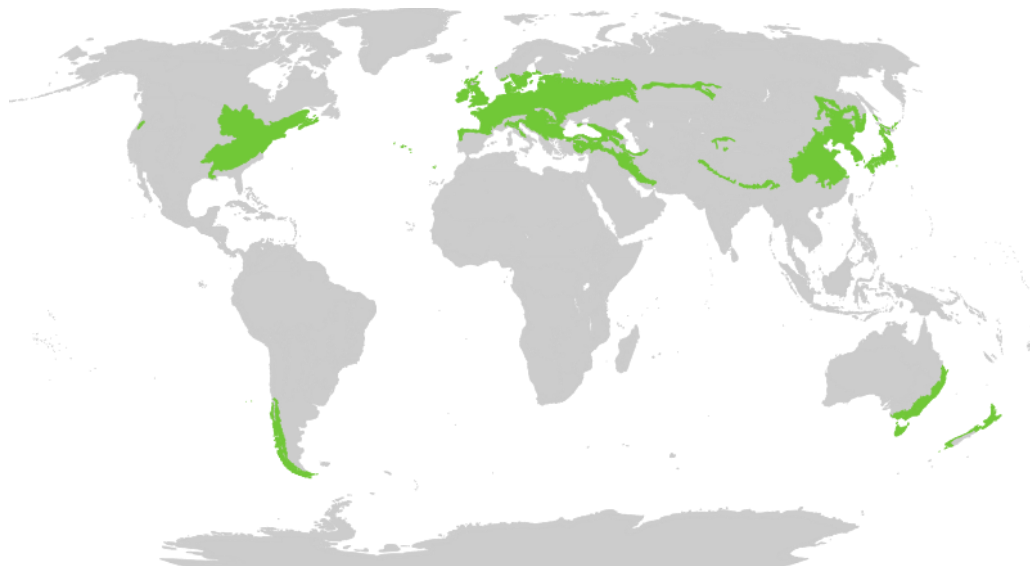


Opadavé lesy mierneho pásma

Do tohto biómu patria aj stredoeurópske dúbavy a bučiny, ktoré tvoria dominantný typ ekosystému v nížinách, pahorkatinách a nižších hornatinách v strednej Európe, preto je nám dôverne známy. Ako hovorí jeho názov, dominujú v ňom listnaté stromy, ktoré na jeseň zhadzujú lístie. Je to adaptácia proti vyschnutiu v zimnom období, kedy zamrzá pôda a korene rastlín sa preto nedokážu dostať k potrebnej vode. Opadavé stromy vytvárajú tenké jemné listy s krátkou životnosťou, približne 5 – 6 mesiacov. Listy sú schopné veľmi efektívne využiť slnečnú energiu, avšak každoročná obnova asimilačného aparátu je energeticky náročná. Preto musia dreviny behom vegetačnej sezóny nahromadiť dostatok zásobných látok a pripraviť sa na zimu. Najmä musí dôjsť k vyzretiu (lignifikácii) letorastov, aby nezmrzli. Ako sa leto blíži ku koncu, dni sa skracujú a teploty klesajú. So skracujúcou sa dĺžkou dňa dreviny prestávajú zásobovať určité časti svojho tela živinami. Rast stromu sa spomalí a zastaví. S týmito zmenami listy znižujú produkciu auxínov, ktoré stimulujú rast rastliny a zvýšia produkciu etylénu, ktorý inhibuje rast buniek. Listy zastavia produkciu chlorofylu a množstvo živín z listov prechádza do konárov alebo kmeňa, kde sú počas zimy uskladnené. Tento proces vystavuje zostatkové pigmenty zmene farby listov zo zelených na žlté, oranžové a červené. Starnúce listy produkujú etylén, ktorý stimuluje enzymatickú aktivitu v bunkách oddeľovacej zóny na kontakte stopky (petiola) a drevnatej stonky. Enzýmy celuláza a pektináza rozkladajú bunkové steny v oddeľovacej zóne a zároveň sa na strane stonky vyvíjajú bunky tvoriace oddeľovaciu korkovú vrstvu. Zima je obdobím vegetačného pokoja, dochádza však k postupnému rozkladu opadaného lístia, čím sa uvoľňujú živiny, ktoré sú na jar okamžite dostupné. Skoro na jar so zvyšujúcou sa teplotou pôdy dochádza k rozvoju bylín. Kvitne a plodí množstvo geofytov a hemikryptofytov, ktoré využívajú čas, keď ešte stromy nemajú listy, takže k zemi preniká dostatok slnečného žiarenia. Čoskoro totiž začnú stromy opäť vytvárať listy čím zatienia väčšiu časť pôdneho povrchu. To vedie k odumieraniu nadzemných častí jarných geofytov a v lese nájdeme len tieňomilné druhy, ktoré dokážu rásť aj pod olistenými korunami stromov. Keď zatienenie dosiahne takej intenzity, že k zemi prenikne menej ako 1% svetla dopadajúceho na korunovú etáž, byliny v podrade nedokážu rásť. Problémom pre byliny môže byť aj konkurencia o vodu s koreňmi drevín. Mnohé druhy bylín preto intenzívne vegetujú na jeseň po opadnutí lístia.

Rozšírenie

Ťažisko rozšírenia biómu opadavých lesov mierneho pásma je v západnej a strednej Európe a ďalej pokračujú cez Rusko ako klin medzi stepami a tajgou až po Ural. Nájdeme ich v časti Turecka, Iránu a v oblasti Kaukazu. Rozsiahla oblasť bohatých lesov rastie v juhovýchodnú časť Ruska, východnej Číny, Kórei a Japonsku. Pokrývajú väčšinu východnej časti USA a asi 200 km široký pobrežný pás na západe Severnej Ameriky od Kalifornie po Aljašku, kde v zmiešaných lesoch rastú opadavé a ihličnaté druhy. Na južnej pologuli sa nachádza omnoho menej pevniny ležiacej vo vhodných klimatických podmienkach, preto ich môžeme nájsť iba v najjužnejšej časti Južnej Ameriky v Chile a Argentíne a na Novom Zélande (Obr. 1.1).



Obrázok 1.1: Poloha listnatých a zmiešaných lesov mierneho pásma.

Podnebie

V lesoch mierneho pásma sú odlišené štyri ročné obdobia - jar, leto, jeseň a zima. Priemerná ročná teplota je okolo 10 °C. Podnebie sa vyznačuje miernymi až chladnými zimami. Vzdialenosť od oceánov sa prejavuje najmä na zimných teplotách, ktoré klesajú smerom do vnútra kontinentov, keďže sa ráz klímy mení od oceánskej k subkontinentálnej. Letá sú mierne teplé s pár extrémne horúcimi alebo chladnými dňami. Teplých mesiacov je 4 až 6, júlový priemer teplôt sa pohybuje okolo 20 °C. Vegetačná sezóna má aspoň 120 dní s priemernou teplotou nad 10 °C. Celkovo trvá najmenej pol roka, v južných oblastiach Severnej Ameriky, západnej Európy a východnej Ázie, ako aj v severnejšie ležiacich oblastiach opadavých listnatých lesov Južnej Ameriky (severná Patagónia) môže trvať aj dlhšie. Ročný úhrn zrážok v podobe dažďa alebo snehu je v amplitúde od 450 mm do 1 500 mm. Zrážky sú zvyčajne rozložené počas roka, avšak najviac zrážok spadne v lete.

