny – např. kopřiva dvoudomá či mochna husí).

Nadměrné množství solí v půdě (především NaCl , MgCl_2 , CaCl_2) působí na většinu rostlin toxicky. Rostliny, které větší obsah solí v půdě snášejí, označujeme jako *halofyty* (solnička podmořská, slanobýl draselný, slanorožec bylinný).

Biotické faktory vyplývají z působení ostatních organismů – např. zastínění rostlin jinými rostlinami, okus rostlin býložravci, dostatek potravy, přítomnost predátorů aj. Také k biotickým faktorům mají organismy nejrůznější přizpůsobení – např. trny či jedovatost rostlin jako ochrana proti býložravcům, okřídlení jako ochrana proti pozemním predátorům apod.

Působení člověka spočívá jednak v přeměně prostředí, které živé organismy obývají, jednak v zásahu do samotných populací (lov, vysazování nových druhů apod.). Blíže bude o působení člověka pojednáno v souvislosti s ohrožením biodiverzity.

Ekologická valence a ekologická nika

Ekologická valence vyjadřuje nároky druhu a toleranci k jednotlivým ekologickým faktorům. Zatímco *Euryekní druhy* mají malé nároky (tj. širokou ekologickou valenci), *stenoekní druhy* mají vyhraněné nároky na životní podmínky. Předponami eury- a steno- se vyjadřuje i náročnost druhů na jednotlivé konkrétní ekologické faktory (př. eurytermní, stenohalinní apod.).

Rozsah ekologických faktorů, při kterém organismus nejen přežívá, ale i roste a rozmnožuje se představuje ekologické optimum, *pejus* (suboptimální podmínky) umožňuje organismu přežití a růst (organismus se zde však již nerozmnožuje), v ekologickém pesimu organismus pouze přežívá.

Ekologická valence není pro všechny jedince jednoho druhu stejná, mění se i u jednotlivého jedince v průběhu života. Kritickým obdobím, v němž bývá tolerance vůči všem vlivům nejužší je období začátku vývoje nového jedince. Pak tolerance postupně roste a přechodně se opět zužuje v období rozmnožování (u rostlin doba květu, vývin semen apod.).

Působí-li většina ekologických faktorů v rozsahu optima, pak může být nepříznivý vliv některého faktoru působícího v blízkosti minima snížen. Neznačená to však, že by byl kterýkoliv faktor jakýmkoliv jiným faktorem plně nahraditelný. Jestliže jeden z faktorů meze tolerance druhu překročí, stává se existence druhu v prostředí nemožnou. Takový faktor pak působí jako limitující a znemožňuje další existenci daného druhu.

Pojem *ekologická nika* označuje zařazení organismu nebo jedince do struktury a funkce ekosystému. Toto zařazení je dáno nároky na potravu (*potravní* neboli *trofická nika*) a prostor (*prostorová nika* – tj. prostor, ve kterém daný druh žije, jeho stanoviště) i podmínkami neživého prostředí. Ekologickou niku bychom tedy mohli definovat jako funkční postavení organismu v ekosystému, zahrnující stanoviště, období výskytu a všechny jeho zdroje.

Každý druh organismu tak zaujímá v přírodním prostředí určitou roli – nějak toto prostředí využívá a zároveň i mění. Je jakýmsi „kolečkem v soukolí“, které má své přesné místo a funkci. Můžeme si to představit jako mnohorozměrný prostor, kde každý rozměr představuje nějakou vlastnost prostředí (teplota, vlhkost, množství určité živiny atd.). Určité konkrétní prostředí lze charakterizovat bodem v tomto mnohorozměrném prostoru.

Podle toho, zda uvažujeme skutečný stav nebo potenciálně možný stav rozlišujeme niku základní (potenciální) a realizovanou. *Potenciální nika* představuje veškeré zdroje, které by mohl organismus využívat, *realizovaná nika* představuje zdroje, které skutečně využívá – např. potenciální prostorová nika břízy zahrnuje většinu území mírného pásu, zatímco její realizovaná nika představuje pouze území, kde bříza skutečně roste. Potenciální potravní nika koaly představuje všechny listy všech eukalyptů na Zemi, zatímco realizovaná nika zahrnuje pouze eukalyptové listy, které skutečně koala zkonzumuje.

Druhy které mají *širokou niku* využívají s menší efektivitou široké spektrum zdrojů. Nejsou specializovány a jsou značně přizpůsobivé (adaptabilní) – např. bříza. Naproti tomu druhy s *úzkou nikou* představují specializované druhy s vyšší efektivitou využití zdrojů. Druh efektivně využívá úzké spektrum zdrojů, na nichž je ovšem plně závislý. Při jejich změně nebo zániku obvykle není schopný přežít – např. již zmíněná koala, která se živí pouze listy eukalyptů.

Areál a jeho změny

Jako *stanoviště* označujeme místo, kde se vyskytuje určitý živý organismus, a které odpovídá jeho nárokům na ekologické faktory. Stanoviště tedy narušil od *naleziště* (tj. místo výskytu konkrétního organismu, které je určené zeměpisnými souřadnicemi a nadmořskou výškou) nemůže být místo, kde se organismus vyskytl pouze náhodně. V obecné rovině je stanoviště chápáno jako souhrn všech faktorů, působících v daném místě na vývoj vegetačního krytu. Biotop představuje abiotické i biotické prostředí konkrétního společenstva, populace či jedince. Ekotop zahrnuje pouze abiotickou složku prostředí.

Areál představuje území, na němž se vyskytuje určitý taxon. Výchozí je samozřejmě areál druhový, neboť areály vyšších taxonů se z něj odvozují.

V rámci areálu rozlišujeme holoareál, který se dělí na euareál a epiareál. Jako *holoareál* označujeme celé území výskytu druhu. Území, kde se druh rozmnožuje se nazývá *euareál*. U nemi-grujících druhů se holoareál a euareál shodují. *Epiareál* je území, kde se druh nerozmnožuje a zahrnuje i prostor, přes který se tam přemísťuje – tj. tažné cesty. U tažných ptáků je to zimoviště, u ploutvonožců loviště apod.

Těžko bychom našli dva druhy se zcela shodnými areály. V praxi se za *identické areály* považují ještě takové, které se překrývají alespoň z 90 %. Rozlišujeme řadu typů areálů. Například areály *kosmopolitní* zaujímají téměř celou rozlohu určitého biocyklu (tzn. buď souše, světového oceánu nebo sladkých vod). Nejtypičtější kosmopoliti žijí v moři. Na pevnině je typickým kosmopolitem člověk a zvířata, která chová, případně různí paraziti a škůdci kulturních rostlin. *Areály cirkumtropické* mají druhy, které obývají většinu území tropického pásu, *areály cirkumpolární* mají druhy, které žijí ve vyšších zeměpisných šířkách jedné z polokoulí, *bipolární areály* mají druhy, které obývají polární oblasti obou polokoulí apod.

Podle toho, zda je nebo není zaručen plynulý kontakt mezi všemi sousedícími populacemi se rozlišují *areály souvislé* a *nesouvislé* (= disjunktivní). Příkladem nesouvislého areálu je sojka modrá (obývá Pyrenejský pol., přední Asii a Mandžusko). Mezi nesouvislé areály patří i tzv. *reliktní areály*

(lépe subareály), které jsou pozůstatkem dřívějšího souvislého rozšíření. Je však nutné odlišit je od tzv. *dálkových výsadek*. Nejobvyklejšími typy nesouvislých areálů jsou *arkto-alpínský* (zahrnuje souvislý areál v zóně tundry a nesouvislé reliktní areály v evropských pohořích) a *boreo-montánní* (zahrnuje souvislý areál v tajze a nesouvislé areály horských lesů).

Ke změnám hranic areálů většinou dochází v rámci jedné zoogeografické oblasti v souvislosti se změnami životních podmínek (hlavně podnebí). Při nástupu příznivých podmínek dochází k šíření druhu, které je buď plynulé nebo se uskutečňuje pomocí dálkových výsadek. Při nepříznivých podmínkách přežívá druh na zmenšeném území (= tzv. *refugium*), kde buď postupně vyhyne, nebo přežije a začne se odtud znovu šířit v době, kdy se podmínky zlepší.

Rozsáhlé změny areálů mohou být způsobeny např. dočasným spojením dvou kontinentů (tzv. pevninskými mosty), vybudováním umělých kanálů mezi dvěma oceány i čilým dopravním ruchem. Překážky v šíření určitého organismu označujeme termínem *biogeografická bariéra*. Například pro suchozemský organismus je bariérou široký vodní tok, pro nížinný druh horské pásmo apod.

Druhy, které mají malý areál a obývají pouze určité (většinou velmi malé) území, označujeme jako *endemity* (*jeřáb sudetský*).

Šíření rostlin v prostoru

Části rostlinného těla, které umožňují šíření prostorem, souhrnně nazýváme *diaspory*. Rozlišujeme diaspory generativní (např. výtrusy, semena či plody) a vegetativní (části stonku, úlomky oddenku, pacibulky apod.). Přenášení diaspor se uskutečňuje rozličnými způsoby, ke kterým mají diaspory nejrůznější přizpůsobení.

Šíření pomocí větru se nazývá *anemochorie* a diaspory jsou k němu přizpůsobeny buď nízkou hmotností nebo tvarem. Nízká hmotnost umožňuje snadné šíření především výtrusům hub, mechů, kapradin, ale také orchidejí. Například jedna plodnice našich běžných hub vyprodukuje asi deset miliard výtrusů, jejichž hmotnost je pouhých několik miliontin gramu.

