

Přednášky Biomy –14-denní takt narušený státním svátkem

22.9. - dnes

6.10. – savana, poušť

20.10. – poušť, step

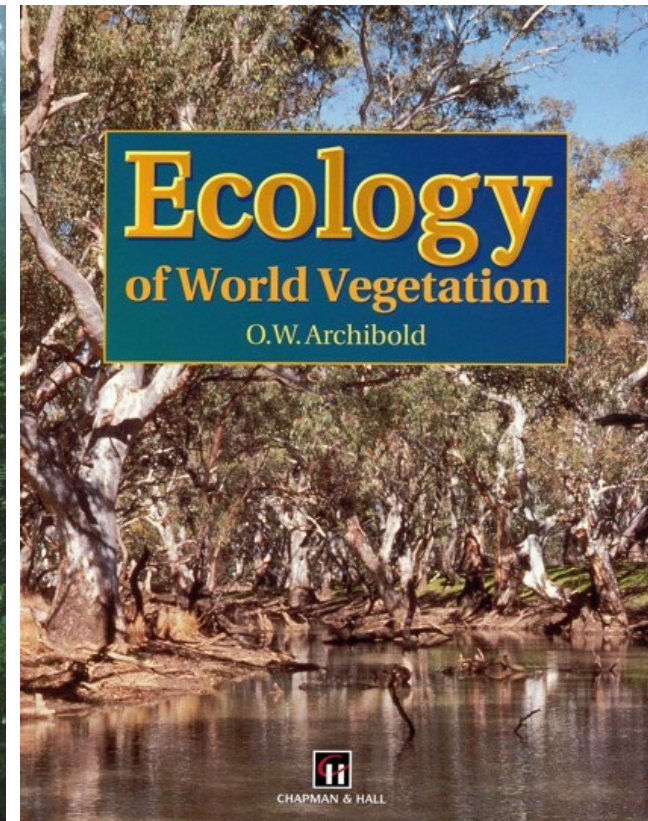
3.11. – step, mediterán

! 10.11. – mediterán, opadavý les

24.11. - tajga

8.12. – tundra, azonální biomy

22.12. - vánoce



Biomy Země

- Biom – vůdčí „klimaxové“ terestrické společenstvo, většinou vázané na klimatickou zónu, definované na základě fyziognomické podobnosti dominantních rostlin.
- Klimatické zóny Země: Prach et al. 2009, p. 7-18
- Teorie klimaxu – viz Základy Ekologie

Každý druh je na Zemi rozšířen podle své jedinečné tolerance k řadě faktorů, které tvoří jeho prostředí. Druhy s podobnými ekologickými nároky / tolerancí tvoří společenstva s jasnými floristickými a strukturními charakteristikami. A na nejširší škále (Země) se taková hlavní společenstva nazývají **biomy**. Pojem biom však nezahrnuje jen **formace rostlin**, ale i ostatní organismy – složky ekosystému.

Na formování biomů se podílejí zejména klimatické faktory (**klimatop**) a půdní podmínky (**edafotop**).

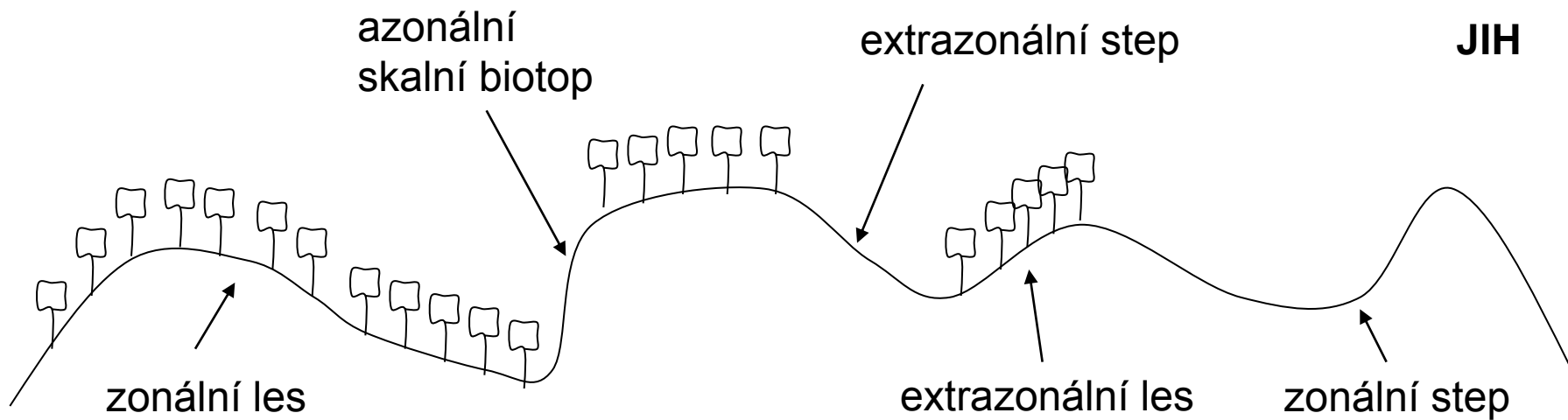
Terestrické biomy (28% rozlohy Země, 98% biomasy Země, 64% primární produkce)

- tropický deštný les, mangrovy
- tropický sezónní les
- savana
- poušť
- step
- opadavý les mírného pásma
- tajga
- tundra
- azonální biomy: mokřady, slaniska ...