Stromy v lese vytvárajú špecifické mikroklimatické podmienky. Presvedčiť sa o tom môže každý, stačí v horúcom letnom dni vojsť z lúky do lesa. V lese je príjemne, chladnejšie, ale nie je to spôsobené iba tieňom, ktorý vrhajú koruny stromov. Strom s priemerom koruny 5 m zaberá plošný priemet asi 20 m². Na takúto korunu dopadne v jasnom letnom dni aspoň 120 kWh slnečnej energie. Percento z nej sa spotrebuje na fotosyntézu, 5 až 10 % je odrazených naspäť vo forme svetelnej energie, rovnaké množstvo sa drží vo forme tepelného žiarenia a rovnaké množstvo zohreje pôdu. Asi 80% dopadajúcej energie je vloženej do procesu transpirácie, teda výparu vody stromom. Strom, ktorý má dostatočný prísun vody odparí denne viac ako 100 litrov vody. Na výpar 1 litra sa spotrebuje 2,5 MJ (0,7 kWh), strom teda pri spotrebe 100 litrov vody využije 250 MJ (70 kWh) slnečnej energie. Keď toto množstvo prerátame na 14 hodín letného dňa, dostaneme výkon 5 kWh, čo je porovnateľné s výkonom bežnej klimatizácie, ktorý sa pohybuje medzi 2,5 a 7 kWh. Odparená voda v chladnejšom prostredí, napr. nadržanom, kondenzuje a vzniká rosa, čím vyžiari teplo. Strom takto cez deň vzduch v lese chladí a zvlhčuje a vnoci ho zohrieva, čím vyrovnáva teplotné výkyvy. V zime je strom bez listov, takže nechladí, ale vďaka tomu, že má tmavú kôru sa zahrieva a prostredie otepľuje.

Lesy však nerastú iba tam, kde je vhodné podnebie, ale podľa teórie biotickej pumpy, sami pre seba vhodné podnebie vytvárajú. Je dobre známe, že lesy evapotranspiráciou uvoľňujú do atmosféry vodnú paru, čím podporujú tvorbu zrážok a recykláciu vody v oblasti kde rastú. Podľa teórie biotickej pumpy to ale nie je všetko. Stromy vďaka evapotranspirácii pomáhajú udržať transport vody od oceánov do vnútra kontinentov. Les má veľkú plochu listia, vďaka čomu má aj veľkú evapotranspiráciu, ktorá môže byť vyššia ako evaporácia z hladiny oceánu. Výsledkom vysokej evapotranspirácie je zvýšený obsah vodnej pary vo vzduchu nad lesom. Tá stúpa do výšky a v noci kondenzuje. Pri kondenzácii vodnej pary sa jej objem zmenší viac ako tisíc krát, čím poklesne tlak vzduchu. Vzniká horizontálny gradient tlaku vzduchu, vďaka ktorému les nasáva vzduch z okolia a za istých okolností sa takto môže nasávať vlhký vzduch z oceánov. Ten zrýchľuje kondenzáciu vodných pár nad lesom, a tak zosilňuje transport vodnej pary z oceánu nad pevninu. Vzduch zbavený istého množstva vodnej pary sa vo vyšších vrstvách atmosféry vracia späť nad oceán a nahrádza ho vlhký vzduch prúdiaci v nižšej výške z oceánu nad pevninu, čím sa kolobeh uzatvára. Odlesňovanie tento transport narušuje. V nezalesnených oblastiach zrážky od pobrežia smerom do vnútrozemia klesajú trojnásobne na každých 600 km. V zalesnených oblastiach sa množstvo zrážok smerom do vnútrozemia nezmenšuje. Teória biotickej pumpy zatiaľ nie je všeobecne akceptovaná vedeckou komunitou. Jej kritici tvrdia, že vplyv tohto mechanizmu je zanedbateľný.

Pôdy

Opadavé lesy mierneho pásma rastú na rovinách a v horských oblastiach s nadmorskou výškou do 1000 m. Rastú aj v podhorí vysokých pohorí, kde nad nimi vo vyšších nadmorských výškach rastie azonálna horská tajga. Geologické substráty sú rôzne od spevnených hornín po mladé eolické a fluvialne sedimenty. Zem pod stromami je pokrytá vrstvou mŕtvych listov, konárov a zvyškami rastlinného materiálu, ktorú voláme hrabanka alebo opadanka. Táto vrstva okrem bohatých zdrojov živín poskytuje úkryt mnohým živočíchom – roztočom, mravcom, chrobákom, slimákom, pavúkom, či stonožkám. Pod opadankou sa nachádza vrstva vlhkej, tmavej a rozloženej rastlinnej hmoty (nadložný organický horizont) a pod ňou sa nachádza samotná pôda. Lesy mierneho pásma rastú na hlbokých vyzretých pôdach. Živiny, ktoré umožňujú rast stromov sa do pôdy dostávajú z minerálov rozpúšťaných prostredníctvom vody, ktorá preniká pôdou. Sú mnohokrát recyklované v kolobehu živín, avšak vodou sú aj vyplavované. Najrozšírenejšie pôdne typy sú kambisoly a luvisoly, spoločne ich radíme medzi hnedozeme. V **kambisoloch** prevláda pôdny proces označovaný ako hnednutie, pri ktorom sa oxidáciou uvoľňuje železo z primárnych minerálov a následne sa rozptyľuje v B horizonte. V **luvisoloch** prevláda proces ilimerizácie, pri ktorom malé minerálne častice mechanicky migrujú z A do B horizontu, kde dochádza k obohateniu o ílové častice. V priebehu roka v pôdach mierne kolíše množstvo živín a pH, ale najzreteľnejšie sa mení pôdna vlhkosť, ktorú ovplyvňuje odsávanie koreňmi stromov a množstvo zrážok. Po vyrúbaní lesov sa väčšinou zachovali úrodné pôdy, ktoré sa dajú obrábať a dlhodobo využívať na získanie jednej úrody ročne. V západnej Európe s najoceánickejšou klímou (Írsko, Veľká Británia, západné Nórsko, sever Nemecka, Francúzska a Španielska) však po odlesnení došlo k degradácii pôd, keďže sa