Mnohá semena jsou k šíření větrem přizpůsobena svým tvarem. Velmi „oblíbeným“ řešením je opatření semen chmýrem nebo různě dlouhými chlupy. Známým příkladem jsou semena pampelišek, bodláků, pcháčů a mnoha dalších rostlin. Hmotnost takových semen může být velmi nízká (např. u topolu osiky) a semena mohou díky tomu urazit poměrně značnou vzdálenost. U některých vrb byly semenáčky nalezeny až 170 km od mateřské dřeviny. Některé rostliny si po odkvětu pomáhají prodlužováním lodyh, čímž jsou zralé ochmýřené nažky ve větší míře vystaveny působení větru (např. podběl, devětsily či pampelišky).

Dalším způsobem využívání síly větru je vytvoření různě tvarovaných a víceméně souvislých blanitých lemů a „křídél“. Tímto způsobem se mohou vzduchem přemísťovat i značně velká a ve srovnání s předchozími také několikanásobně těžší semena – např. blanité lemy semen jilmu, okřídlené dvounažky javorů či trojlaločná křídla umožňující šíření habrových oříšků. Malá křídélka mají semena mnohých Jehličnanů, která za sucha volně vypadávají ze široce rozevřených šišek. Bylo prokázáno, že i dost těžká semena jedle odvanuly prudké poryvy větru až do vzdálenosti 8 km.

Zajímavý způsob šíření pomocí větru využívají tzv. stepní běžci. Známým příkladem je katrán tatarský (*Crambe tataria*), který vzácně roste i na našem území. V době zralosti semen usychá celá rostlina a suchá křehká lodyha pod náporu větru brzy povolí. Celá rostlina se pak valí stepí v podobě suché koule a roztrhuje zralé plody. Tento způsob rozšiřování nachází své uplatnění v rozlehlých stepích, kde suchým trsům rostlin nic nebrání v jejich přemístění na velké vzdálenosti. Z našich běžnějších druhů využívá tento způsob šíření např. máčka ladní (*Eryngium campestre*). Obdobou jsou tzv. sněžní běžci využívající volné plochy sněhových polí.

Šíření pomocí vody nazýváme *hydrochorie*. Semena hydrochorních rostlin jsou většinou přizpůsobena k tomu, aby se nepotopila pod hladinu. Tak například ploché nažky pryskyřníku plavivého (*Ranunculus repens*) jsou na povrchu jemně síťkované a v mikroskopických rýhách jejich

zdrsnělého povrchu se udržují drobné vzduchové bublinky. Také nažky žabníku jitrocelového (*Alisma plantago-aquatica*) či olše lepkavé mají na povrchu vrstvu buněk obsahujících vzduch. Podobný "plavecký kruh" mají i semena blatouchu bahenního. Semena stulíku žlutého jsou zase obalena vrstvičkou nerozpustného slizu, který v sobě uzavírá drobné vzduchové bublinky.

S nejzdatnějšími „plavci“ se však setkáváme v mořských vodách. V tomto směru vynikají zvláště plody palem lemujících pobřeží v tropech. Například známý kokosový ořech s pevnou tvrdou skořápkou obklopuje vrstva vláken vzdušného pletiva.

Zvláštním případem hydrochorie je šíření semen pomocí dešťových kapek nazývané ombrochorie. Plody ombrochorních rostlin se za vlhkého počasí rozevírají a dešťové kapky svými nárazy vymrštují semena do blízkého okolí (např. šalvěj nebo černohlávek). Diaspory ombrochorních rostlin sice nepadají daleko od mateřské rostliny, ale bývají splavovány pramenky dešťové vody. Zvláště efektivně se tento způsob uplatňuje v pouštních oblastech, kde jsou semena splavována do občasně zavlažovaných stružek a mají tak zvýšenou pravděpodobnost vyklíčení.

Rozšiřování rostlin prostřednictvím živočichů označujeme termínem *zoochorie*. Rozlišujeme *endozoochorii* a *epizoochorii*. Při endozoochorii procházejí diaspory trávicím ústrojím živočicha a prostřednictvím jeho exkrementů jsou přenášeny dále od mateřské rostliny. Tomuto způsobu rozšiřování výrazně napomáhají zdužnatělé části, v nichž jsou semena uzavřena (např. plody tisu či jalovce), nebo k tomu slouží zdužnatělé části plodu (třešeň), případně celá souplodí (jahoda, malina) nebo plodenství (moruše, fík). Vyklíčení některých semen je dokonce podmíněno průchodem trávicím traktem určitých živočichů.

Při epizoochorii dochází k přechodnému ulpívání celých plodů nebo plodenství na povrchu těla (na srsti, v peří apod.), k čemuž bývají diaspory uzpůsobeny různými ostny, háčky apod. (lopuch, svízel přítula), případně lepkavým povrchem (šalvěj lepkavá, ocún jesenní). K šíření mnohých rostlin přispívá také smísení jejich semen s blátem, které pak ulpívá na nohou dobytka či vodních ptáků.

Zajímavým případem zoochorie je rozšiřování semen mravenci, kterému říkáme myrmekochorie. Mezi myrmekochorní rostliny patří např. vlašovičnick větší, dymnivky, zemědým, plicník, kostival a mnohé další. Semena těchto rostlin jsou na povrchu opatřena různými výrůstky, které obsahují olej, cukr, škrob i některé vitamíny. Mravenci je rádi okusují, a zároveň tak přenášejí semena dále od mateřské rostliny. Mnohé myrmekochorní rostliny nemají v době dozrávání zpevněné lodyhy a vypadají jako by vadly, takže se stopky s plody ohýbají k zemi, aby mravenci mohli jejich semena snáze přenášet.

Mnoho rostlin a především dřevin se také šíří díky živočichům, kteří se jejich semeny živí a na zimu si jejich zásoby ukládají do „tajných skrýší“ (především hlodavci). Často pak zapomenou, kde všude své zásoby uložili, takže tato semena mohou na jaře vyklíčit často i ve značné vzdálenosti od mateřské rostliny. Mnohem dále samozřejmě přenášejí semena ptáci. Například jedna sojka přemístí za měsíc kolem 4600 žaludů, a to až do vzdálenosti 4 km od mateřského stromu.

Samostatnou kapitolu představuje *antropochorie*, tj. šíření pomocí člověka (viz dále).

Rozšiřování diaspor vlastními mechanismy rostliny označujeme pojmem *autochorie*. Semena mohou být vymrštována buď prudkým smrštěním částí plodu – například u kakostů či u netýkavek – nebo vystříknutím jeho šlemovitěho obsahu. Tímto způsobem se šíří například tykvice stříkává (*Ecballium elaterium*), lidově nazývaná „stříkající okurka“, která je výjimečně pěstována i u nás. Jednodušším případem autochorie je tzv. barochorie, která je založena na tom, že plody nebo semena padají díky své hmotnosti na zem (např. žaludy, lískové oříšky, kaštiny aj.).

Mezi autochorní způsoby šíření řadíme také ty, při kterých je dceřiná rostlina v přímém kontaktu s rostlinou mateřskou (např. prostřednictvím oddenků u pýru a rákosu či šlahounů u jahodníku). Jednotlivé způsoby šíření se mohou samozřejmě doplňovat nebo kombinovat (např. jilmové, javorové a jasanové nažky uplatňují svá přizpůsobení k šíření větrem také při šíření ve vodě apod.).

Šíření živočichů v prostoru

Schopnost živočichů šířit se na vhodná stanoviště označujeme pojmem *vagilita*. Je dána jednak schopnostmi aktivního pohybu, jednak využitím příležitostí k pasivnímu pohybu (proudění vody, vzduchu aj.). Vyšší podíl vlastního pohybu je jen u členovců a u strunatců.

Každoroční pravidelné migrace živočichů se nazývají **tahy**. Probíhají po souši, ve vzduchu i ve vodě a podnikají je především ptáci, savci a ryby, ale známé jsou také tahy netopýrů, mořských želv a dalších živočichů. Většina tahů je obousměrných. Jednosměrné tahy jsou spíše výjimečné. Podnikají je např. motýli, vyvíjející se ve Středomoří (babočka, lišaj aj.). Mnozí z nich táhnou každoročně do severnějších částí Evropy, kde však nevznikají trvalé populace.

Tahy ptáků jsou motivovány především potřebou překonat nepříznivé zimní období. S chladem by se sice vyrovnali (zvláště když mají dobře izolující peří), ale na vyrovnání teploty musí zvíře vydat hodně energie, a k tomu potřebuje hodně potravy.

V areálu tažných ptáků rozlišujeme – hnízdiště, zimoviště a tažné cesty. Tažné cesty na podzim mohou být jiné než na jaře. Jarní cesty bývají kratší. Rozdílná je i rychlost letu. Na podzim ptáci většinou příliš nespěchají, zatímco na jaře ano – aby mohli co nejdříve zahnízdit a vyvést mláďata. Např. čáp při svém podzimním odletu urazí zhruba 110 km/den, zatímco na jaře až 150 km/den.

Při své cestě se ptáci orientují nejrůznějším způsobem – podle polohy Slunce, Měsíce či hvězd na obloze, podle geomagnetického pole Země, podle tvaru zemského povrchu a dokonce i podle čichových vjemů krajiny.

Nejdelší vzdálenost na světě překonává rybák dlouhoocasý, který odlétá z Arktidy do Antarktidy a překoná tak vzdálenost 17 000 km.

Z našich ptáků odlétá do Afriky například kukačka obecná, dudek chocholatý, konipas bílý, čáp bílý, ůhýk obecný, vlaštovka, jiřičky, rorýsi či žluva hajní (ta dokonce na 9 měsíců), do Středomoří např. skřivan. K nám naopak pravidelně přitahuje ze severu káně rousná, nepravidelně také brkoslav severní a ořešník kropenatý. Mezi stálé ptáky patří naopak bažant, datel, některé sýkorky, strnadi, čížek lesní, sojka, sovy, denní dravci a také vrány, které se v zimě stahují se do měst.