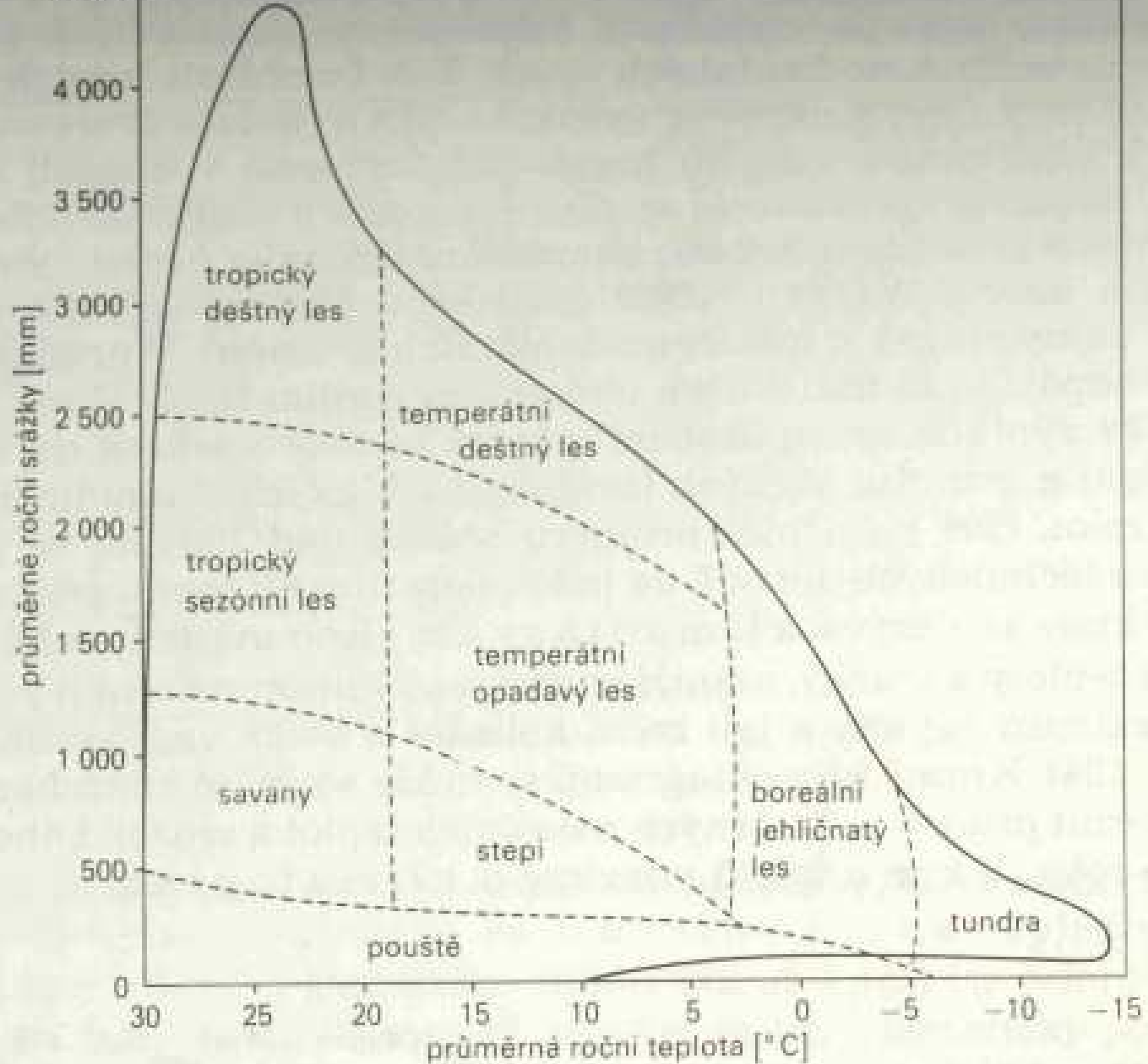
Zonální biomy: kopírují klimatické zóny Země

Extrazonální výskyt biomu: výskyt biomu jedné klimatické zóny v příhodném mikroklimatu sousední klimatické zóny

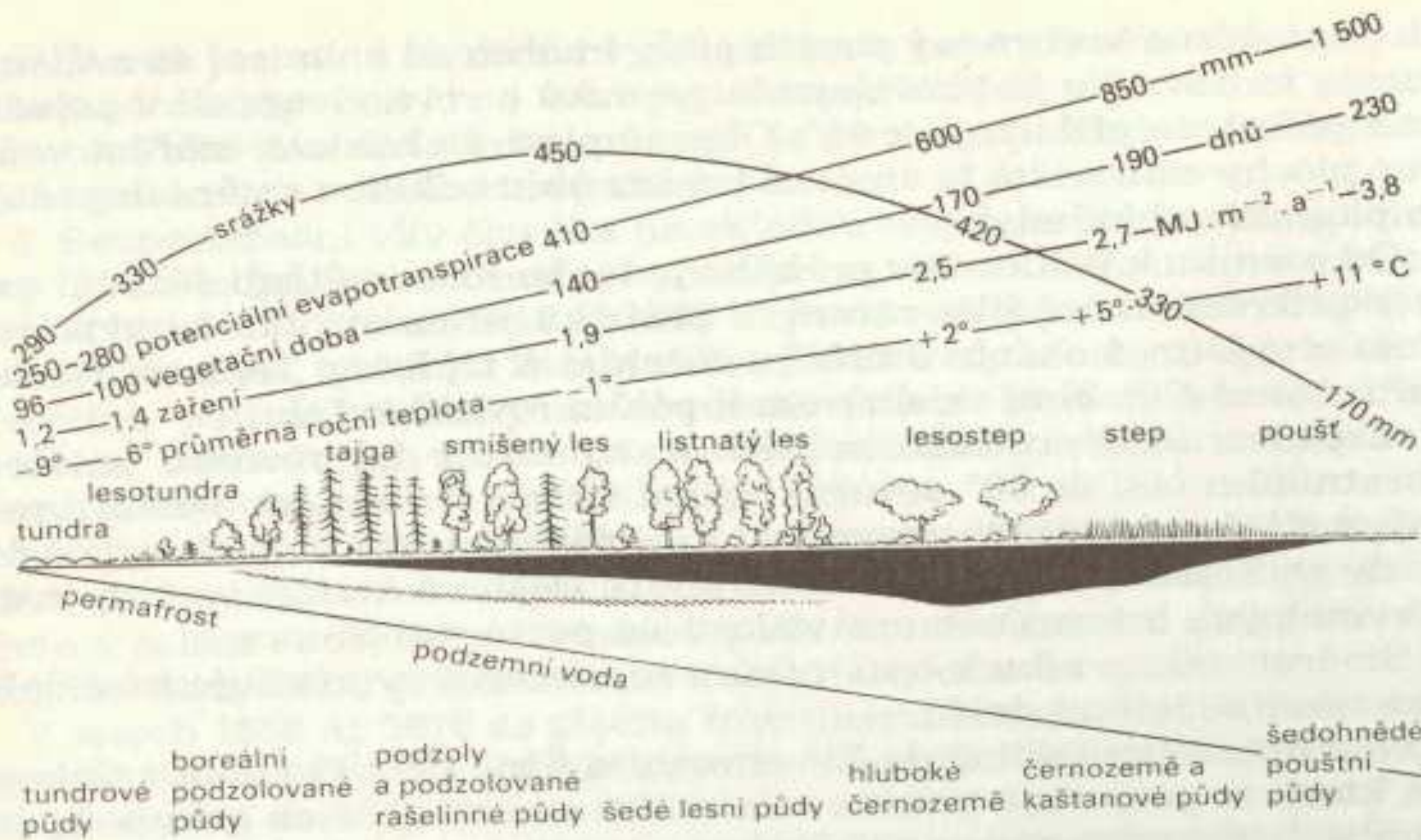
Azonální biom: vyskytuje se napříč více klimatických zón, vždy za příhodných edafických podmínek



Zeměp. šířka	0-900 m n m	900 – 1800 m	1800 – 3600 m	nad 3600 m
0-20°	Tropické biomy	Subtropické b.	Mírný pás	Arkto-alp.
20°-40°	Subtropy	Mírný pás	Arkto-alp.	
40-60°	Mírný pás	Arkto-alp.		
60-80°	Arkto-alp.			