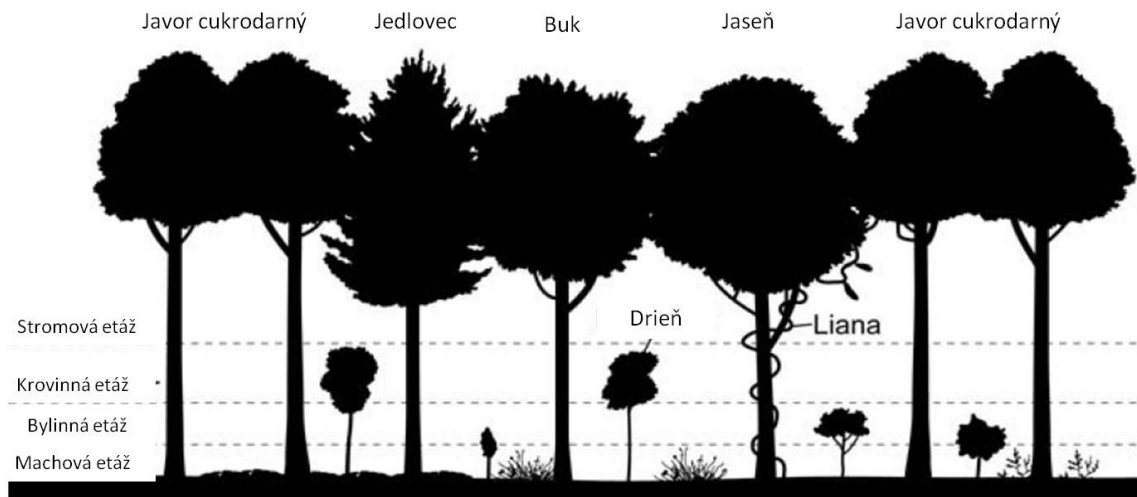
výrazne prejavila podzolizácia. Pri nej dochádza k chemickému rozkladu minerálnej zložky pôdy najmä vplyvom kyslých humusových látok, k uvoľneniu sesquioxidov (Fe_2O_3 a Al_2O_3) a k ich presunu spolu s organickými látkami z vrchnej časti pôdy do spodnej, kde sa hromadia. Vrchná časť pôdy je tak okyslená a silno ochudobnená o živiny a sesquioxidy. Následkom toho sa v priebehu storočí na veľkých územiach západnej Európy vytvorili vresoviská s vresom obyčajným (*Caluna vulgaris*), vresovcami (*Erica*) a ďalšími kyslomilnými rastlinami. Po vyrúbaní lesov klesla evapotranspirácia, a tam kde počas celého roka veľa prší, sa voda začala hromadiť v pôde. Následkom toho došlo k jej zrašelineniu a rozšírili sa sekundárne rašeliniská.

Skladba ekosystému a adaptácie

Hlavnými životnými formami ekosystému sú fanerofyty (stromy a kry), ktoré musia byť (spolu s ostatnou biotou) adaptované na sezónne výkyvy teploty. On teploty závisí rýchlosť fotosyntézy a respirácie, ako aj všetkých ďalších biochemických procesov prebiehajúcich v rastlinách. Reakcie prebiehajú najlepšie pri teplote vyššej ako $5\text{ }^\circ\text{C}$ a ich rýchlosť sa zdvojnásobuje s každým nárastom o $10\text{ }^\circ\text{C}$, až kým teplota nedosiahne $29\text{ }^\circ\text{C}$, ktorá predstavuje hranicu najintenzívnejšieho priebehu fotosyntézy. Miera intenzity fotosyntézy narastá až do $35\text{ }^\circ\text{C}$, avšak zrýchlenie je krátke a miera fotosyntézy rýchlo klesá na predchádzajúce hodnoty, pri teplote $40\text{ }^\circ\text{C}$ je už veľmi nízka a pri dlhorvajúcej teplote vyššej ako $45\text{ }^\circ\text{C}$ väčšina rastlín zomiera. Biochemické procesy sa zastavujú, ak teplota klesne pod $-6\text{ }^\circ\text{C}$ a rastliny sa dostávajú do štádia dormancie. Stromy a kry na jeseň zhadzujú lístie, obnovovacie púčiky majú pred chladom dobre chránené sústavou krycích šupín, živickou alebo ochlpením. Dobře vyvinutý periderm a borka chránia kambium a felogén pred zamrznutím. K zamrznutiu drevín môže dôjsť tak, že priamo zmrzne bunkový obsah alebo zmrzne voda vo vodivých pletivách a následkom čoho drevena uschne. Odolnosť voči mrazu sa zvyšuje počas sezóny od $-5\text{ }^\circ\text{C}$ v jeseni, po $-30\text{ }^\circ\text{C}$ v januári a februári. Keď je zima mierna, nevyvinie sa dostatočná odolnosť a náhle výrazné ochladenie môže spôsobiť, že stromy zamrznú. Najodolnejšie voči chladu sú dreviny, ktoré nájdeme aj vo vyšších zemepisných šírkach a nadmorských výškach – niektoré brezy, jelše, vrbý a topole. Väčšina drevín, ktoré tvoria opadavé lesy mierneho pásma, teda duby, buky, javory, bresty, lipy zamrznú pri -40 až $-55\text{ }^\circ\text{C}$. Vždyzelené kry nájdeme iba v oblastiach s najoceánickejšou klímou s veľmi miernymi zimami.

V lese sa koruny susediacich stromov dotýkajú až prekrývajú, čím vytvárajú zápoj. Hustý zápoj zabraňuje prieniku slnečného žiarenia k povrchu. Nachádzajú sa tu aj svetliny s dostatočným oslnením, kde môžu rásť svetlomilné byliny. Ako sme už spomenuli, byliny v opadavom lese využívajú aj krátke obdobie jari kedy ešte nie sú rozvité listy stromov a jesene, keď sú listy opadané. Byliny vytvárajú zväčša malé kvety žiarivých farieb na prilákanie opel'ovačov. V lesoch rastú okrem dospelých stromov aj liany, kry, mladé stromy v rôznom štádiu rastu, byliny a machy, ktoré vytvárajú viaceré etáže (Obr. 1.4). Dospelé stromy vytvárajú najvrchnejšiu etáž, nazývanú **stromová**. Tá pozostáva z dominantných stromov, ktoré dosahujú rovnakú výšku. Možno tu však nájsť aj stromy o niečo nižšieho vzrastu, nazývané kodominanty. Ak niektorý z dominantných stromov z nejakej príčiny uhynie, kodominant nahradí jeho miesto. Pod stromovou etážou sa nachádzajú menšie stromy, ktorých rast jej potláčaný nedostatkom

svetla a vytvárajú tzv. podúrovňovú stromovú etáž. Kry, ktoré dosahujú výšku 1 - 10 m vytvárajú **krovinnú etáž**. Pod ňou sa nachádza **bylinná etáž**, ktorá je tvorená bylinami. Najnižšie sa nachádza **machová etáž** pozostávajúca s machov, lišajníkov a drobných bylín rasúcich blízko pri povrchu. Pod povrchom sa vyskytuje **koreňová etáž**, tvorená koreňmi všetkých rastlín, ktoré sa v danej oblasti vyskytujú. Niektoré etáže nemusia byť v niektorých lesoch vyvinuté.



Obrázok 1.4: Vertikálne členenie lesov mierneho pásma.