V některých případech táhne jen část populace a část je stálá – např. kos (táhnou především mladí jedinci), pěnkava (táhnou především samice). V jiných případech dochází k tzv. přetahování – např. naše populace havrana polního odlétají na zimu do Francie a jsou u nás nahrazeny populacemi východoevropskými. Podobně u nás přezimují sýkorky koňadry ze severnějších oblastí a naše odtahují na jih.

Tahy savců mají mnoho společného s tahy ve vzduchu, tažné cesty jsou však většinou výrazně kratší. Např. aljašský sob karibů každoročně táhne 650–800 km. Podobně dlouhé tahy podnikali v minulosti i bizoni (když byla jejich stáda početnější). Podobně sloni podnikali v minulosti dlouhé tahy. Jejich tahové cesty však byly přerušeny vlivem osídlení a využití území člověkem. Pozoruhodné jsou tahy lumíků (známé především z Norska), které jsou však většinou jednosměrné.

Tahy ryb – pravidelné tahy podnikají také ryby. Velkou překážkou pro tažné druhy ryb jsou přehrady a jezy na řekách (mnohde je dnes již řešeno rybími přechody, např. zdymadla v Ústí nad Labem). Podle místa rozmnožování rozlišujeme dvě základní kategorie tažných ryb:

- *Anadromní ryby* se táhnou třít z moře do horních toků řek (např. lososi, jeseteři, halančík). Některé druhy tichomořských lososů (losos nerka, l. gorbuša, l. čavyča) se třením tak vyčerpají, že jsou unášeny dolů po proudu a žádnému z nich se nepodaří vrátit zaživa do moře. Na některých kanadských řekách se stává, že mrtvolky lososů pokrývají břehy po celé kilometry a někdy jsou navržené do hromad i přes metr vysokých. Třením je vysílený i losos obecný a mnoho z nich se při zpáteční cestě stává obětí predátorů. Mihule mořská je cizopasná a často si své stěhování usnadní tím, že se přichytí na okounky, lososy či jiné velké ryby, které táhnou stejným směrem. Živí se hlavně sáním krve, takže kromě dopravy má tak zajištěnou i

- potravu.
- *Katadromní ryby* dospívají v řekách a jikry naopak kladou v moři. Katadromních ryb je poměrně málo. Nejznámější jsou úhoři. Všichni úhoři se rodí v Sargasovém moři (je tam jejich trdliště). Odtud jsou unášeni Golfským proudem a tato cesta trvá dva a půl roku. Část je unášena k americkým břehům. Dospělí úhoři se z trdliště nevrací. Katadromní je také pohyb kraba říčního.

Biodiverzita a její ohrožení

Biodiverzita neboli *biologická rozmanitost* (rozmanitost živé přírody) bývá nejčastěji vyjadřována na úrovni jednotlivých rostlinných a živočišných druhů. Můžeme ji však zkoumat i na úrovni nižších taxonomických jednotek než je druh (biodiverzita genetická), nebo naopak na úrovni celých ekosystémů (biodiverzita ekosystémová).

Biodiverzitu lze vymezovat nejen na celoplanetární úrovni, ale také pro menší území. Počet druhů, které se v určitém území vyskytují je závislý na nejrůznějších geografických podmínkách.

Nejvýznamnější z nich je *zeměpisná šířka*. Obecně lze říct, že s rostoucí zeměpisnou šířkou počet druhů klesá. Největším druhovým bohatstvím tedy oplývají ekosystémy tropů, zatímco polární ekosystémy hostí biologických druhů mnohem méně. Ojedinelé výjimky tvoří pouze některé skupiny organismů (např. počet druhů tuleňů či tučňáků je nejvyšší v polárních oblastech).

S rostoucí *nadmořskou výškou* počet druhů klesá. Vedle klimatických podmínek tu vstupuje do hry i další faktor, a tím je izolovanost vrcholových oblastí. Dochází zde k tzv. ostrovnímu efektu, který zde v souladu s teorií ostrovní biogeografie (viz dále) způsobuje nižší druhovou pestrost. Biodiverzita je závislá také na *hloubce vody*. S rostoucí hloubkou počet druhů klesá, u dna však bývá druhová rozmanitost vyšší, a to v některých případech velmi výrazně.

Závislost biodiverzity na zeměpisné šířce a nadmořské výšce souvisí především s *produktivitou prostředí*, která obecně stoupá od pólů k tropickým oblastem, a klesá naopak s nadmořskou výškou nebo ariditou prostředí. Obecně lze říci, že druhové bohatství se s rostoucí produktivitou zvyšuje, ale při překročení určité mezní hodnoty (například na přehnojených půdách či v eutrofizovaných jezerech) biodiverzita klesá, někdy i velmi prudce. Důvodem tohoto poklesu je přemnožení několika druhů na úkor ostatních, které vede k narušení mezidruhových vztahů. Nejvyšší biodiverzity je tedy většinou dosaženo při středních hodnotách produktivity.

Rozmanitost prostředí biodiverzitu obecně spíše zvyšuje. V praxi to znamená, že pokud se na určité jednotce plochy střídá více biotopů na menších ploškách (vysoká mozaikovitost krajiny), druhová pestrost zde bývá většinou vyšší než na srovnatelné ploše s nižší mírou mozaikovitosti krajiny (biotopů je méně, ale jejich plochy jsou souvislejší). K druhům, které jsou charakteristické pro jednotlivé biotopy, totiž v prostorově rozmanité krajině přistupují druhy ekotonové, tedy druhy vyskytující se na rozhraní biotopů. Pokud je však rozmanitost prostředí příliš vysoká, může dojít k vymizení tzv. druhů vnitřního prostředí (např. některé lesní živočichy nenajdeme v drobných remízcích apod.).

Vliv *klimatické proměnlivosti* prostředí na biodiverzitu závisí především na její předvídatelnosti. Pokud je klimatická proměnlivost sezónní, a tím pádem i předvídatelná, jednotlivé druhy se jí mohou přizpůsobit. Takové prostředí může za určitých okolností hostit i více druhů než prostředí bez sezónních výkyvů. Jako příklad zvýšení biodiverzity vlivem klimatické proměnlivosti bychom mohli uvést střídání jarního a letního aspektu bylinného patra listnatých lesů mírného pásu nebo sezónní tahe ptáků. Naopak v klimaticky stabilním prostředí je biodiverzita zvyšována specializací (např. druhy, které se živí výhradně plody), ke které nemůže dojít v prostředí se sezónním střídáním klimatických podmínek.

Poměrně těžko definovatelným faktorem je *nehostinnost prostředí*, jejíž vnímání je samozřejmě velmi subjektivní. Zjednodušeně můžeme říci, že nehostinné prostředí se vyznačuje extrém-

ními podmínkami, které vyžadují od organismů výjimečné přizpůsobení. Nemusí se vždy jednat jen o podmínky klimatické, ale také například o podmínky edafické (zasolení půd, mimořádně nízký obsah živin), orografické (strmé svahy) aj. Taková prostředí většinou hostí méně druhů živých organismů. V globálním měřítku však extrémní podmínky biodiverzitu zvyšují, protože tyto úzce specializované druhy se často jinde nevyskytují.

Zajímavý je vliv *narušení* (neboli *disturbancí*) na biodiverzitu. Disturbance mohou být způsobené buď přírodními vlivy (požáry, povodně, sopečná činnost) nebo lidskou činností (těžba nerostných surovin či vykácení lesa) a jsou to události, které způsobují významnou změnu v „normálním“ režimu ekosystému. Dochází tak ke změně podmínek daného prostředí. Zatímco mírné disturbance vedou často ke zvýšení biodiverzity, silné disturbance naopak biodiverzitu většinou snižují.

Svou roli hraje také *vývojové stáří ekosystému*. Dlouhodobý a nerušený vývoj přispívá ke specializaci druhů a jejich počet tak stoupá. Tato zákonitost většinou platí i během sukcesního vývoje. V počátečních stádiích sukcese biodiverzita většinou rychle roste, ve stádiích blízkých klimaxu však může dojít i k jejímu poklesu z důvodů nástupu několika převládajících druhů (tzv. ekologických dominant).

Specifické podmínky z hlediska biodiverzity mají ostrovy, a to nejen klasické ostrovy pevniny v moři, ale i „ostrovy“ určitého typu prostředí, obklopené územím s odlišnými podmínkami. Podstatné přitom je, že určité organismy nacházejí vhodné podmínky jen na těchto ostrovech (ať už v původním či přeneseném slova smyslu) a okolní prostředí jim vhodné podmínky neposkytuje. Ostrovem v tomto přeneseném významu je tedy například jezero, obklopené „mořem“ pevniny, skalní výchoz s nelesní vegetací obklopený lesem, les obklopený zemědělsky využívanými plochami, ale i jeskyně, rašeliniště apod. Z hlediska parazita jsou ostrovem dokonce jednotliví živočichové či rostliny, na kterých tento druh parazituje.

Obecné zákonitosti biogeografie ostrovů shrnuli již v roce 1967 Mac Arthur a Wilson ve všeobecně známé teorii ostrovní biogeografie. Podle této teorie biodiverzita klesá s rostoucí izolovaností a s klesající rozlohou izolovaného prostředí. Počet druhů, které se na ostrově vyskytují je tak určen přísunem nových druhů (imigrace), vymíráním druhů, které ostrov již obývají (extinkce) a vznikem druhů nových (speciace). Izolované ostrovy tak představují území s poměrně nízkou biodiverzitou, často se však jedná o druhy endemité (jinde se nevyskytující), takže v celoplanetárním měřítku přispívají tato území ke zvýšení biodiverzity.