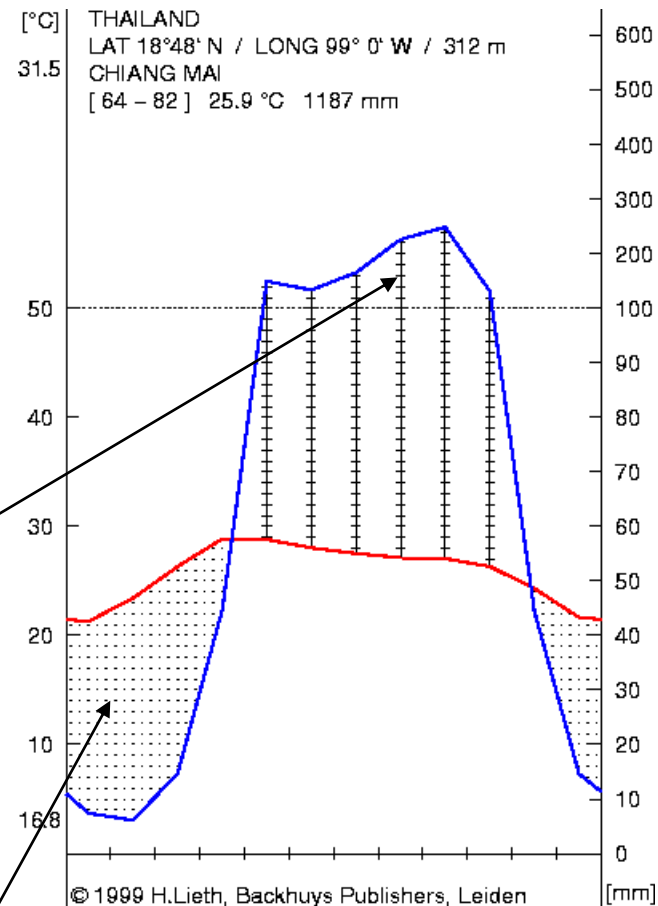
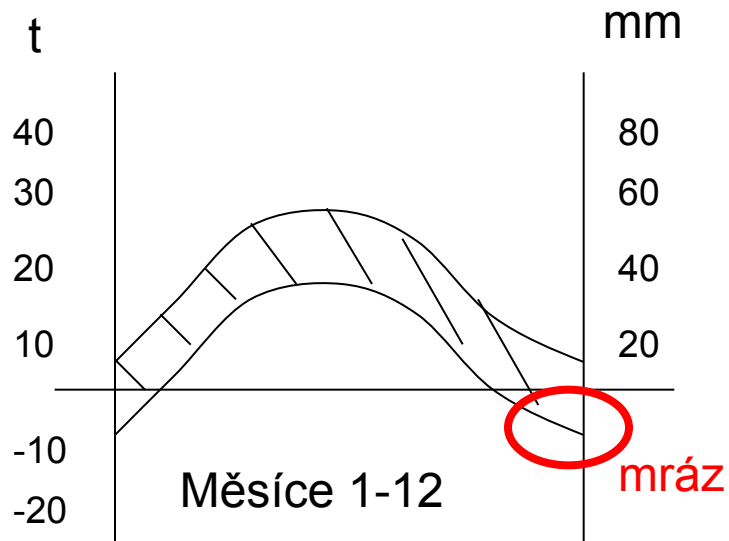


122/ Rozšíření biomů v závislosti na průměrném úhrnu ročních srážek a průměrných ročních teplotách (podle WHITTAKERA 1973)



121/ Změny vegetace a půdy ve východní Evropě v závislosti na změnách jednotlivých klimatických faktorů od humidního k aridnímu klimatu na profilu od severozápadu k jihovýchodu až ke Kaspické nížině. Průsečík křivky srážek s křivkou potenciální evapotranspirace vymezuje hranice mezi humidním a aridním klimatem (z WALTERA 1970 podle ŠENNIKOVA)

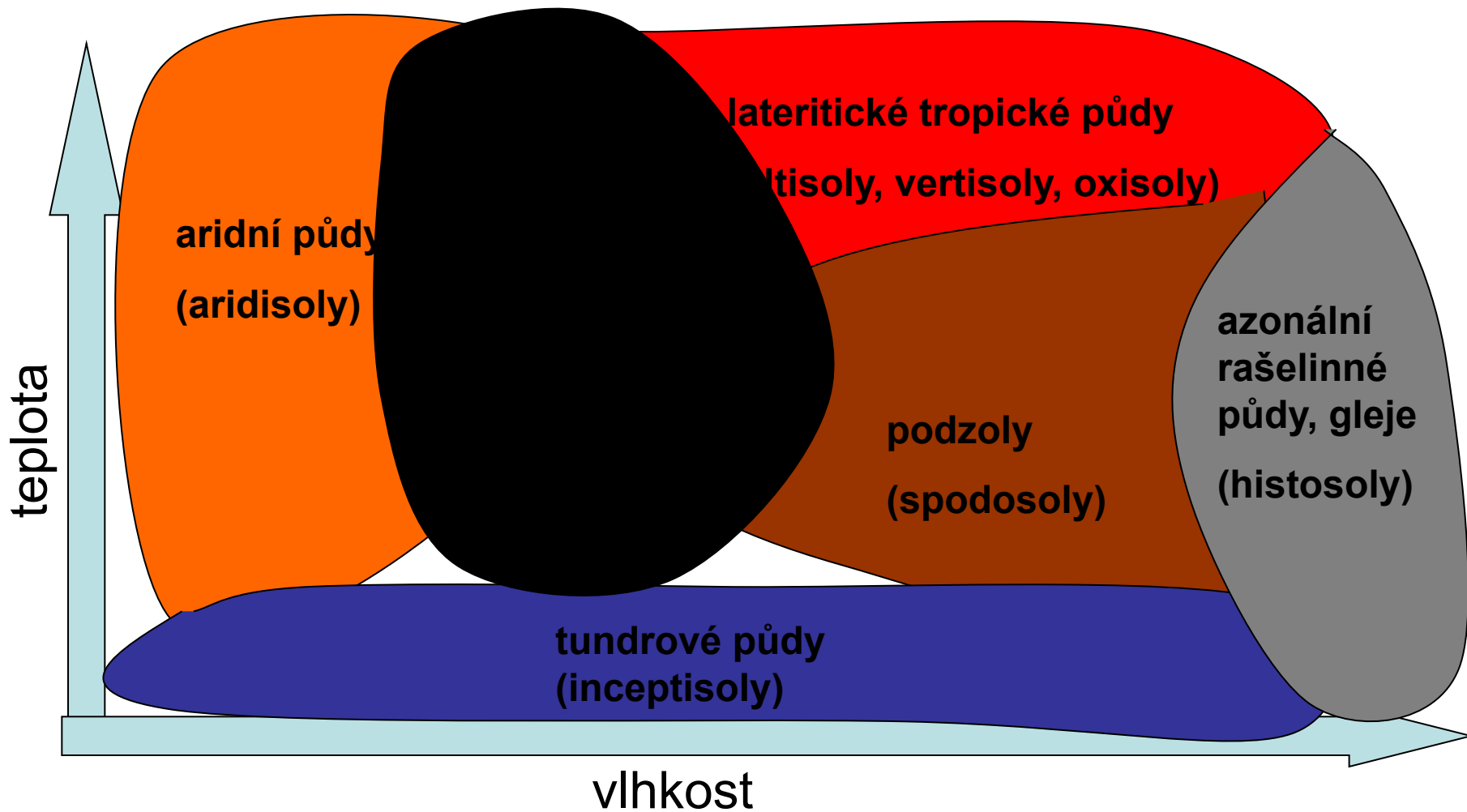
Co je to klimadiagram?