V spojitosti s rozmnožovaním musia listnaté stromy vytvoriť kvety, plody a semená, čo prebieha v období kedy teplota dosahuje viac ako 5°C. Stromy tvoria kvety priťahujúce opel'ovače. Mnoho druhov stromov, ako napr. javory, lipy a brezy, vytvárajú kvety veľmi skoro na jar ešte pred roztvorením listov, aby využili výhodu zvyšujúcej sa teploty. To im dáva dostatok času na dozretie semien v lete a na jeseň. Skoré kvitnutie je adaptáciou na dĺžku rastovej sezóny, avšak predstavuje pre rastliny riziko. Neskoré mrazy môžu posunúť dobu kvitnutia alebo v prípade, že sú už kvety roztvorené spôsobiť ich zamrznutie. Ak sú kvety zničené, strom nevyprodukuje žiadne plody. Chladné letá spomaľujú rýchlosť dozrievania semien a tie nemusia pred príchodom zimy úplne dozrieť. Stromy žijú mnoho rokov a občasný výpadok tvorby semien nepredstavuje vážny problém. Avšak ak druh na nejakom území nie je pravidelne schopný produkcie semien, neudrží sa tu. Niektoré druhy sa rozmnožujú vegetatívne. Stromy sa vegetatívne rozmnožujú najmä vo vyšších zemepisných šírkach a nadmorských výškach, kde je podnebie chladnejšie, prípadne v podmáčaných biotopoch. V teplejšej klíme sa viac spoliehajú na produkciu semien. Stromy opadavých listnatých lesov sú v optimálnej klíme statné jedince, dosahujúce výšky 30 – 40 m. Skladba spoločenstiev sa mení s narastajúcou nadmorskou výškou. Teplota s nárastom nadmorskej výšky klesá a podnebie je vlhkejšie. V pohoriach stromy často tvoria zakrpatené pokrútené formy.

V opadavých lesoch mierneho pásma nájdeme iba málo veľkých drevnatých lián, v Európe rastú napr. brečtan popínavý (*Hedera helix*) a zimolez popínavý (*Lonicera periclymenum*). V amerických lesoch je častý *Rhus tixicodendron*. Hojnejšie môžu byť v azonálnych lužných lesoch, kde prosperujú najmä na otvorených presvetlených plochách.

Požiare sú v opadavých lesoch mierneho pásma ojedinelé a väčšina druhov stromov preto nemá vyvinuté adaptácie na tento typ disturbancií. Materiál, ktorý leží na povrchu býva zväčša vlhký, aby sa zapálil a stromy nie sú veľmi horľavé. Listy obsahujú veľké množstvo vody a drevo je tiež dostatočne vlhké. Horľavejšie sú ihličnaté stromy rastúce v zmiešaných lesoch či na extrémnych stanovištiach (skalné bralá, pieskové duny ap.). Osahujú omnoho menej vody v ihliciach a drevo obsahuje živice, ktoré sú horľavé. Kvôli tomu požiare prebiehajú skôr v takýchto typoch lesov, príkladom môžu byť požiare borovicových lesov rastúcich na extrémnych stanovištiach. Požiar je úplne prirodzeným fenoménom v lesoch daného typu a stromy sú naň adaptované. Niektoré rastliny vylučujú chemické látky, ktoré bránia aktivite baktérií nachádzajúcich sa v ich blízkosti. Oheň dokáže spáliť niektoré z týchto zlúčenín, čím vytvorí uhlie, ktoré absorbuje ďalšie látky a napomáha tak rastu baktérií. Medzi nimi aj baktériám, ktoré viažu atmosférický dusík. Po prechode ohňa zem sčernie, čím absorbuje viac slnečného žiarenia, čo vedie ku zvýšeniu jej teploty. Tá následne napomáha zvýšeniu mikrobiálnej aktivity, klíčeniu semien a rastu mladých rastlín. Pokusy zabrániť vzniku požiarov môžu mať za následok vznik nekontrolovateľných požiarov, keďže sa umožňuje zvýšenú akumuláciu opadu na povrchu. Keď dôjde k jeho vznieteniu je množstvo paliva také veľké, že sa požiar rýchlo vymkne z pod kontroly. Stromy, ktoré rastú v oblastiach náchylných na požiar si vytvorili viacero adaptácií. Napríklad topol' osikový (*Populus tremuloides*), topol' balzamový (*P. balsamifera*) a breza papierová (*Betula papyrifera*) sú typické pionierske dreviny, ktoré produkujú obrovské množstvo semien. Keď oheň vyčistí a pohnojí pôdu, semená týchto stromov začnú klíčiť a rastú takou rýchlosťou, aby dokázali vytvoriť novú zásobu semien, kým ich nezačnú prerastať väčšie, ale pomalšie rastúce dreviny. Borovica tuhá (*Pinus rigida*) sa zotavuje novým rastom z kmeňa mŕtveho stromu. Borovica močiarna (*P. palustris*), borovica stočená a borovica Banksova (*P. banksiana*) sú serotínové, čo znamená, že zdržiavajú uvoľňovanie semien pevným uzatvorením šišiek, kým nie sú zohriate horúcim vzduchom uvoľňujúcim sa z pozemného požiaru. Následne sa šišky otvoria, semená sa uvoľnia a začnú klíčiť v teplom popole.

Fauna je vďaka dostatočnému množstvu a pestrosti rastlinnej potravy pomerne bohatá. V opadavých lesoch mierneho pásma, najmä v ich vlhších častiach, sú bohato zastúpené obojživelníky, najmä chvostnaté. Obojživelníky sú výborne adaptované na prežitie zimy, dokážu úplne zamrznúť bez toho, aby ich to poškodilo. Taktiež tu možno nájsť mnoho druhov plazov. Zvlášť početné sú bezstavovce, žijúce na povrchu, prípadne tesne pod povrchom pôdy, kde nachádzajú množstvo organického odpadu. Zimy prežívajú v dormanej fáze v podobe vajčiek, lariev a kukiel, iné prežijú v jednoduchých úkrytoch ako dospelce. Väčšina druhov je univoltinných, teda ich celý vývinový cyklus prebehne v rámci jedného roka, ale nájdeme aj druhy semivoltinné, ktoré žijú viacero rokov. Častá je špecializácia fytofágneho hmyzu na jeden druh alebo úzku skupinu druhov rastlín, najmä drevín, keďže hustoty populácií jednotlivých druhov sú vysoké. Bohatý výskyt bezstavovcov, najmä hmyzu, zabezpečuje dostatok potravy pre hmyzožravé vtáky, ktoré sú v bióme listnatého lesa početne zastúpené. Mucháriky zvyčajne prenasledujú hmyz v korunách stromov. Lastovičky sa živia nad korunami stromov. Žijú tu viaceré druhy sýkoriek (*Parus*), drozdov (*Turdus*), škorcov (*Sturnus*), orieškov (*Troglodytes*), brhlíkov (*Sitta*). Za významných špecialistov môžeme napríklad označiť ďatlovitých vtákov, živiaciach sa podkôrnym hmyzom. Z dravcov hniezdiacich prevažne v korunách vysokých

stromov tu žijú jastraby (*Accipiter*), myšiaky (*Buteo*), orly (*Aquila*), sokoly (*Falco*). Z vtáčích predátorov tu žije i niekoľko druhov sov (*Striges*). V zime však panuje nedostatok potravy, takže 60 až 70% druhov vtákov migruje do oblastí s vyššími teplotami. Bohatým zdrojom potravy sú aj plody bylín a drevín. Niektoré plody, napr. bukvice, žalude a gaštany sú dostupné aj v zime, čo využívajú niektoré druhy vtákov, napr. sojka modrá (*Garrulus glandarius*), v Amerike morka divá (*Meleagris gallopavo*) a najmä cicavcov, napr. jazvec lesný (*Meles meles*), veverice (*Sciurus*), plchy veľké (*Glis glis*), svine divé (*Sus scrofa*).