Je velmi těžké říct, kolik druhů na Zemi v současné době žije. Popsáno je zhruba 1,75 mil. biologických druhů, na území České republiky zhruba 60 000 druhů. Odhaduje se však, že ve skutečnosti na Zemi žije 13–50 mil. druhů, některé odhady hovoří dokonce o 100 milionech.

Nejlépe jsou popsány vyšší rostliny (270 tisíc z odhadovaného celkového počtu 320 tisíc druhů) a obratlovci (asi 45 000 z 50 000 odhadovaných druhů), nejméně je naopak probádán hmyz (popsán je necelý milion z celkového odhadovaného počtu 8 milionů druhů). Obratlovců je popsáno necelých 50 000 druhů, z toho zhruba 20 000 druhů ryb, 4000 obojživelníků, 6300 plazů, 9000 ptáků a 4000 savců.

Ohrožení biodiverzity

V průběhu geologického vývoje se celkový počet druhů postupně zvyšoval, ale tento proces neprobíhal rovnoměrně. Byla období, kdy naopak docházelo po určitou dobu k jeho prudkému poklesu (tzv. *masová vymírání*). Příčiny masových vymírání byly různé – v některých případech šlo zřejmě o kosmické události, jindy zase o náhlé změny podnebí. Za nejnebezpečnější jsou považována dlouhá období s intenzivní vulkanickou činností.

Celkem došlo v geologické historii Země nejméně k pěti velkým masovým vymíráním. Odhaduje se, že vždy vyhynulo alespoň 50–60 % všech druhů. K pravděpodobně největšímu masovému vymírání v historii došlo na přelomu prvohor a druhohor, před 230 miliony lety. Vymřely tehdy např. stromové přesličky, stromové plavuně a trilobiti. Podle jedné z teorií to souviselo se srážkou

kontinentů a vytvořením jediného velkého kontinentu – Pangey. Následkem toho vymřely zvláště druhy, obývající pobřežní mělčiny. Podíl na vymírání měla pravděpodobně i vysoká míra vulkanismu.

Zatím poslední velké vymírání nastalo na konci křídý, před 65 miliony lety. Nejčastěji se uvádí, že bylo způsobeno dopadem obrovského meteoritu (či asteroidu), který postupně vyvolal klimatické změny i chemické změny v atmosféře. Vyhnuli tehdy např. dinosauři a jiní velcí plazi a také mnozí hlavonožci. Dopad meteoritu v té době potvrzuje vrstvička iridia v horninách celého světa (tzv. iridiová anomálie).

Přestože přirozené kolísání počtu druhů na Zemi probíhá i v současnosti, hlavní změny biodiverzity (převážně jde o její ochuzování) jsou dnes způsobeny lidskou činností. Dokonce se bohužel ukazuje, že rychlost, jakou dnes ubývá počet druhů, nemá v geologické minulosti Země obdoby.

Podle nejruznějších odhadů vyhyne vlivem člověka 20–50 tisíc druhů organismů ročně. Většinou se jedná o hmyz, nižší rostliny apod. Většina vymřelých rostlinných a živočišných druhů pochází z ostrovů, případně se jedná o sladkovodní druhy, které obývají biotopy ostrovního charakteru v rámci pevniny (především jezera).

Existují také pokusy zjistit, jaká by byla přirozená rychlost vymírání druhů. Odhady jsou různé, ale nejčastěji se uvádí, že rychlost vymírání je v současné době zhruba 100x až 200x vyšší než rychlost přirozeného vymírání. Důležitou roli hraje také vzájemná provázanost jednotlivých druhů. Tak například vyhynutí jednoho druhu rostliny znamená většinou zánik nejméně pěti závislých druhů hmyzu a vymření mnoha druhů specializovaných parazitů (tzv. dominový efekt).

Za nejdůležitější *mechanismy ztráty biodiverzity* jsou považovány především zánik a fragmentace přirozených stanovišť, introdukce druhů z jiných geografických oblastí a nadměrné využívání druhů (kácení, lov). Svou roli hraje také znečišťování životního prostředí, globální klimatické změny a průmyslové zemědělství a lesnictví. V mnoha případech se samozřejmě jedná o kombinaci těchto mechanismů.

Na zániku přirozených stanovišť se nejvíce podílí odlesňování. Zatímco Středomoří bylo odlesněno již ve starověku, ve střední a západní Evropě došlo k největšímu odlesňování ve středověku a v Severní Americe je odlesňování spojeno s kolonizací. V současné době jsou nejvíce ohroženy tropické pralesy v Jižní Americe, Africe a jihovýchodní Asii. Hlavní příčinou však zřejmě není těžba dřeva, jak se často předpokládá, ale „potulné“ drobné zemědělství. Políčka na nepřilíš plodné pralesní půdě totiž užíví domorodce pouze na několik let.

Tak například v Salvadoru pokrývaly lesy původně 90–95 % rozlohy země a dnes je jejich rozloha omezena na méně než 7 %, z toho polovinu představují poškozené mangrovové porosty a lesy s vysazenými borovicemi. Za posledních 100 let byla vykácena polovina celkové rozlohy deštných pralesů a tento neuvážený proces stále pokračuje, přičemž každý rok se vykácí 10–70 tisíc km² ročně.

Zánikem jsou ohrožena také stanoviště mokřadního charakteru. Například rašeliniště v Irsku pokrývala v minulosti 1,3 mil. ha (tj. 16 % rozlohy ostrova). V současnosti zbývá jen necelá pětina původní rozlohy (220 000 ha) nedotčená člověkem. Také rozloha finských rašelinišť se v důsledku odvodňování při těžbě dřeva snížila z 10,4 na 6 mil. ha. Další milion hektarů se nyní využívá pro zemědělské účely.

Mnohá stanoviště zanikají také v důsledku zástavby (sídla, silnice, dálnice apod.), využívání ploch pro zemědělství či vzniku tzv. druhotných stanovišť (sklárky, rumišť aj.). Nově vzniklá stanoviště většinou hostí jen malý počet druhů, zatímco velké množství těch, které zde žily původně, již nenachází vhodné podmínky. Tak například v přirozených stepních ekosystémech Arménie se vyskytuje 100–700 druhů rostlin. Po intenzivním nadměrném spásání klesá jejich počet přibližně na 15.

Fragmentace stanovišť (tzn. členění na menší části) vede k částečné nebo úplné izolaci jednotlivých populací, což může mít za následek degeneraci. Takto jsou ohroženi především velcí savci. Ve střední Evropě se jedná například o losa evropského či rysa ostrovida, jejichž migrace jsou komplikovány především dálnicemi.

Druhým nejvýznamnějším mechanismem ohrožování *biodiverzity* je introdukce geograficky nepůvodních druhů, tedy vysazení geograficky nepůvodního druhu v novém prostředí (ať už záměrné nebo nezáměrné). Za geograficky nepůvodní druh považujeme takový druh, který pochází z jiné geografické oblasti a jeho výskyt v daném území je ovlivněn činností člověka. Tyto druhy jsou označovány také jako *zavlečené*, *vetřelecké*, *introdukované*, *exotické* či *adventivní*. Některé geograficky nepůvodní druhy se v novém prostředí šíří na úkor druhů původních. Takové druhy nazýváme jako *invazní*. Šířit se v krajině na úkor jiných druhů a rychle obsazovat nová stanoviště mohou také druhy, které jsou v dané geografické oblasti původní. Takové druhy nazýváme *expanzivní*. Geograficky nepůvodní druhy způsobují v nově obsazených územích řadu problémů. Mohou představovat významné konkurenty pro domácí druhy – např. veverka popelavá ve Velké Británii, která konkuruje veverce obecné nebo netýkavka žláznatá ve střední Evropě, která na řadě stanovišť konkuruje domácí vegetaci. Mohou také ohrožovat domácí faunu – např. kočky, psi, krysy, lasice a další šelmy likvidují na mnohých ostrovech nelétavé ptáky, plazy, obojživelníky i některé bezobratlé, u nás například norek americký, který decimuje populace raků. Na řadě ostrovů zase představují problém velcí býložravci. U nás ohrožuje rostlinstvo např. plzák španělský, klíněnka jírovcová nebo v minulosti mandelinka bramborová. Některé geograficky nepůvodní druhy mohou být významnými parazity, případně tyto parazity přenášet. Příkladem mohou být raci ze Severní Ameriky (především rak pruhovaný), kteří nejenže potravně konkurují evropským rakům, ale také šíří onemocnění označované jako račí mor. Severoameričtí raci jsou přitom vůči račímu moru imunní. Složitějším případem jsou prasata na Havajských ostrovech, která rozrýváním poškozují kořenový systém pralesních dřevin a trusem šíří semena zavlečených rostlin, které pak dusí původní vegetaci. Na Kokosovém ostrově bylo dokonce pozorováno zanášení korálových ekosystémů v pobřežních vodách, které bylo způsobené erozí vyvolanou popisovaným působením zdivočelých prasat. Geograficky nepůvodní druhy se také mohou křížit s příbuznými druhy domácí flóry či fauny a způsobit tak její genetický úpadek – např. křížení topolu černého ve střední Evropě s jeho severoamerickými příbuznými.