Při průměrných měsíčních srážkách nad 100 mm (hyperhumidní období) je možné redukovat 1:10 a vyplnit tmavě

Aridní období - tečkovaně

Edafotop



Edafotop

Půda se skládá z organické složky (opad, humus, rašelina) a anorganické (minerální) složky (pevné látky, kapaliny, plyny). Je zdrojem živin a vody a je prostředím pro společenstva mikroorganismů a půdních živočichů. Rozdíly ve vlastnostech půdy mají tedy pro biomy klíčový význam.

V celosvětovém měřítku rozlišujeme základní půdní řády:

Entisoly: mladé půdy, bez diagnostických horizontů, se slabým naznačením profilů (např. rankery)

Vertisoly: půdy (sub)tropických oblastí (savany) s vysokým obsahem jílu, často rozpraskané.

Inceptisoly: slabě vyvinuté horizonty, zvětralé minerály. Tundra, hory (kambizemě, gleje)

Aridisoly: mělké kamenité půdy suchého klimatu s vysokou alkalitou a nízkým organickým podílem (solončak, xerosol)

Molisoly: půdy subhumidních oblastí mírného pásma s mocným humusovým A-horizontem a vysokým nasycením bázemi (nepř. Černozem). Stepi.

Spodosoly: kyselé vymyté půdy chladných subhumidních oblastí, nízká výměnná kapacita, chybí karbonáty (podzoly). Tajga.

Alfisoly: půdy (sub)humidních oblastí s iluviálním jílovitým horizontem, vysoké nasycení bázemi (např. luvisoly). Lesy MP, mediteránní biom, tropické trávníky.

Ultisoly: chemicky zvětralé jílovité půdy teplých vlhkých oblastí, nízké nasycení bázemi, subtropické širolisté lesy a monzunové lesy (např. červenohnědé lateritické půdy)

Edafotop

Půda se skládá z organické složky (opad, humus, rašelina) a anorganické (minerální) složky (pevné látky, kapaliny, plyny). Je zdrojem živin a vody a je prostředím pro společenstva mikroorganismů a půdních živočichů. Rozdíly ve vlastnostech půdy mají tedy pro biomy klíčový význam.

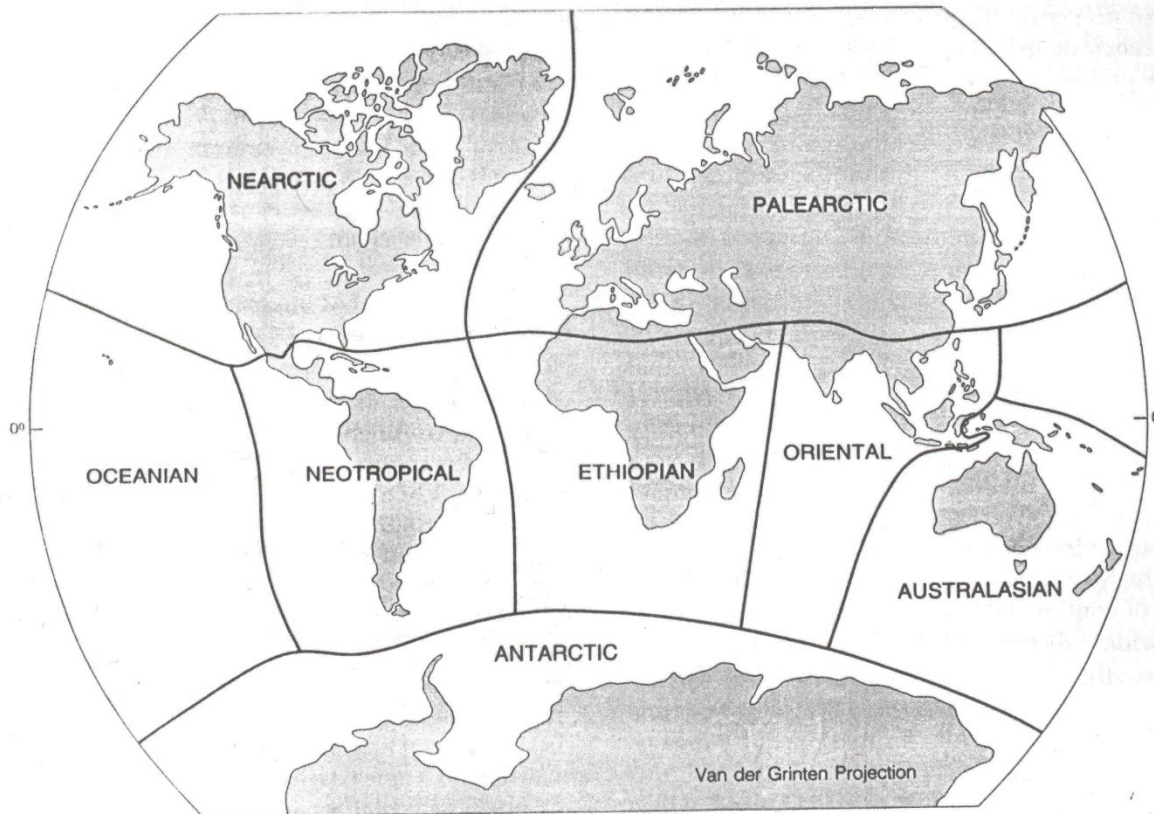
V celosvětovém měřítku rozlišujeme základní půdní řády:

Oxisoly: hluboké, velmi zvětralé a vymyté půdy humidních tropů; červená barva díky oxidům železa

Histosoly: černé organické půdy rašelinišť, kyselé a minerálně chudé

Biogeografické aspekty

Rozdíly od čistě
fytogeografického členění



Holoarktis

Ethiopian + Oriental:
Paleotropis

Capensis – jen
fyto geografická oblast

Figure 1.10 Biogeographic regions of the world combining traditional zoogeographical and phytogeographical realms. (After Pielou 1979)

Různá druhová bohatost biogeografických oblastí, nejbohatší jsou Neotropis a Paleotropis (oriental; Capensis), ale i biotů v rámci nich (trvdolistý biot v rámci Palearctic, Neartcic a severní Ethiopian). Počet druhů klesá k pólům.