Hlodavce (napr. hraboše, myši, či veverice), ako i netopiere a hmyzožravce (napr. piskor) sú najrozmanitejšou skupinou cicavcov lesov mierneho pásma. Mnoho druhov vtákov a niektoré cicavce využívajú dutiny v kmeňoch stromov. K charakteristickým stromovým herbivorom spomedzi cicavcov patria zástupcovia čeľadí vevericovitých (veverica obyčajná – *Sciurus vulgaris*), plchovitých (plch veľký – *Glis glis*) a šplhavé druhy myšovitéch (napr. ryšavka – *Apodemus*). Cicavčích predátorov v korunách stromov reprezentujú druhy čeľadí mačkovité (mačka divá – *Felis silvestris*), lasicovité (kuna hôrna – *Martes martes*) a medvedíkovité (v amerických lesoch mýval – *Procyon lotor*). Bohatosť bylinného zrástu vytvára vhodné podmienky i pre život väčších bylinožravcov, spomedzi ktorých sú ekologicky významné druhy čeľade jeleňovité (*Cervidae*): jeleň európsky (*Cervus elaphus*), srnec hôrny (*Capreolus capreolus*) v Európe, jeleník bielochový (*Odocoileus virginianus*) v Severnej Amerike a viaceré druhy jeleňov vo východnej Ázii. Spomedzi všežravcov sú tu zastúpené sviňovité: v európskej a čínskej oblasti sviňa divá (*Sus scrofa*), v Severnej Amerike pekari páskovaný (*Dicotyles torquatus*). Populácie veľkých cicavcov boli činnosťou človeka značne narušené. Bizón a los vymizli z lesov nachádzajúcich sa v južných a centrálnych častiach Severnej Ameriky. Podobný osud postihol o pár storočí skôr zubry a pratury v lesoch Eurázie. V európskych listnatých lesoch bol ešte koncom 17. storočia bežne rozšírený zubor európsky (*Bison bonasus*), ktorý dnes žije iba vo zverniciach a prísnych rezerváciach. Z predátorov stojacich na vrchole potravinového reťazca sú v tomto bióme v celej Eurácii zastúpené medvede (*Ursus*), liška obyčajná (*Vulpes vulpes*) a vlk (*Canis lupus*), vo východnej Ázii to je psík medvedíkovitý (*Nictereutes procyonoides*). Puma americká (*Felis concolor*) a tiger (*Panthera tigris*) sú vrcholové predátory s rozsiahlymi areálmi siahajúcimi až do tropických oblastí. V lesoch východnej Severnej Ameriky boli takmer úplne eliminované vlky a pumy. V Eurácii boli zdecimované a na mnohých miestach úplne vyhubené veľké predátory ako vlky, rysy, tigre, levy a medvede.

Aktivitu väčšiny stavovcov žijúcich v lesoch mierneho pásma ovplyvňujú sezónne rytmy. Medzi najbežnejšie adaptácie patrí načasovanie reprodukcie na obdobie s najväčšou hojnosťou potravy. Hibernácia počas zimy je adaptáciou na nízke teploty. Pukliny v skalách, nory, jaskyne a dokonca opustené mraveniská sú počas hibernácie využívané hadmi. Žaby sa zahrabávajú do bahna a kameňov na dne jazier. Salamandry a mloky často vyhľadávajú ochranu pred chladom a vysušením v jaskyniach, rozkladajúcom sa dreve, prasklinách v pôde alebo opustených norách, kde taktiež hibernujú. V severnej a centrálnej časti Severnej Ameriky približne 75% vtákov migruje na juh, kde prežívajú nepriaznivé zimné podmienky. Väčšie druhy cicavcov, ktoré nemajú také tepelné straty, prežívajú zimu aktívne. V zime sú aktívne aj niektoré hlodavce. Iné trávajú zimu v pravej alebo nepravej hibernácii, ktorá je adaptáciou na nízke teploty. Pri pravej hibernácii sa výrazne znižuje telesná teplota, tepová frekvencia, dýchanie a zpomaluje sa väčšina ďalších životných funkcií. Využívajú ju netopiere, hmyzožravce

a niektoré hlodavce. Nepravá hibernácia je skôr obdobím zníženej aktivity, kedy zvieratá viac spia a využívajú nahromadené zásoby tuku alebo uschovanej potravy. Pukliny v skalách, nory, jaskyne a dokonca opustené mraveniská sú počas hibernácie využívané hadmi. Žaby sa zahrabávajú do bahna a kameňov na dne jazier. Salamandry a mloky často vyhľadávajú ochranu pred chladom a vysušením v jaskyniach, rozkladajúcom sa dreve, prasklinách v pôde alebo opustených norách, kde taktiež hibernujú. Väčšina cicavcov počas zimy nemigruje, keďže podmienky nie sú až také náročné, aby ich k tomu vyprovokovali. Ale napr. netopiere zo severných okrajov biómu s nástupom zimy migrujú do južnejších oblastí, kde hibernujú v dutinách stromov, budovách alebo jaskyniach.