Vedle změn v ekologických vazbách mohou některé druhy měnit i chemické a fyzikální vlastnosti půdy, urychlovat erozi, měnit světelné podmínky i celkový vzhled krajiny. Názorným příkladem změny půdních podmínek je dřevina *Myrica faya*, která byla zavlečena na Havajské ostrovy z ostrovů při západním pobřeží Afriky. Díky své schopnosti vázat dusík dokáže zvýšit jeho obsah v mladých vulkanických popílcích až na čtyřnásobek. Dusíkatými živinami obohacená stanoviště jsou pak snáze osídlena dalšími zavlečenými druhy. Světelné podmínky mění například tokozelka nadmutá, která dokáže zastínit vodní hladinu a brzdí tím vývoj planktonu a ryb, v našich podmínkách mají výrazně změněné světelné podmínky např. porosty borovice vejmutovky. Zavlečené druhy také mohou podporovat požáry. Výborně hoří například listy australského stromu *Melaleuca quinquenervia*, který byl zavlečen na Floridu. Strom sám po požárech rychle regeneruje a šíří se na úkor okolní vegetace. Jiné druhy naopak vzniku požárů brání a mění tak po tisíciletí zavedený cyklický režim.

Mezi nejohroženější území z hlediska biologických invazí patří ostrovy, a to zvláště ostrovy menší, pokud jsou zároveň dostatečně vzdálené od pevniny. Důvodů je několik. Většinou tu chybí původní savci (především šelmy) a velcí býložravci, takže ostrovní flóra a fauna tak nemá proti jejich působení vyvinuté patřičné obranné mechanismy. Tato území se navíc, díky své izolaci, vyznačují zvýšeným stupněm endemismu, takže případná ztráta druhu znamená ztrátu druhu v rámci celé biosféry. Dalším důvodem je celkově nižší počet druhů a z něj vyplývající menší možnosti alternativních ekologických vztahů v případě změn početnosti populací jednotlivých druhů. To způsobuje větší náchylnost k narušení celkové ekologické rovnováhy.

Z celkového počtu 4132 rostlinných taxonů (druhů, poddruhů a kříženců) vyskytujících se na území České republiky, je 1378 zavlečených (tj. 33,4 %), z toho asi 90 je považováno za invazní. Nejvýznamnějšími invazními druhy rostlin na našem území jsou křídlatky, bolševník velkolepý, netýkavka malokvětá a n. žláznatá, borovice vejmutovka, trnovník akát, zlatobýl kanadský a z. obrovský, slunečnice hlízkatá (topinambur) aj.

Nepůvodních živočišných druhů, žije v současné době na území České republiky celkem 595 tj. 1,8 % z celkového počtu asi 34 000 druhů našich mnohobuněčných živočichů (*Metazoa*). Za invazní je považováno 113 druhů. Nejznámějšími invazními druhy živočichů u nás jsou klíněnka jírovcová, rak pruhovaný, norek americký, plzák španělský, v minulosti to byla ondatra pižmová a především mandelinka bramborová (ty jsou dnes již druhy postinvazními).

Nadměrný lov některých druhů živočichů či kácení určitých dřevin může vést v extrémních případech až k vyhubení druhu. Známým příkladem z minulosti je nelétavý pták dronte mauricijský (*Raphus cuculatus*), známý spíše pod názvem blboun nejapný. Pták byl vyhuben (podobně jako další dva příbuzné druhy na sousedních ostrovech) v 17. století, a to především mořeplavci, kteří se na ostrovech zastavovali při cestě do Indie. Po jeho vyhynutí začala postupně mizet i kalvárie větší (*Calvaria major*). Ukázalo se totiž, že semena této dřeviny nemohou vyklíčit, aniž by prošla zažívacím traktem blbouna nejapného.

Na pokraj vyhubení přivedl lov také bizony v Severní Americe. Jejich původní stav je odhadován na 50–60 miliónů. Jen v letech 1872–74 bylo zastřeleno přes 5 miliónů bizonů a v roce 1889 zbývalo už jen posledních tisíc kusů. Dnes žije v USA a Kanadě asi 50 000 bizonů. Bohužel se však nezachovaly některé jejich poddruhy. Silně ohroženi lovem byli mimo jiné také mnozí kytovci – např. velryba grónská, velryba jižní, velryba biskajská, plejtvákovec šedý, plejtvák obrovský či vorvaň obrovský.

Ochrana biodiverzity

Nejvýznamnější mezinárodní dohodou v oblasti ochrany biodiverzity je Úmluva o biologické diverzitě (Convention on Biological Diversity) přijatá na Summitu v Rio de Janeiro v roce 1992, kterou postupně ratifikovalo 188 států. Úmluva se tak stala jednou z nejvýznamnějších mezinárodních dohod vůbec. Význam má také řada dalších mezinárodních dohod, např. Ramsarská úmluva (= Úmluva o mokřadech, majících mezinárodní význam především jako stanoviště vodního ptactva přijatá v roce 1971, v platnost vstoupila v roce 1975), Úmluva o mezinárodním obchodu ohroženými druhy volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (CITES, přijata v roce 1973, v platnost vstoupila v roce 1975), Úmluva o ochraně tažných druhů volně žijících živočichů (Bonnská úmluva; přijata 1979, vstup v platnost 1983) a Bernská úmluva o ochraně evropské flóry a fauny a ochraně přírodních stanovišť (1979).

Na území České republiky je druhová ochrana zajišťována především na základě Zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, ze kterého vyplývá mimo jiné kategorizace zvláště chráněných druhů na druhy kriticky ohrožené, silně ohrožené a ohrožené. Konkrétní výčet druhů je součástí vyhlášky č. 395/1992 Sb. Všechny druhy jsou zároveň chráněny před ohrožením své existence (degenerací, zničením ekosystému apod.). Nejvýznamnějšími směrnicemi EU v oblasti druhové ochrany jsou Směrnice o ptácích a Směrnice o stanovištích, na jejichž základě je budována soustava lokalit Natura 2000.

Regionální biogeografie světa

Fytogeografické členění zemského povrchu

Na základě vzájemné podobnosti a odlišnosti flóry jednotlivých území můžeme svět rozdělit na šest fytogeografických oblastí. Ty lze dále dělit na podoblasti, provincie, obvody a menší celky.

Holoarktická oblast zaujímá Evropu, Asii a Severní Ameriku. Rozlohou je tato oblast největší, její flóra však není nejbohatší. Dělí se na 11 podoblastí, přičemž celé území České republiky patří k Eurosibiřské podoblasti, která se dále dělí na provincie (většina našeho území náleží ke Středoevropské provincii, z jihu k nám zasahuje Ponticko-panonská provincie. Naše území lze rozdělit na čtyři obvody – obvod hercynské, sudetské, karpatské a panonské květeny.

Paleotropická oblast zahrnuje většinu Afriky (s výjimkou Kapské oblasti) a větší část Oceánie (včetně Nového Zélandu). Rozsahem je druhou největší oblastí, ale z hlediska druhové rozmanitosti jde o vůbec nejbohatší oblast. Neotropická oblast zahrnuje Střední a Jižní Ameriku, Kapská oblast zahrnuje pouze jihozápadní cíp afrického kontinentu a je rozlohou nejmenší fyto geografickou oblastí, její květena je však relativně bohatá. Australská oblast zahrnuje pouze Austrálii a Tasmánii a její flóra je velmi svérázná v důsledku dlouhodobě izolovaného vývoje. Nejchudší květenu má Antarktická oblast, která vedle vlastní Antarktidy zaujímá také přilehlé ostrovy (zhruba po 50° j. š.) a část Patagonie.

Zoogeografické členění zemského povrchu

Podobně lze území světa rozdělit do šesti základních zoogeografických oblastí (ty jsou někdy sdružovány do zoogeografických říší – viz tabulka).

ŘÍŠE	OBLAST	PŘÍKLADY TYPICKÝCH ŽIVOČICHŮ
Holoarktis	Palearktická	los, sob, jezevec lesní, rys ostrovid
	Nearktická	vlk, bobr, kojot, bizon, mýval severní štika, okoun
Paleotropis	Indomalajská	slon, nosorožec yak, tygr
	Etiopská	zebra, antilopa, lev, žirafa
Neotropis (= Neogea)	Jihoamerická	lama, činčila, piraña, kondor andský
Notogea	Australská	klokan, ptakopysk, ježura, koala

Zdroj: Buchar 1983

Území Evropy, Asie a severní Afriky náleží k Palearktické oblasti, zatímco Severní Amerika náleží k Nearktické oblasti (fauna obou těchto oblastí jeví řadu příbuzností, a je proto sdružována do společné říše Holoarktis). Většina Afriky (s výjimkou Afriky severní) tvoří Etiopskou oblast, ke které patří také ostrov Madagaskar. Indomalajská oblast zahrnuje jižní a jihovýchodní Asii a spolu s etiopskou oblastí je sdružována do společné říše Paleotropis. Jihoamerická oblast (říše Neotropis) zaujímá Jižní a Střední Ameriku, někdy je k ní přiřazována i Antarktida. Z důvodů dlouhodobé izolace je zcela svérázná (podobně jako v případě flóry) Australská oblast (říše Notogea).

Území České republiky náleží k Eurosibiřské podoblasti, která je jednou ze čtyř podoblastí, které jsou vyčleňovány v rámci Nearktické oblasti. Z této podoblasti k nám zasahují provincie stepí (panonský úsek), provincie listnatých lesů (český a podkarpatský úsek) a provincie středoevropských pohoří, která se dále dělí na podprovincii karpatských pohoří (západokarpatský úsek a východokarpatský úsek) a podprovincii variských pohoří (úsek Českého masivu).