Životní formy rostlin

aneb. Fyziognomická klasifikace rostlin, Raunkiaer 1934

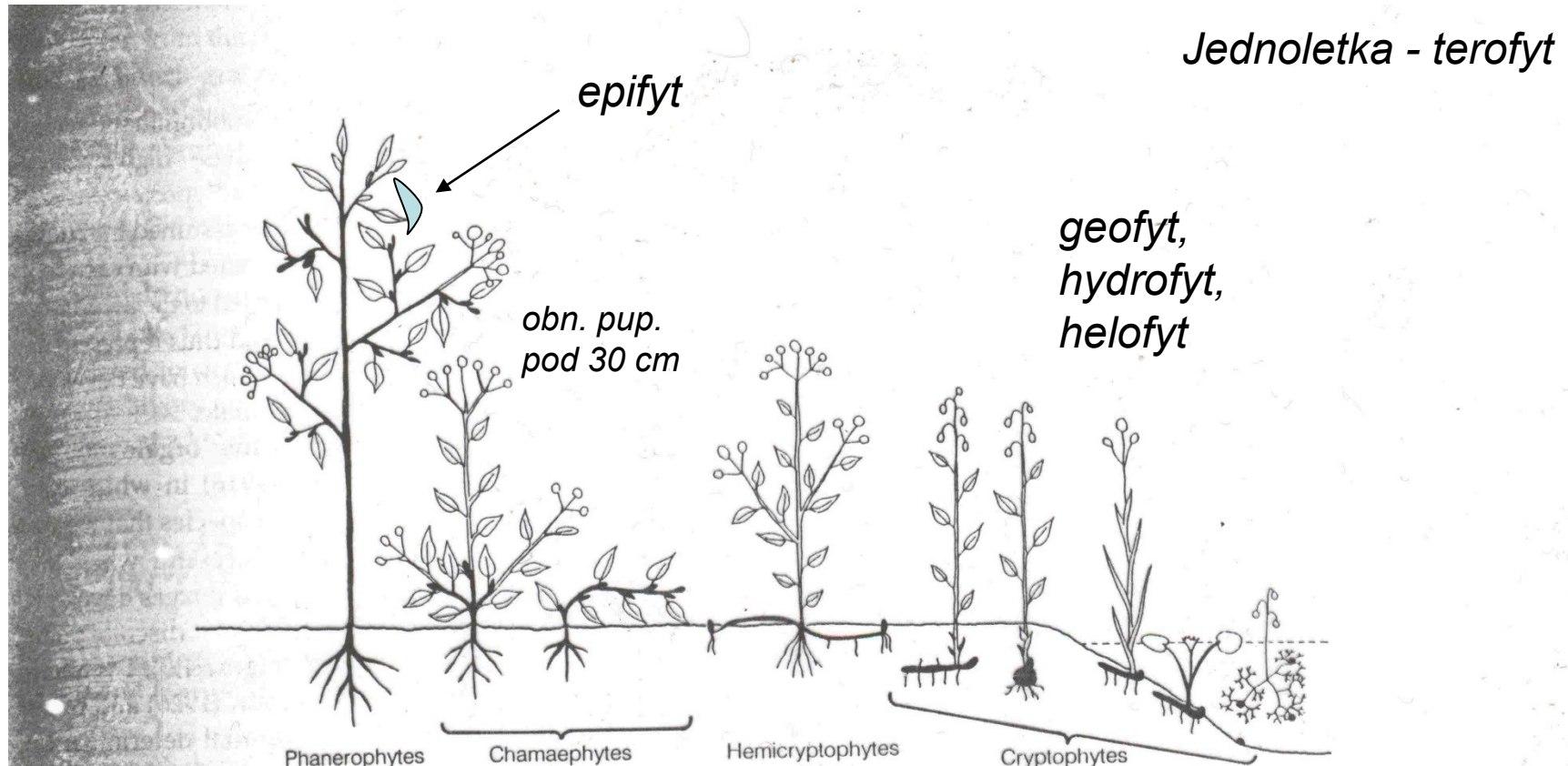
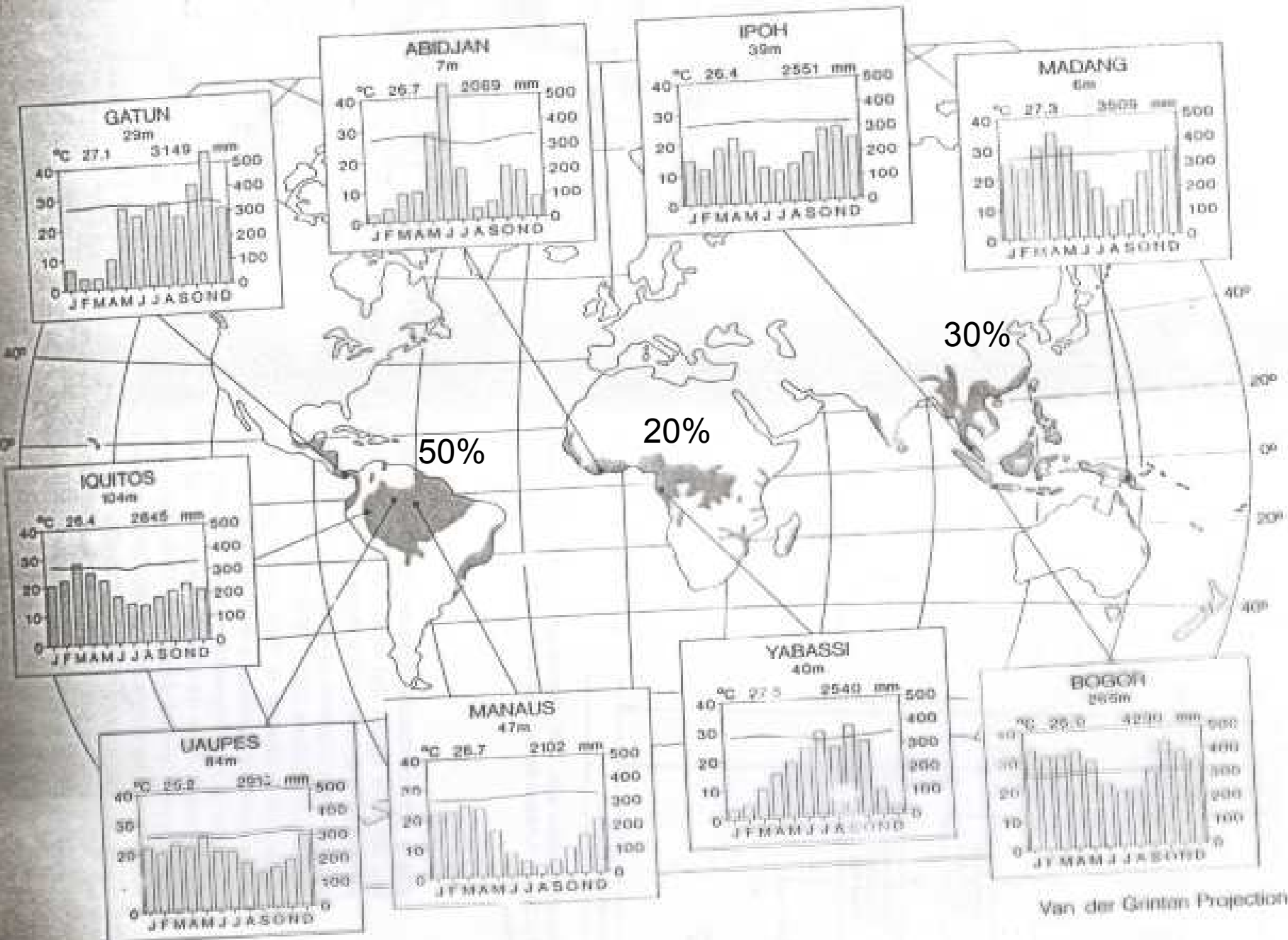