Opadavé lesy Európy a blízkeho východu

Druhovú diverzitu stromov európskych opadavých lesov je v porovnaní so Severnou Amerikou 3-krát nižšia a 10-krát nižšia ako vo východnej Ázii. Je to spôsobené zdecimovaním teplomilnejšej flóry počas štvrtohorných ľadových dôb, kedy pohoria tiahnuce sa od západu na východ a Stredozemné more predstavovali bariéru pre ústup teplomilnej vegetácie do vhodnejších oblastí. Listnaté lesy sú dnes reprezentované predovšetkým bučínami a dúbavami. Delíme ich od západu na východ na atlantickú, typickú a lesostepnú kontinentálnu časť. Na západe v atlantickej časti s oceánickou klímou rastú bučiny a ďalej k juhu a východu mezofilné dúbavy. V atlantickej oblasti sú mierne zimy, takže tu v podraze dokážu prežiť aj vždyzelené kry cezmina ostrolistá (*Ilex aquifolium*) a krušpán vždyzelený (*Buxus sempervirens*). V ich stromovom poschodí dominujú len 1 – 2 druhy. V bukových lesoch buk lesný (*Fagus sylvatica*), ku ktorému sa na ťažších pôdach pripája hrab obyčajný (*Carpinus betulus*). Ďalej od oceánu a vo vyšších polohách do bučín vstupuje jedľa biela (*Abies alba*). Bučiny a jedľobučiny sa vyznačujú hustým zápojom a silným zatienením. Bylinný podrast závisí od geologického substrátu a zapojenia korún. V typickej oblasti, kam patrí aj Slovensko, rastú na kyslých substrátoch kyslomilné bučiny s chudobným bylinným podrastom, typická je chlpaňa hájna (*Luzula luzuloides*). Na vápencoch a dolomitoch rastú vépencové bučiny s bohatším podrastom. Na skalnatých a suťových polohách sú rozšírené lipové a javorové bučiny. Rastú tu i ďalšie listnaté stromy, no ich zastúpenie je pomerne malé. Je to najmä lipa malolistá (*Tilia cordata*) a lipa veľkolistá (*T. platyphyllos*), javor mliečny (*A. platanoides*) a javor horský (*A. pseudoplatanus*), brest horský (*Ulmus glabra*), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*), čerešňa vtáčia (*Prunus avium*). Opadnuté lístie sa rýchlo rozkladá a množstvo dusíka vytvára podmienky pre rast nitrofilných bylín ako cesnak medvedí (*Allium ursinum*), áron škvrnitý (*Arum maculatum*), netýkavka nedotklivá (*Impatiens noli-tangere*). Kvetnaté bučiny a jedľobučiny rastú na hlbokých pôdach. Patria k najproduktívnejším lesoch v strednej Európe. Koruny sú silno zapojené, takže krovín je málo, v bylinnom podraze sú bohato zastúpené zubačky (*Dentaria*), mliečniky (*Tithymalus*) a mnohé ďalšie. Buk lesný je od juhovýchodného Balkánu smerom do Turecka nahradený bukom východným (*Fagus orientalis*). V teplejšej klíme tu v podraze rastú vždyzelené dreviny ako aj v našich záhradách pestovaný rododendrón *Rhododendron ponticum*. Na Balkáne je častý aj hrabovec hrabolistý (*Ostrya carpinifolia*). Jedľu bielu nahrádza v Turecku a na Kavkaze jedľa kavkazská (*Abies nordmanniana*).

V dubových lesoch dominujú dub zimný (*Quercus petraea*), dub letný (*Quercus robur*) a k východu pribúda hrab obyčajný (*Carpinus betulus*), ktorý spolu s dubmi v strednej Európe vytvára dubohrabiny. Smerom na juh a juhovýchod (aj na južnom Slovensku) rastú teplejšie

dubrávy s dubom plstnatým (*Quercus pubescens*), dubom cerovým (*Q. cerris*) a dubom balkánskym (*Q. frianetto*). V teplomilných dúbavách rastú aj teplomilné dreviny jaseň mannový (*Fraxinus ornus*), škumpa vlasatá (*Cotinus coggygia*), drieh obyčajný (*Cornus mas*) a iné. Pre bylinný podrast je typický hlaváčik jarný (*Adonis vernalis*) a kavyle (*Stipa*).

V lesostepnej oblasti, ktorá sa tiahne od Panónskej nížiny cez Rumunsko, Ukrajinu až do Ruska prechádzajú opadavé listnaté lesy postupne do lesostepí a stepí. Typickou drevinou je dub letný (*Q. robur*).

Osobitnú kategóriu lesných spoločenstiev tvoria azonálne pedobiómy limitované podložími alebo vodou. Na extrémnych polohách s nevhodnými pôdnymi podmienkami rastú svetlomilné stromy, najmä borovica horská (*Pinus sylvestris*), breza plstnatá (*Betula pubescens*), topoľ osikový (*Populus tremula*) a vrba rakytová (*Salix caprea*). Pravidelne zaplavované štrkovité nivy s hladinou podzemnej vody v blízkosti povrchu sú porastené mäkkými lužnými lesmi, kde v stromovom poschodí prevláda vrba biela (*Salix alba*), topoľ čierny (*Populus nigra*) a topoľ biely (*P. alba*). Sú to typické pionierske dreviny produkujúce množstvo vetrom roznášaných semien, ktoré uchytávajú na povrchoch štrkových lavíc v nivách, obnažovaných pri povodniach. Veľmi dobre vegetatívne zmladzujú. V bohatom podraze často dominujú nitrofilné rastliny prhl'ava dvojdomá (*Urtica dioica*), černice (*Rubus*) a lipkavec pravý (*Galium verum*), ktoré sú často vytláčané nepôvodnými inváznymi bylinami. Na vyšších miestach iba zaplavovaných iba pri vysokých povodniach rastú tvrdé lužné lesy, ktorých rastú bresto hrabolistý (*Ulmus carpinifolia*) a brest väzový (*Ulmus laevis*), jaseň úzkolistý (*Fraxinus angustifolia*), javor mliečny (*Acer platanoides*) a javor horský (*A. pseudoplatanus*), dub letný (*Q. robur*). Takéto lesy majú bujnú krovinovú etáž aj bylinný podrast, ktorý je najmä v jarnom aspekte plný kvetov snežienok (*Galanthus nivalis*), bledulí (*Leucojum vernalis*), blyskáčov (*Ficaria verna*) a pľúcnikov (*Pulmonaria*). Na miestach so stojatou vodou, kde sa tvorí slatinná rašelina rastú jelšové lesy s dominujúcou jelšou lepkavou (*Alnus glutinosa*), ktorú vo vyšších polohách nahrádza jelša sivá (*A. incana*).