Geografická zonálnost vegetace

Z geografického hlediska má mimořádný význam členění bioty na základě šířkové pásmovitosti a výškové stupňovitosti. Oba tyto projevy geografické zonálnosti se vzájemně doplňují a velmi zjednodušeně lze říct, že výšková pásma jsou určitou obdobou pásem šířkových – např. biota vyšších poloh listnatých lesů mírného pásu se do jisté míry podobá biotě tajgy (tzv. horská tajga), v ještě vyšších polohách biotě tundry (horská tundra). Tato doba však zdaleka není absolutní!

Na základě geografické zonálnosti rozlišujeme jednotlivá vegetační pásma (biomy).

Tropické deštné lesy zaujímají část tropického pásu, jen výjimečně zasahují za obratníky. Průměrné teploty jsou vysoké (24–29 °C) a zároveň značně vyrovnané během dne i během roku. Mimořádně vysoká je vlhkost vzduchu a srážky dosahují několika tisíc mm ročně. Podobně jako teploty jsou celoročně vyrovnané a pravidelné, nejvyšší úhrny jsou zaznamenávány v době, kdy Slunce vrcholí nad obzorem v zenitu (tzv. zenitální deště). Nejrozsáhlejší oblasti tropických deštných lesů se nacházejí v Amazonii, Guinejském zálivu, v jihovýchodní Asii, a v severovýchodní Austrálii.

Důsledkem silného chemického zvětrávání je zde lateritizace (tj. vytváření načervenalých půd s nepatrným množstvím humusu). Dochází zde k rychlému koloběhu látek (tzn. rychlý rozklad, kořeny rychle natáhnou živiny do stromů, a hlavní zásoba živin je tak ve vegetaci, nikoliv v půdě). Po vykácení a následné přeměně na plantáže proto půda rychle ztrácí úrodnost.

Tropické deštné lesy se vyznačují mimořádnou druhovou pestrostí, která je dokonce vyšší než ve všech ostatních biomech dohromady). Můžeme zde rozlišit nejméně tři stromová patra, nejvyšší stromy mohou ojediněle dosahovat do výšky až 90 m. V důsledku stálosti podmínek během roku (nestřídají se roční období) stromy nemají letokruhy. Hojné jsou zde epifyty (rostliny, které rostou na jiných rostlinách) a liány. Bylinné patro je v důsledku nedostatku světla naopak poměrně chudé a místy dokonce zcela chybí.

Současné rozšíření tropických deštných lesů je mnohem menší v porovnání s přirozeným stavem (viz kapitola Ohrožení biodiverzity). Vedle druhové rozmanitosti spočívá význam tropických deštných lesů také v tom, že se až z jedné třetiny podílejí na celosvětové produkci kyslíku.

Na pobřeží především tropických moří se vytvářejí zvláštní pobřežní porosty zvané mangrovy. Stromy mají chůdovité kořeny, což je výhodné k upevnění v nepevném dnu. Dalším přizpůsobením je živorodost – tzn. že klíčení a počáteční růst mladých rostlin se realizuje ještě na mateřské rostlině.

Tropické poloopadavé a opadavé lesy navazují na pás tropických deštných lesů. Panují zde nevelké rozdíly teplot mezi chladným (15–20 °C) a teplým obdobím roku (25–30 °C). Mrazy se nevyskytují, ale nejnižší teploty se jim blíží. Roční úhrn srážek činí 700–2000 mm a jsou během roku rozloženy nepravidelně. Omezujícím činitelem pro vegetaci nejsou tedy teploty, ale množství srážek, zvláště délka období jejich nedostatku (období sucha, které se prodlužuje směrem k vyšším zeměpisným šířkám).

Typy poloopadavých a opadavých lesů jsou podmíněny délkou období sucha. Poloopadavé lesy (listy shazuje pouze horní vrstva stromového patra) navazují na tropické deštné lesy. Je zde menší podíl lián a díky menšímu zastínění je pestřejší keřový a bylinný podrost. V tropických opadavých lesích (= lesy monzunové) shazuje listy většina dřevin. Nacházejí se v územích s delším obdobím sucha. Zápoj korun bývá řidší, takže je zde více světla a bylinné patro bývá bohatě vyvinuto. Podíl epifytů a lián bývá menší. V Austrálii jsou jejich obdobou některé typy vřdyzelených, ale bezstinných blahovičnickových lesů, které dostatkem světla umožňují bohatý rozvoj bylinného patra. Sucholesy se vyvíjejí v oblastech, kde je období sucha delší než 5 měsíců a roční úhrn srážek nižší než 1000–750 mm. Stromové patro bývá jednoduché, často podstatně nižší než 15 m. V období sucha jsou dřeviny zcela bez listů. Epifyty téměř scházejí, liány jsou sporadické. V podrostu bývají hojné sukulentky.

Podobně jako tropické deštné lesy jsou i poloopadavé a opadavé lesy na rozsáhlých územích káceny a vypalovány.

S prodlužujícím se obdobím sucha přecházejí tropické poloopadavé a opadavé lesy v savany. Rozdíly průměrných měsíčních teplot nejsou velké – nejchladnější období má průměrné teploty 15–20 °C, nejteplejší 25–30 °C. Podstatnější rozdíly jsou mezi denními a nočními teplotami. Ojedinele se mohou v noci, v chladnějším období, vyskytnout i slabé mrazy. Období sucha trvá v savanách 8–10 měsíců, období srážek 2–4 měsíce. V savanách převažují vysoké trávy (výška 2 až 3 m) a dřeviny se objevují spíše ojedinele, v nezapojeném porostu (baobab či kadidlovník v Africe, blahovičníky v Austrálii).

Díky častým požárům zde najdeme řadu pyrofytů (tzn. rostliny adaptované na požáry, které mají silnou borku a jejich diaspory klíčí po přehoření). Typickými živočichy savan jsou sloni, zebry, žirafy, antilopy, lvi aj.

Velké plochy savan jsou v důsledku lidské činnosti přeměňovány v plantáže a v pastviny. Nejvíce se pěstuje kávovník, kakaovník, podzemnice olejná, bavlník a cukrová třtina. Nadměrná pastva, zejména v sušších savanách, může vést až k dezertifikaci (tzn. rozšiřování pouští).

Rozsáhlé plochy savan se nacházejí v Africe, Indii, Jižní Americe (llanos a campos) a v Austrálii.

Tropické pouště a polopouště se vyznačují ročním úhrnem srážek do 250 mm (často však bývá podstatně menší, případně srážky téměř zcela scházejí nebo přicházejí jen jednou za několik let). V blízkosti moří jsou dešťové srážky nahrazeny nebo doplněny srážkami z mlh. Za pravou poušť je považováno území s méně než 25 mm srážek za rok. Rozdíly teplot, zejména mezi dnem a nocí, jsou zde extrémní (40–50 °C) a značné jsou i rozdíly teplot během roku. Říční síť tvoří většinou jen občasné toky, které se v Africe nazývají vádí, v Austrálii creek.

Podle charakteru rozeznáváme *pouště kamenité* (hamada), *oblázkové* (serir), *písečné* (erg), *hlinité* či *jílovité* a *solné*. Vegetace pouští je velmi řídká, místy zcela chybí. Extrémní podmínky vyžadují přizpůsobení k využití nepatrného množství vláh, k jejímu zadržení a k co největšímu snížení výparu regulací transpirace. Přizpůsoben je také kořenový systém. Snahou je buď dosáhnout co největších hloubek (až 30 m), což slouží k zachycení půdní vody ve velkých hloubkách, nebo se kořeny rozrůstají v mnohametrových vzdálenostech do stran. To zase umožňuje zachycení co největšího množství vody bezprostředně během srážek. Typickými pouštními rostlinami jsou tamaryšky a chvojníky na Sahaře, stromové pryšce v jižní Africe či kaktusy a opuncie na americkém kontinentu.

Živočichové se přizpůsobují nejen tělesně, ale i způsobem života. Například velký rozdíl teplot mezi dnem a nocí nutí živočichy k určitému dennímu režimu. Během poledního a odpoledního žáru je drtivá většina živočichů ukryta – např. ve skalních štěrbinách, pod balvany či v norách, které si vyhrabávají v písku. Poušť působí v tuto dobu téměř zcela mrtvým dojmem. Nejpříjemnější částí pouštního dne je soumrak a začátek noci, kdy většina živočichů opouští své úkryty a vydávají se za potravou, a to jak živočichové býložraví, tak jejich predátoři. Tepla však rychle ubývá a po několika hodinách je již tak chladno, že se většina živočichů vrací do svých podzemních úkrytů. Uprostřed noci je poušť, stejně jako za dne, zdánlivě zcela bez života.

Pásky etésiové vegetace se rozvinuly v oblastech se suchým a teplým létem (21–23 °C, ojedinele až 27 °C) a mírnou, deštivou zimou (5–12 °C), Mráz je zde ojedinelý a s výjimkou vyšších nadmořských výšek krátkodobý. Hlavní oblast rozšíření je okolo Středozemního moře a dále v jižní Africe, jihozápadní Austrálii a na západním pobřeží Severní Ameriky.

Původní vegetaci by zde tvořil les stálezelených dřevin s kožovitými listy (adaptace na letní sucho a horko, srážky spíše v zimě, která je mírná). Tento pás však patří mezi člověkem nejvíce narušené oblasti světa, neboť se nachází v oblastech vesměs klimaticky velmi příhodných s vysokou úrodností půd apod. Původní porosty byly např. v Evropě velmi bohaté, zatímco druhotné porosty jsou z hlediska biodiverzity výrazně chudší. Tyto druhotné porosty, které vznikly namísto vykáce-

ných lesů, se nazývají macchie (Francie), tomillares (Španělsko), šibljak (státy býv. Jugoslávie) či frygana (Řecko). Jsou většinou tvořeny těžko prostupnými trnitými keři. Obnažené půdy zde velmi snadno podléhají erozi.