Figure 1.3 Physiognomic classification of plants according to the relative position of perennating parts. The untuned parts of the plants die back during unfavourable periods of the year but the other parts of the plant persist and give rise to new growth the following season. Therophytes, which persist only as seeds, are omitted. (After Raunkiaer, 1934.) (From C. Raunkiaer, *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*, 1934; by permission of Oxford University Press.)

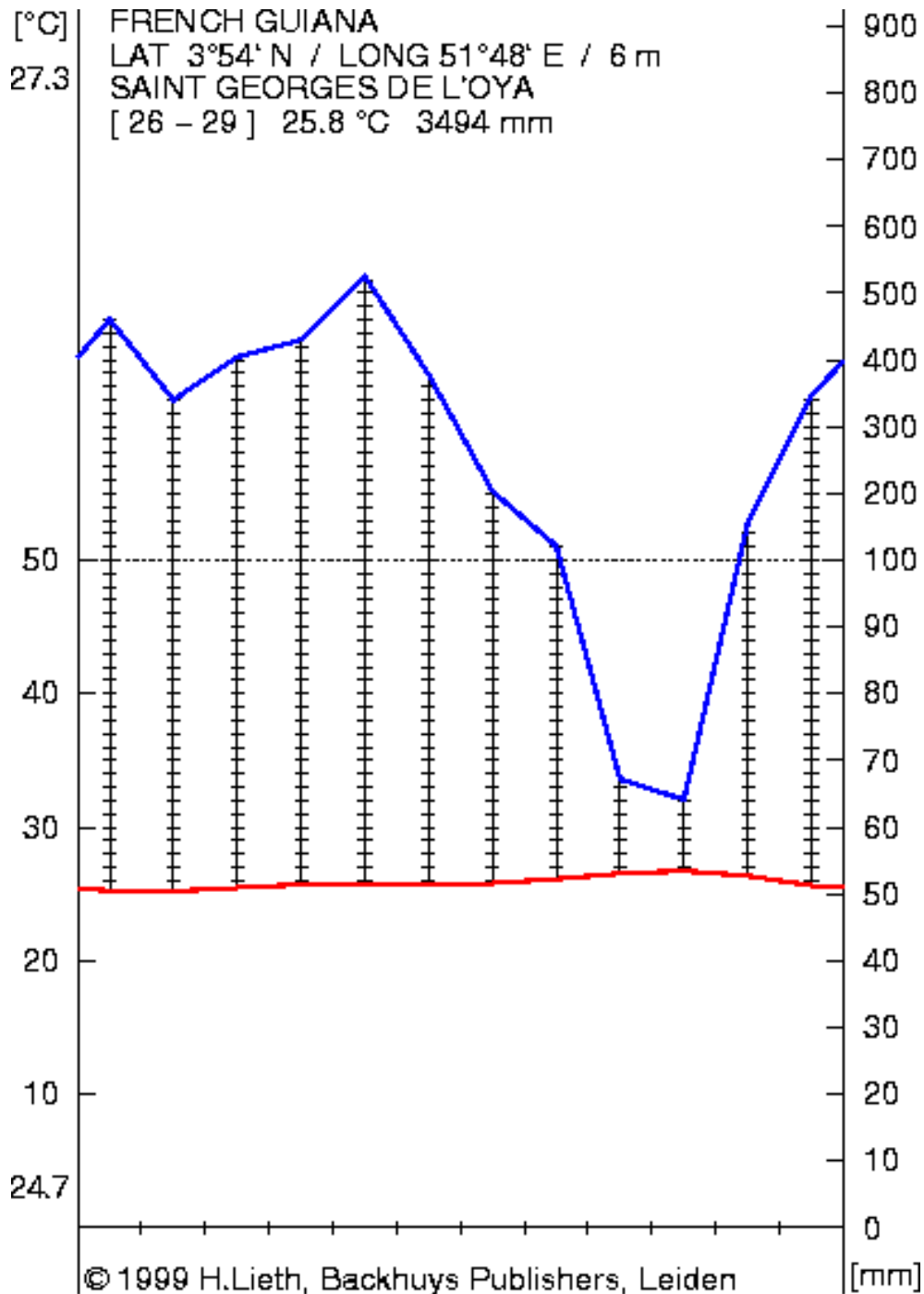


Tropické deštné lesy



Van der Grinten Projection

[°C] FRENCH GUIANA
LAT 3°54' N / LONG 51°48' E / 6 m
SAINT GEORGES DE L'OYA
[26 - 29] 25.8 °C 3494 mm



Trvale humidní až hyperhumidní klima

Teplota

$t > 18\text{ °C}$ ve všech měsících, v průměru 25-28 °C, ale i až 35°C

Teplotní rozdíly mezi dnem a nocí jsou malé, do 6-11°C. Stálá je i **půdní** teplota.

Den i noc trvá 12 hodin

Srážky

(1,5-) 2-3 (-8) tisíc mm ročně (Havaj 14.000, Kamerun 10.000)

> 60 mm každý měsíc

Typy tropického lesa v závislosti na klimatu

A. Vždyzelený nížinný les. Hyperhumidní klima po celý rok. Mnohopatrové vždyzelené lesy, velká diverzita menších rostlin a živočichů v zápoji. Průměrná měsíční teplota 25-29 C ($\pm 5^\circ\text{C}$). Srážky jsou v průběhu roku vyrovnané, meziroční fluktuace převyšuje sezónní. Úhrn srážek ještě stoupá s nadmořskou výškou. Velký rozdíl v teplotě mezi přehřívanými nejvyššími patry pralesa a interiérem lesa (až 15 C)

Struktura:

Vrstva A: není boční dotyk korun. Výška 30-50 m (-84m, *Koompassia excelsa* na Borneu)

Vrstva B: hustý korunový zápoj. Výška (10)20-30 m

Vrstva C: stromy pod zápojem, 5-15 m

Vrstva D: malé palmy, kapradiny, keře (1-5 m)

Vrstva E: semenáčky stromů, malé kapradiny, saprotrofní a parazitické byliny (např. raflesie)

Opad: 1-3 cm; **holá půda**

Pod zápojem je málo světla (asi 5% dopadajícího záření); 100% vlhkost (gutace nahrazuje transpiraci) a bezvětrí. Naopak nad zápojem (vrstva A) adaptace na velkou evapotranspiraci; tj. xeromorfní listy se silnou kutikulou. Časté jsou

- **epifyty**. Orchideje, kapradiny, mechy. Živiny čerpají z dešťových perkolátů nebo z opadu vzniklého činností mravenců. Vzniká **epifytický humus**, podobný i rašelině (*Sphagnum!*). Povlaky řas, játrovek, mechů a lišejníků na živých listech.