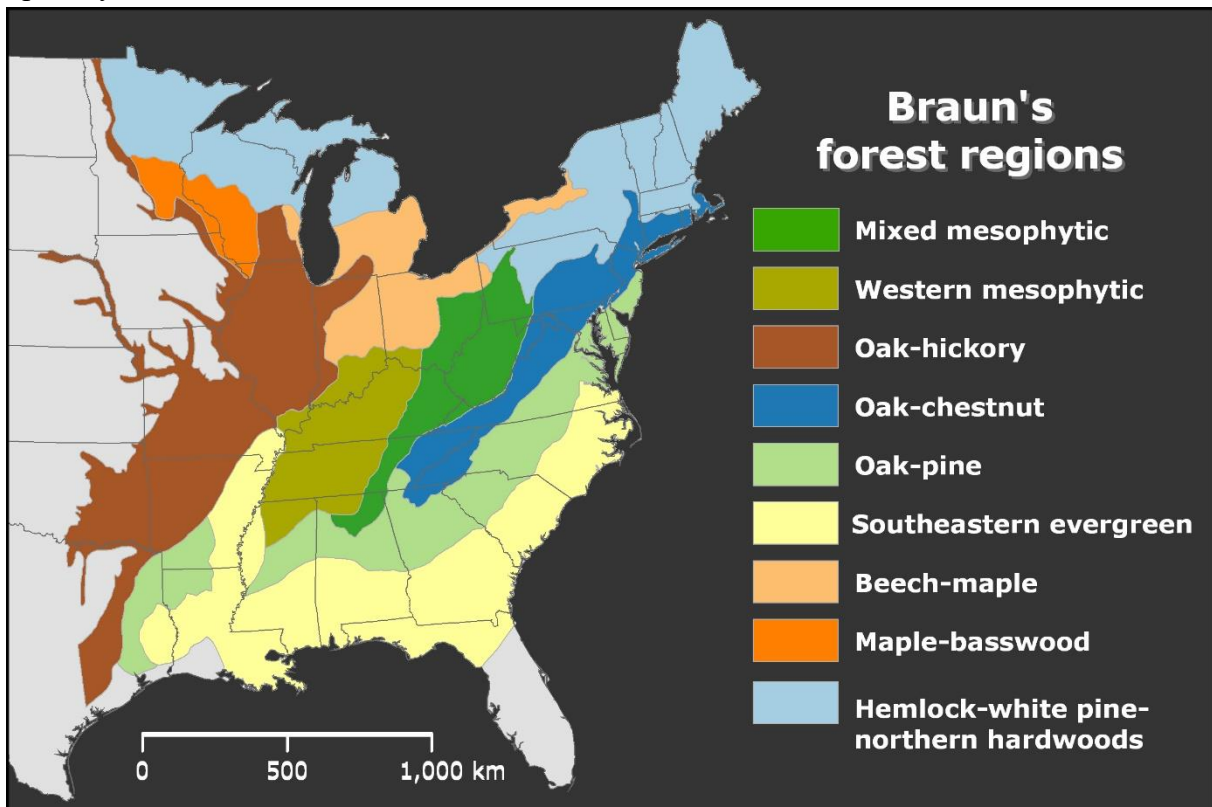
Opadavé lesy východnej Ázie

Vo východnej Ázii sa bióm opadavých lesov rozprestiera v oblasti okolo rieky Amur, severovýchodnej Číny, na Kórejskom poloostrove a v Japonsku. Organizmy tu mohli počas štvrtohorných klimatických výkyvov plynule migrovať na juh a na sever, keďže tu existuje súvislé pevninské spojenie medzi trópami a Arktídou. Navyše počas ľadových dôb sa ľadovce nachádzali pomerne ďaleko. Vďaka týmto faktorom je diverzita drevín vo východoázijských listnatých lesoch takmer 10-krát vyššia v porovnaní s európskymi lesmi. Rastú tu rovnaké rody ako v Európe - buk, dub, javor, jaseň, gaštan, topoľ, jelša, breza, brest, lipa, orech, hrab spolu s rodmi, ktoré rástli v Európe ešte koncom treťohôr, ale počas štvrtohôr vyhynuli. Patria k nim rody magnólia (*Magnolia*), pajaseň (*Ailanthus*), brestovec (*Celtis*), moruša (*Morus*). Zastúpené sú tu druhy stromov bežne pestovaných v európskych parkoch ako napr. paulovnia plstnatá (*Pawlonia tomentosa*). Vďaka stabilným klimatickým podmienkam tu prežili reliktné nahosemenné rastliny ginko dvojlaločné (*Ginkgo biloba*) a metasekvoja čínska (*Metasequoia glyptostroboides*). Nájde sa tu aj niektoré ihličnany, napr. smereky (*Picea*), jedle (*Abies*), tisy (*Taxus*), jedľovce (*Tsuga*), smrekovce (*Larix*), cryptoméria japonská (*Cryptomeria japonica*), cyprušteľ tupolistý (*Chamaecyparis obtusa*) a cyprušteľ hrachonosný (*Ch. pisifera*). Okolo

vodných tokov často rastú gigantické bylinné porasty, ktorých zástupcovia k nám prenikajú ako invázne druhy, napr. pohánkovec japonský (*Reynoutria japonica*).

Opadavé lesy Severnej Ameriky

Opadavé lesy rastú na východe USA a prenikajú až na juhovýchod Kanady. Keďže pohoria sú tu orientované zo severu na juh, počas štvrtohorných ľadových dôb mohla biota migrovať na juh až po bariéru, ktorú predstavovalo Karibské more a Mexický záliv. Preto je tu druhová diverzita stromov asi 3-krát vyššia ako v európskych lesoch. Rozlišuje sa až 9 oblastí opadavých lesov (Obr.).



Obr. Oblasti severoamerických opadavých lesov podľa Brauna (1950)

Dubovo-orechovcovo-borovicové lesy rastú na západ od Apalačských hôr a hraničia s prériami. Rastie v nich 14 z 15 severoamerických druhov orechovcov (*Carya*), viacero druhov borovic (*Pinus taeda*, *P. echinata*, *P. virginiana*) a dubov (*Quercus marilandica*, *Q. ilicifolia*, *Q. prinoides*).

Dubovo-gaštanové lesy rástli v Apalačských vrchoch, dominovali gaštan (*Castanea dentata*), duby (*Quercus prinus*, *Q. coccinea*, *Q. rubra*, *Q. alba*), ľaliovník (*Liriodendron tulipifera*) a orechovce (*Carya ovata*). Gaštan bol však napadnutý a zdecimovaný hubovou chorobou tracheomykózou, zavlečenou z Európy a z lesov prakticky vymizol.

Mezofytické javorovo – bukové lesy, ktorých rodové zloženie stromov pripomína európske lesy tohto biómu, rastú vo vlhšej severnej a východnej oblasti. Ich stromovou dominantou je buk veľkolistý (*Fagus grandifolia*) a javor cukrový (*Acer saccharum*). Sú to typickí K – stratégovia, v mladosti dobre znášajúci tieň. K nim sa pridružujú ďalšie druhy ako *Betula lutea*, *Tilia*

americana, *Quercus borealis*, *Q. alba*, *Q. bicolor* a *Liriodendron tulipifera*. Ako prímes k listnáčom sú rôzne druhy borovíc a tsuga kanadská (*Tsuga canadensis*).

Opadavé lesy na južnej pologuli

V Čile, argentínskej Patagónii a na južnom ostrove Nového Zélandu sa nachádza špecifický typ lesov, ktorým dominujú pabuky (*Nothofagus*). Zimy sú tu vlhké a mierne s teplotami zriedka klesajúcimi na dlhšiu dobu pod bod mrazu. Letá horúce, zvyčajne suchšie ako zimy s častými hmlami a teplotou zriedka presahujúcou 27 °C. V Chile sa klíma mení spolu so zemepisnou šírkou. V centrálnom Čile panuje mediteránna klíma so zimnými džďami a letnými suchami. Dominantným druhom tu je roble (*N. obliqua*), čo je po španielsky dub. Južnejšie množstvo zrážok rastie, ročný úhrn sa pohybuje od 2 600 mm na pobreží do 5 000 mm v Andách. *N. obliqua* tu rastie spolu s ďalšími druhmi *N. alpina* a *N. dombeyi*. Pod nimi rastú nižšie vždyzelené stromy, napr. *Laurelia sempervirens*. V krovinovej etáži dominujú bambusy rodu *Chusquea*. Rastú tu aj ihličnany araukária andská (*Araucaria araucana*) a *Fitzroya cupressoides*. Na chladnom juhu na Ohňovej zemi rastie v nižších výškach *N. dombeyi*, zatiaľ čo vo vyšších polohách dominujú *N. pumilo* a *N. antarctica*. Posledný dorastá do výšky 10-15 m a často tvorí rôzne vetrom zdeformované formy nazývané krummholz.