Typickými příklady původních druhů etésiové vegetace jsou v Evropě dub korkový, myrta obecná, zimozelený, dub cesmínový či planika, v Severní Americe zejména vždyzelené duby, škumpa, břestovec západní či jalovec kalifornský. V Austrálii převažují (podobně jako v poloopadavých a opadavých tropických lesích) blahovičníky, avšak jiných druhů.

Lesy vlhkého mezotermního klimatu – jsou narozdíl od pásu etésiové vegetace bohaté na srážky během celého roku (roční úhrn činí 1200–2700 mm, někdy až 3800 mm). Teploty se v létě pohybují kolem 22 °C, v zimě mezi 8–12 °C. Rozdíly teplot mezi dnem a nocí bývají malé (zhruba kolem 10 °C).

Nacházejí se zejména ve východní Asii, ve východní Austrálii, na Novém Zélandu, v části Jižní Ameriky, na Kanárských ostrovech, Azorech, Madeiře a v části Kalifornie. Zasažují sem jednak druhy tropických lesů (např. z čeledi morušovníkovité, vavřínovité, čajovníkovité), jednak lesů mírného pásu (duby, šácholany, jírovce, kaštan, ořešák, pabuky, cesmína aj.).

Stepi se vyznačují velkými teplotními rozdíly mezi horkým létem (20 až 24 °C) a chladnou zimou (–10 až –16 °C). Maximum srážek je na jaře, kdy je i nejvyšší růstová aktivita rostlin. Celkový úhrn srážek bývá poměrně nízký (250–600 mm).

Převažují zde černozemě a kaštanové půdy, vegetace je tvořena zejména travami (kavyl, kostřava aj.) a bylinami s podzemními orgány jako jsou hlízy či cibule (tulipán, kosatec, česnek, šafrán, křivatec). Dřeviny většinou zcela chybí. Z živočichů jsou typičtí hlodavci.

Největší oblasti rozšíření stepí jsou v Severní Americe (prérie), v Jižní Americe (pampy) a ve střední Asii. Stepí byly velmi pozměněny činností člověka (rozorány v pole apod.).

Ještě sušší je podnebí pouští a polopouští mírného pásu. Roční úhrn srážek dosahuje kolem 50 mm, výjimečně 200 mm, s výrazným maximem časně na jaře a jinak dlouhým obdobím zcela beze srážek. Mimo to jsou časté výkyvy mezi jednotlivými roky, takže v některém roce nemusí spadnout žádné. Léto je horké a bezoblačné (s průměrnými teplotami 22–27 °C, místy až 32 °C, polední teploty mohou dosáhnout až 50 °C), zima je velice studená (s průměrnými teplotami –4 až –24 °C a mrazy až –50 °C). Sněhová pokrývka bývá velice slabá nebo zcela chybí. Značné jsou rozdíly teplot mezi dnem a nocí (i během léta jsou časté noční mrazíky).

Pouště a polopouště mírného pásu se podobně jako stepi nacházejí v Severní i Jižní Americe a ve střední Asii. Půdy jsou zde slabě vyvinuté a místy zcela chybí. Pokryvnost vegetace je velmi malá, místy vegetace zcela chybí. Adaptace rostlin a živočichů jsou podobné jako v tropických pouštích.

Druhové složení je velmi chudé. Zastoupeny jsou především čeledi lipnicovité, hvězdnicovité, merlíkovité, hvozdíkovité, liliovité a v Americe hlavně opunciovité. Ze sporadicky zastoupených dřevin jsou to v eurasijských pouštích (tak jako v pouštích tropických) hlavně zástupci rodů chvojník, saksaul, tamaryšek apod. Přesto však v některých pouštích mohou tyto dřeviny vytvářet místy dosti rozsáhlé (i když řídké) porosty – např. v pouštích Karakum a Kyzylkum saksauly, dorůstající 2–3 m výšky.

Pro opadavé listnaté lesy je charakteristická průměrná roční teplota kolem 10 °C, mezi jednotlivými ročními obdobími jsou však značné rozdíly. Limitujícím faktorem pro flóru i faunu je chladné období roku, kdy není k dispozici voda a teploty jsou nejnižší. Srážky se pohybují kolem 500–1500 mm a nejvíce jich spadne v létě. Vegetační období (tj. průměrná teplota nad 10 °C) je delší než 120 dnů.

Opadavé listnaté lesy zaujímají většinu Evropy, východ Severní Ameriky, východ Asie, Chile a Nového Zélandu. Převažují zde stromy a keře s opadavými listy a dobře krytými pupeny,

částečně sem zasahují i jehličnany (borovice, jedle, smrky). Dobře vyvinuté je bylinné patro, zvláště jarní a předjarní aspekt (řada rostlin kvete před olistěním stromů).

Asijské a severoamerické opadavé listnaté lesy jsou druhově bohatší než evropské, které byly výrazně ochuzeny během střídání dob ledových a meziledových (pohoří v Evropě mají převážně poledníkový směr, což zabránilo plynulému posunu vegetačních pásů během ochlazování a následných oteplování).

Typickými druhy evropských opadavých listnatých lesů jsou zejména duby a buky, javory, jasany, habry, jilmy, vrby, topoly aj., v Severní Americe a východní Asii k nim přistupují ořešáky, morušovníky, břestovce, platany aj. Na jižní polokouli jsou dominantními dřevinami pabuky.

Opadavé listnaté lesy byly dlouhodobě ovlivňovány člověkem, na velkých plochách došlo k odlesnění a k přeměně v kulturní step. Došlo také k zavlečení řady geograficky nepůvodních druhů a k náhradě původních druhově i věkově různorodých porostů stejnověkými monokulturami.

Boreální jehličnaté lesy se rozkládají v Eurasii (zde jsou označovány jako tajga) a v Severní Americe. Podnebí se v tomto pásu vyznačuje nízkým úhrnem srážek (do 600 mm), ale také malým výparem. Délka vegetačního období je zde minimálně 30 dnů (tj. podmínka pro souvislé rozšíření dřevin) a značné jsou zde rozdíly teplot mezi létem (10–20 °C) a zimou (–10 až –36 °C) i mezi dnem a nocí. Na jižní polokouli nejsou tyto lesy vyvinuty, ani tam nemají období.

Rozklad probíhá pomalu, proto je zde velká vrstva opadanky s řadou hub. Převažují podzolové půdy. Četné jsou bažiny jako důsledek malého výparu a také špatného odtoku (v oblasti hlavního rozšíření převažuje rovinatý terén). Proto se také tvoří četná rašeliniště.

Převažují zde jehličnany (smrk, borovice, jedle, modřín), listnaté dřeviny se uplatňují jen v malé míře (bříza, olše, topol, vrba, jeřáb). Keřové patro je druhově chudé (meruzalka, zimolez, bez), liány jsou pouze ojedinělé (plamének sibiřský). Příklady typických živočichů jsou los, medvěd, rosomák, sobol aj.

Tundry se nacházejí hlavně na severní polokouli (severní okraj Eurasie a Severní Ameriky, pobřeží Grónska a Islandu), na jižní polokouli jsou omezeny na nezaledněné pobřeží Antarktidy a přilehlé ostrovy. Podnebí tunder se vyznačuje nízkými srážkami (150–300 mm), minimální je zde však také výpar. Charakteristický je pro tundry permafrost (dlouhodobě zmrzlá půda, rozmrzající jen na povrchu). Vegetační období je krátké (méně než 1 měsíc). Důležitým ekologickým faktorem je vítr, zvláště v zimním období, kdy narušení sněhové pokrývky znamená zároveň narušení teplotní izolace.

Vegetace tunder je otevřená, nízká a nesouvislá (lišejníky, mechy, trávy, ostřice, zakrslé dřeviny), její druhové složení je velmi chudé. Stáří některých rostlin může být značné, což lze vysvětlit jejich zdoluhavým růstem. U bylin bylo mnohdy zjištěno stáří 100 let, u keřů 200 let a např. u jalovce nízkého bylo při průměru 83 mm napočítáno 544 letokruhů.

Ze zakrslých dřevin zde rostou například vrba polární, vrba arktická, ostružiník moruška, ze vždyzelených keřů např. šicha černá, z bylin metlice křivolaká, psárka luční, pryskyřník sněžný aj. Typickými živočichy tundry jsou sobi, pižmoni, lumíci, liška polární, vlk, bělokur, sovice sněžná aj.

Největší zastoupení dřevin je na hranici s boreálními jehličnatými lesy (lesotundra), směrem do vyšších zeměpisných šířek přechází lesotundra v tundru keřovou a dále keřikovou, mechovou a lišejníkovou. Na ni navazují zejména v Antarktidě a Grónsku polární pustiny s extrémními podmínkami (téměř beze srážek, teploty až –70 °C). Život se zde soustřeďuje jen tam, kde polární pustiny navazují na mořské pobřeží (např. tučňáci, tuleni, mroži, medvěd lední aj.).

Výšková stupňovitost vegetace na území České republiky

Zásadním geografickým faktorem, který určuje rozmístění vegetace na území ČR je nadmořská výška. Z ní vyplývá výšková stupňovitost vegetace. V horách se mění úhel dopadu slunečních paprsků (sklon svahů) a klesá vliv dlouhodobého vyzařování zemského povrchu. Za normálních atmosférických podmínek klesá teplota s nadmořskou výškou průměrně o 0,65 °C na 100 m. Zároveň se zkracuje vegetační období o 3–4 dny na 100 m.