- **popínavé rostliny (liány)**. Jsou stále v kontaktu s půdou. Mají až 30 cm tlusté kmeny, jsou až 240 m dlouhé

- **hemiepifyty**. Začínají jako epifyty, ale vývoj končí jako popínavé rostliny. Nebo naopak – tzv. *škrtiči*, obalí kmen, udusí strom a zakoření (*Ficus*, *Clusia*)
- **saprofyty**. Drobné rostliny z různých čeledí (z nám známých např. *Orchidaceae*, *Gentianaceae* a *Polygalaceae*), rostou na tlejících větvích a v hrabance, nenápadné. Rostou v hlubokém stínu a vyžadují velkou vzdušnou vlhkost. Mají symbiotické houby, jejich rozšíření je proto dost nepravidelné.
Erythrorchis altissima (orchidej) – kořenová saprofytická liána délky až 40 m
- **paraziti**. Kořenoví paraziti (např. *Rafflesia arnoldi*, květy až 1 m v průměru), polocizopasně *Loranthaceae* na větvích, žádné terestrické druhy.
- **kryptogamy** (mechy, lišejníky, houby, zejména epifyticky, stratifikované dle vlhkosti – vlhkomilné druhy u báze kmenů).



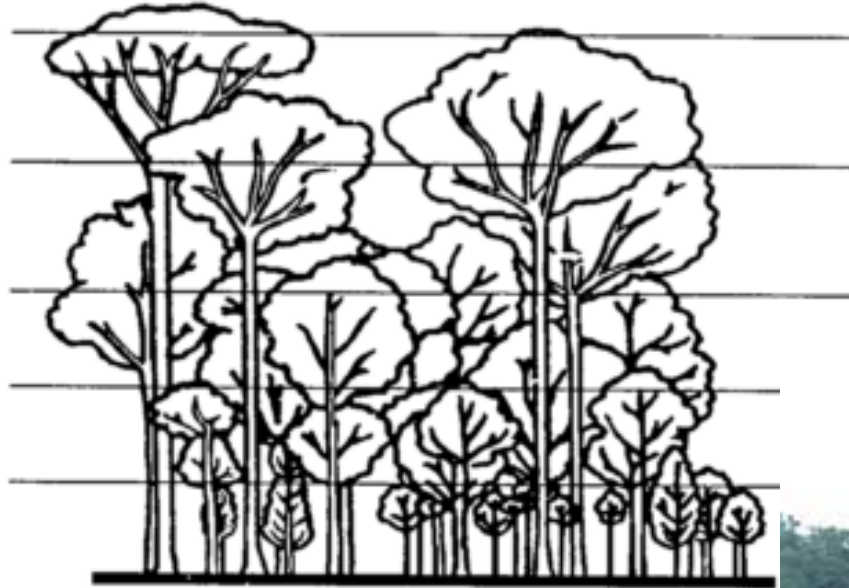
5th LAYER

4th LAYER

3d LAYER

2d LAYER

1st LAYER



A

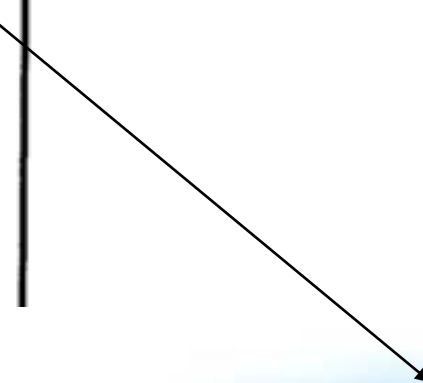


Figure 14-1. Five layers of tropical rain forest vegetation.



Struktura tropického deštného lesa při pohledu „zevnitř“

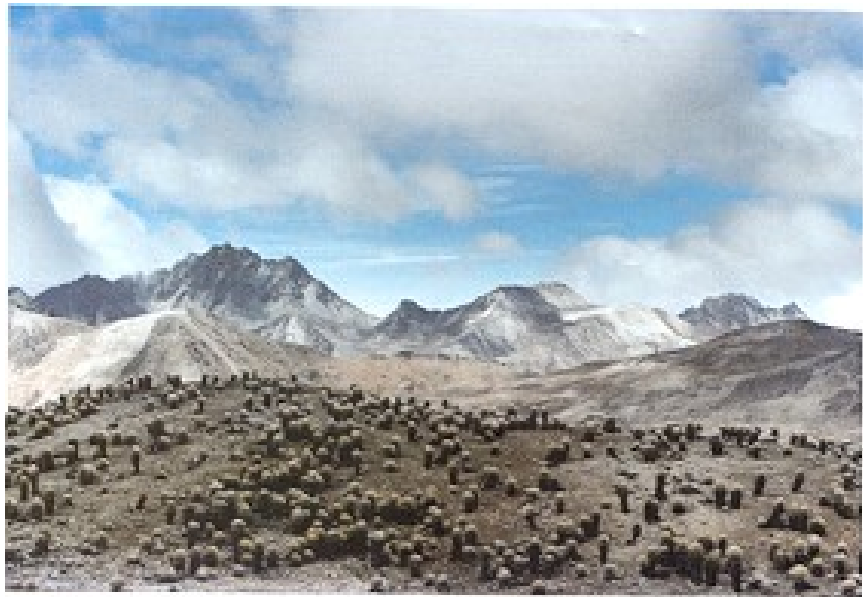


Typy tropického lesa v závislosti na klimatu

B. Horský tropický deštný les. Vyskytuje se od 600 do 2900 m n. m. dle fyziografických podmínek. S nadmořskou výškou dochází k ochlazování, nastává rovněž větší sezónní a denní variabilita v teplotě. Může se objevit sníh a mráz.

od 2500 m n. m. se objevují druhy mírného pásma

od 4000 m n. m. (nad mraky) převažují **xeromorfní keříčky** a **alpínské trávníky**, tzv. **PARAMOS**