Pabuky sú bežné aj na Novom Zélande. Na severe sú pabuky zmiešané s damarovníkom južným (*Agathis australis*). Pabuky nájdeme aj na Tasmánii, v južnej a východnej Austrálii, na Novej Kaledónii a na Novej Guinei.

Človek a opadavé lesy mierneho pásma

Po väčšinu ľudskej histórie bolo drevo najvýznamnejším palivom. Opadavé lesy mierneho pásma boli na všetkých miestach Zeme výrazne ovplyvňované a pozmeňované ľudskou činnosťou tisícky rokov. Táto oblasť s miernym podnebím, úrodnou pôdou a pomerne vysokou produktivitou rastlín bola vhodná pre budovanie ľudských sídel. Plochy pre rozvíjajúce sa poľnohospodárstvo sa získavali kľčovaním a vypaľovaním lesov a samotné stromy boli zdrojom palivového a stavebného dreva. Osídľovanie a poľnohospodárstvo zahŕňali rozvoj mestských oblastí, rozširovanie plôch, na ktorých sa pestovalo obilie a ďalšie a pásol sa dobytok, zber mulču a zmeny prirodzeného odtoku vody. Historické dopady boli také intenzívne, že na celej Zemi len asi 1–2 % z pôvodnej rozlohy lesa mierneho pásma ostalo nedotknutých. V súčasnosti prevažnú väčšinu lesov mierneho pásma predstavujú sekundárne lesy, v ktorých sa ťaží alebo sú inak narúšané ľudskou činnosťou.

Najdlhšie sa lesy v miernom pásme kľčujú v Európe a Ázii. Kľčovanie lesov sa v Európe začalo pred viac ako 5000 rokmi v súvislosti s rozvojom poľnohospodárstva. Začalo sa v dnešnom Turecku a Grécku a postupovalo severozápadne cez strednú až do severnej Európy. Aj na Britských ostrovoch bola veľká časť lesov vyklčovaná pre získanie plôch na pestovanie plodín a pasenie dobytku. Vysoké stromy v Británii a v západnej Európe boli vyrubované na stavbu lodí. V stredoveku sa v niektorých oblastiach lesy šírili znovu, avšak zvyšky európskych lesov mierneho pásma boli devastované a využívali sa na získavanie palivového dreva, lesných pastvín a neskôr na výrobu dreveného uhlia. Postupy pestovania lesa podporovali vysádzanie druhov rastúcich rýchlejšie ako buk – vrátane javorov a dubov, čím došlo k zmene prirodzeného zloženia flóry. Panské majetky sa stali jedným z mála útočísk pre prirodzené lesy. Opätovné zalesňovanie v Európe v posledných desaťročiach sa začalo potom, ako sa znížil tlak na

využívanie lesov na vytváranie pasienkov a ťažbu palivového dreva; k zalesňovaniu došlo tiež vysádzaním hospodárskych lesov a vznikom lesníctva postaveného na vedeckých základoch. Avšak smrek, borovica a smrekovec boli vo veľkej miere vysádzané na miestach, na ktorých predtým rástli listnaté lesy mierneho pásma.

V Číne sa začalo klčovať asi pred 5000 rokmi v povodí Žltej rieky (Chuang-che), ktoré bolo kolískou čínskej civilizácie. Primárnym sociálno-politickým faktorom, ktorý v priebehu storočí viedol k odlesneniu Číny, bola pravdepodobne orientácia krajiny na poľnohospodárstvo. Pôdna erózia robí dnešné pokusy o opätovné zalesňovanie čínskeho mierneho pásma veľmi problematickým.

Na Blízkom východe lesy mierneho pásma rastú v úzkom páse, vrátane Turecka a Iránu. Táto oblasť pravdepodobne poskytovala útočisko rastlinám počas ľadových dôb a ich floristické zloženie je pestrejšie ako v Európe. Niektoré lesy boli výmladkové, iné poskytovali drevo alebo plocha, na ktorej rástli, bola premenená na pole alebo plantáž ovocných stromov. V tejto oblasti sú dnes najvýznamnejšie bukové lesy.

Domorodé obyvateľstvo Severnej Ameriky klčovalo a vypaľovalo z dôvodu poľnohospodárskych činností len malé oblasti. K výraznej zmene krajinnej pokrývky biómu lesov mierneho pásma Severnej Ameriky došlo až koncom 16. storočia v súvislosti s osídlením tohto kontinentu Európanmi. Východ Severnej Ameriky bol rýchlo vyklčovaný, keď sa osadníci v 19. storočí presúvali na západ. Začiatkom 20. storočia bolo zachované len minimum z pôvodného severoamerického lesa mierneho pásma. Keď sa zistilo, že úrodnejšie pôdy na americkom Stredozápade a Veľkých prériách sú pre poľnohospodársku produkciu vhodnejšie, farmy na východe boli opustené a prirodzené lesy sa začali obnovovať. V súčasnosti na východe a v strede Spojených štátov rastú znovu sekundárne lesy.

V Južnej Amerike zaberajú lesy mierneho pásma len malú oblasť. Boli mierne pozmenené po príchode Španielov v 16. storočí, ale čím postupujeme viac na juh, tým sú tieto porasty menej antropicky narušené.

Literatúra

Allaby M. 2006. Temperate Forests. Biomes of the Earth. Chelsea House, 270 s.

Cílek V., Just T., Sůvová Z., Mudra P., Rohovec J., Zajíc J., Dostál I., Havel P., Storch D., Mikuláš R., Nováková T., Moravec P. 2017. Voda a krajina. Kniha o životě s vodou a návratu k přirozené krajině. Dokořán, 198 s.

Jeník J. 1998. Ekosystémy (Úvod do organizace zonálních a azonálních biomu). Nakladatelství UK, Karolínium, Praha, 135 s.

Makarieva A.M., Gorshkov V.G. 2007. Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11 (2): 1013–1033. doi:10.5194/hess-11-1013-2007

Perry D.A., Oren R., Hart S.C. 2008. *Forest Ecosystems*. 2nd Edition. Johns Hopkins University Press, 606 s.

Plesník P. 2004. *Všeobecná biogeografia*. UK Bratislava, 428 s.

Pokorný J. 2014. Hospodaření s vodou v krajině – funkce ekosystémů. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí, 101 s.

Prach K., Štech M., Říha P. 2009. Ekologie a rozšíření biotů na Zemi. Scientia, Praha, 151 s.

Woodward, S.L. 2003. Biomes of the Earth. Greenwood Press, Westport, CT, USA, 435 pp.