Vedle přírodních podmínek se na druhovém složení aktuální vegetace do značné míry podílel svou činností člověk. Oproti původní 95% lesnatosti dnes pokrývají lesy jen asi 33 % našeho území. Původně listnaté lesy nižších a středních poloh byly na značných plochách přeměněny na smrkové či borové monokultury a v našich lesích byla vysazena řada geograficky nepůvodních druhů dřevin (dub červený, borovice vejmutovka, douglaska, trnovník akát aj.).

Aktuální vegetace tak na mnoha místech neodpovídá přirozenému stavu (tzv. rekonstruovaná přirozená vegetace). Pokud bychom vyloučili jakékoliv další činnosti člověka, po určitém čase by se vytvořila potenciální přirozená vegetace, blízká svým druhovým složením rekonstruované přirozené vegetaci. Velmi zjednodušeně můžeme říci, že v nejnižších polohách by převažovaly doubravy, na ně by navazovaly bučiny, dále smrčiny a nad horní hranici lesa subalpínská a alpínská vegetace. Tam, kde je vliv azonálních podmínek významnější než vliv podmínek zonálních (např. podél vodních toků, na živinami chudých substrátech apod.) by se vytvořila tzv. azonální vegetace (např. lužní lesy, bory, roklinové a suťové lesy, rašeliniště aj.).

V nižších polohách (zhruba do 450 m, výjimečně do 600 m) tvoří potenciální přirozenou vegetaci na našem území převážně dubohabřiny a lipové doubravy. Dominantními dřevinami by zde byly dub letní, dub zimní, habr obecný a lípa srdčitá. V keřovém patru převažuje třešeň ptačí, hloh, líska obecná, javor babyka, svída krvavá a ptačí zob obecný. Mezi typické druhy bylinného patra patří plicník lékařský, sasanka hajní, konvalinka vonná, černýš hajní, lipnice hajní, prvosenska jarní, hrachor jarní. Na živinami chudších stanovištích by se uplatnily břízy, borovice lesní, topol osika, krušina olšová, ostružiník aj.

Na živinami chudých substrátech by v těchto nadmořských výškách převažovaly druhově chudé listnaté nebo smíšené doubravy – např. biková doubrava s převládajícím dubem zimním a slabší příměsí břízy bělokoré, habru, buku, jeřábu a lípy, na sušších místech i borovice; jedlová doubrava s převládajícím dubem zimním a jedlí; brusinková borová doubrava s převládajícími duby zimním či letním a borovicí lesní, s častou příměsí jeřábu či břízy, v keřovém patru s hojnou krušinou olšovou aj., v bylinném patru jsou hojné keříky jako brusnice borůvka, brusnice brusinka, vřes obecný aj.

Na živinami bohatých substrátech v teplých a suchých oblastech (často na vápencových podkladech) by převažovaly teplomilné doubravy s dubem pýřitým (šípákem) a s bohatým keřovým patrem, tvořeným jeřábem břekem, jeřábem mukem, habrem, dřínem, javorem babykou, hlohem, lískou aj.

V nadmořských výškách zhruba 550–900 m tvoří potenciální přirozenou vegetaci květnaté bučiny s převažujícím bukem lesním, doplněným dalšími dřevinami (jedle bělokorá, javor klen, v nižších polohách také duby, habry a lípy). Typickou dřevinou keřového patra je zde bez hroznatý, pro bylinné patro jsou typickými druhy např. kyčelnice devítिलistá, mařinka vonná, vraní oko čtyřlísté, věsenka nachová aj.

Klimaxové a podmáčené smrčiny („horská tajga“) se přirozeně vyskytují v nadmořských výškách mezi 900–1350 m, v nižších polohách pouze na zamokřených stanovištích (v terénních depresích apod.). Vedle dominantního smrku ztepilého je zde v menší míře zastoupen také buk lesní, javor klen, jedle bělokorá či jeřáb ptačí. Mezi typické druhy bylinného patra patří např. šťavel kyselý, dřípatka horská (jen jihozápad ČR), žebrovice různolistá aj.

Horní hranice lesa je výšková linie, nad kterou průměrná teplota nejteplejšího měsíce roku klesá pod 10 °C a vegetační období je kratší než 3 měsíce (dle jiného vymezení je průměr ročních teplot nad horní hranicí lesa nižší než 2,5 °C, vegetační období je kratší než 60 dnů a sněhová pokrývka se většinou udrží déle než 180 dní v roce).

Nad horní hranicí lesa převažuje subalpínská (zhruba 1350–1550 m) a alpínská (nad 1550 m) vegetace („horská tundra“), tedy přirozené bezlesí, v nižších polohách s dominantní borovicí klečí (kosodřevinou).

Azonální rozšíření mají lužní lesy v nivách vodních toků. Dominantními dřevinami jsou zde topol bílý, topol černý, topol osika, jasan ztepilý, dub letní, jilm habrolistý, bez černý, střemcha hroznovitá, brslen evropský, na vlhčích stanovištích olše lepkavá a vrby. Typickými druhy bylinného patra jsou např. dymnivka dutá, chmel otáčivý, lilek potměchuť, česnek medvědí, bledule jarní, sněženka podsněžník, orsej jarní, netýkavka nedůtklivá aj.

Suťové a roklinové lesy jsou charakteristickým azonálním vegetačním pokryvem na sutích a balvanitých rozpadech s nevyzrálými půdami, často v zaříznutých údolích. Typickými dřevinami jsou jasan ztepilý, jilm horský, javor klen, javor mléč či lípa velkolistá, z keřů zejména bez černý, meruzalka alpská, svída krvavá, brslen evropský a vzácně také tis červený. Typickými druhy bylinného patra jsou např. kakost smrdutý, kopřiva dvoudomá, kuklík městský, vlaštovičník větší, měsíčnice vytrvalá, bršlice kozí noha, pitulník žlutý, zvonek kopřivolistý aj.

Rašeliniště představují nelesní společenstva, někdy je však vyvinuto keřové patro s převažující olší lepkavou, břízou pýřitou a různými druhy vrb. Z menších keřů jsou pro rašeliniště typické rojovník bahenní, klikva bahenní, šicha černá či brusnice brusinka, z bylin rosnatka okrouhlostá, suchopýr pochvatý aj. Zcela charakteristické jsou mechy rodu rašeliník (*Sphagnum*).

Seznam použité a doporučené literatury:

- Begon, M. – Harper, J. L. – Townsend, C. R.** (1997): *Ekologie: Jedinci, populace, společenstva*. Nakladatelství UP, Olomouc.
- Buchar, J.** (1983): *Zoogeografie*. SPN, Praha
- Cox, C. B., Moore, P. D.** (2000): *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*. Blackwell Science, London.
- Culek, M.** (1996): *Biogeografické členění České republiky*. Engima, Praha
- Henderson, S., Dawson, T. P., Whittaker, R. J.** (2006): Progress in invasive plants research. In: *Progress in Physical Geography*, 30, I, s. 25–46
- Hendrych, R.** (1983): *Fytogeografie*. SPN, Praha, 224 s.
- Holden, J.** (2005): *An introduction to Physical Geography and the Environment*. Pearson Education Limited, Harlow, England, 664 s.
- Huggett, R. J.** (2004): *Fundamentals of Biogeography*. Second edition. Routledge, Abingdon, 439 s.
- Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M.** (2001): *Katalog biotopů České republiky*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 307 s.
- Kubát, K. a kol.** (1998): *Botanika*. Scientia, Praha, 232 s.
- Matějček, T.** (2005): Biodiverzita jako geografický problém. In: *Geografické rozhledy*, 14, č. 5, s. 124–125
- Matějček, T.** (2005): Ohrožená biodiverzita. In: *Geografické rozhledy*, 15, č. 1, s. 12–13
- Matějček, T.** (2006): Šíření rostlin v krajině. In: *Geografické rozhledy*, 15, č. 5, s. 12–13
- Matějček, T. a kol.** (2007): *Malý geografický a ekologický slovník*. Nakladatelství ČGS, Praha, 136 s.
- Míchal, I.** (1994): *Ekologická stabilita*. Veronica, Brno, 276 s.
- Opravil, E., Drchal, K.** (1987): *Jak rostliny cestují*. Albatros, Praha
- Moldan, B.** (1997): *Příroda a civilizace*. SPN, Praha, 148 s.
- Neuhäuslová, Z. a kol.** (1998): *Mapa potenciální přirozené vegetace ČR*. Academia, Praha
- Opravil, E., Drchal, K.** (1987): *Jak rostliny cestují*. Albatros, Praha
- Papáček, M. a kol.** (1994): *Zoologie*. Scientia, Praha, 288 s.
- Plesník, J. – Roth, P.** (2004): *Biologická rozmanitost na Zemi: stav a perspektivy*. Scientia, Praha, 261 s.
- Pyšek et al.** (2002): Catalogue of alien plants of the Czech republic. In: *Preslia*, 74, č. 2, s. 97–186
- Pyšek, P. – Tichý, L.** (2001): *Rostlinné invaze*. Rezekvítek, Brno, 40 s.
- Sádlo, J., Storch, D.** (2000): *Biologie krajiny. Biotopy České republiky*. Vesmír, Praha, 2. vydání, 96 s.
- Sedlag, U.** (1986): *Zvířata na zeměkouli*. Panorama, Praha
- Šefrová, H., Laštůvka, Z.** (2005): Catalogue of alien animal species in the Czech Republic. *Acta univ. agric. et sivic. Mendel. Brun.*, LIII, No. 4, s. 151–70
- Williamson, M.** (1996): *Biological invasions* – Chapman & Hall, London, 224 s.
- Wilson, E. O.** (1995): *Rozmanitost života*. Nakl. Lidové noviny, Praha, 444 s.