<http://www.venezuela-emb.org.au/images/paramos.jpg>



natureproducts.net/Ecosystems/canopy_gaps.html

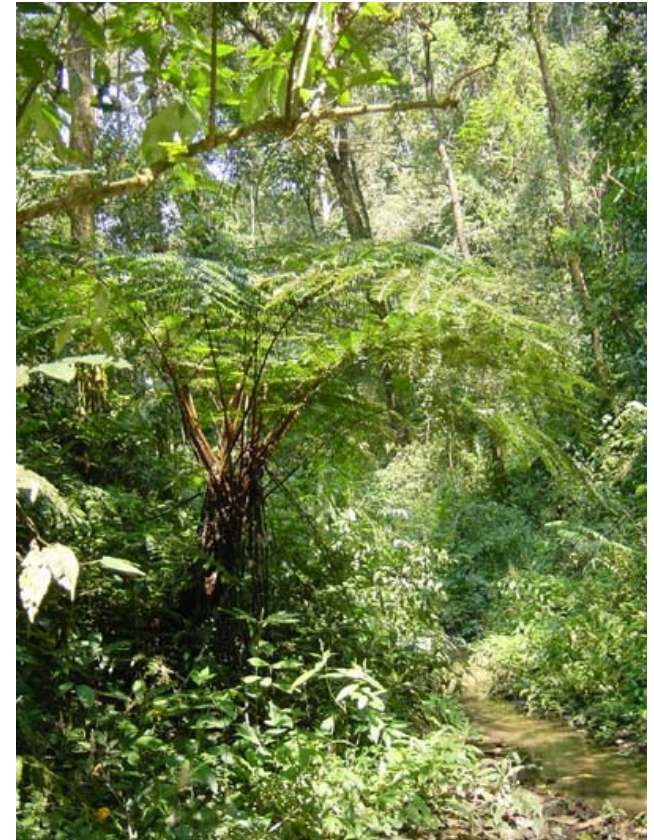
Typy tropického lesa v závislosti na klimatu

B. Horský tropický deštný les.

Strukturní rozdíly oproti vždyzelenému nížinnému lesu:

Stromy jsou menší, v nižších nadmořských výškách ještě kolem 30 m, ale ve vyšších i pod 10 m; zápoj se otevírá, přibývají byliny a keře.

Ve vlhkých horských lesích se ještě významnějšími stávají epifyty, které tvoří až 50% veškeré listové biomasy. Lián ubývá, protože je více světla.

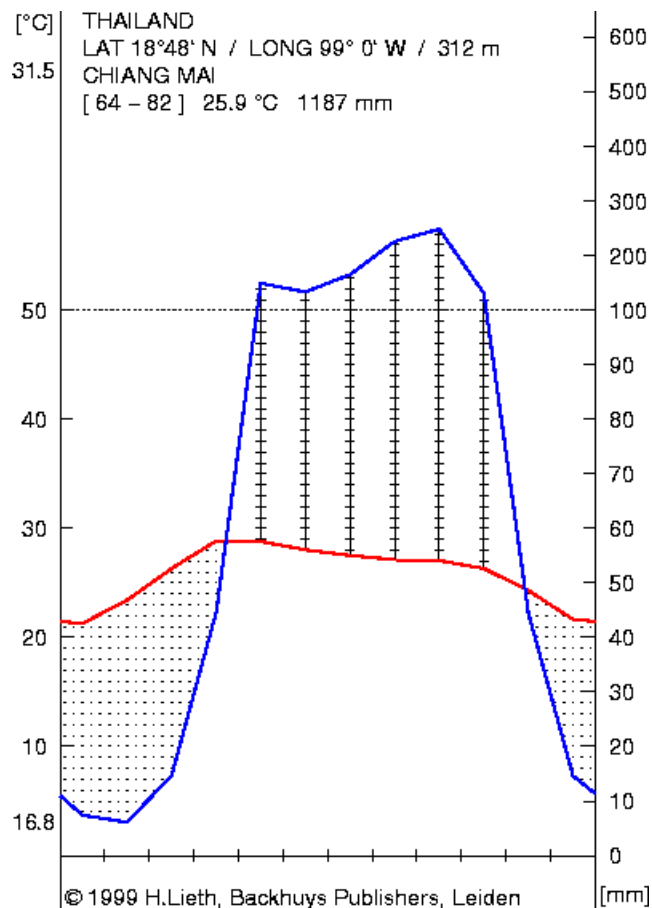


Typy tropického lesa v závislosti na klimatu

C. Tropický monzunový (sezónní) les

Někdy řazen už do biomu savany (např. Prach et al. 2009)

Většina srážek spadne v létě, minimum v období XI – IV. Výskyt od 5 z.š.



Objevují se adaptace na suchu, v extrémním případě se vyvíjí přechodná společenstva k savanám – změna společenstev živočichů (herbivoři) i rostlin (trávy).

Typy tropického lesa v závislosti na klimatu

C. Tropický monzunový (sezónní) les

Objevují se sezónně opadavé druhy, např. *Tectona grandis*. Ubývá epifytů.



C. Tropický monzunový (sezónní) les.

Prokořenění:

Na rozdíl od vždyzeleného nížinného lesa, prokořeňují rostliny sezónního lesa hlouběji. Zjistilo se, že vždyzelené druhy čerpají vodu z hlubších půdních vrstev (až 18 m pod povrchem) než druhy opadavé. Jak hlubší kořeny, tak i opadavost jsou vlastně jen různými adaptacemi na sezónní sucho. Při pronikání do hloubky využívají kořeny různé nory a opuštěná mravenčí hnízda. I v sezónním lese je ale největší koncentrace kořenů těsně pod povrchem.



Recentní studie ukázaly, že hloubka prokořenění nekoreluje s výškou stromu. Nejvyšší stromy mohou kořenit do 1 m, zatímco semenáčky dřevin a druhy podrostu koření i ve 4 m.

Geografická variabilita

A. Americký tropický deštný les

Velké stromy: **Fabaceae**; epifyty: *Bromeliaceae*; fauna: vačnatci + placentární savci

B. Africký tropický deštný les

Floristicky a faunisticky nejchudší. Stromy: **Fabaceae**, *Meliaceae*, *Sterculiaceae*, *Sapotaceae*. fauna: rozměrní savci (slon, okapi, gorila)

C. Indo-malajský tropický deštný les

Floristicky nejbohatší. Stromy: *Dipterocarpaceae*, **Fagaceae**. Epifyty: *Orchidaceae*, *Asclepiadaceae*, kapradiny

D. Australasijský tropický deštný les

Nová Guinea, sv. Austrálie. Stromy: *Myrtaceae* (*Eucalyptus*); Fauna: vačnatci

Půdy

- silné chemické zvětrávání – vznikají staré hluboce zvětralé půdy (až desítky metrů) s vysokým podílem oxidů železa, oxidů hliníku a kaolinitu. Chemismus, přístupnost vody, textura a provzdušnění se však liší podle matečné horniny a reliéfu.
- malá zásoba živin v půdě - živiny jsou v ekosystému vázány v biomase rostlin, odumřelá biomasa se rychle rozkládá a uvolněné živiny jsou hned rostlinami odebírány, případně putují přes hyfy mykorhizních hub přímo do kořenů nebo jsou vymyty srážkami. Po vykácení lesa, kdy se živiny v biomase odvezou nebo uvolní následným požárem, zůstává v ekosystému velmi málo živin, což ztěžuje obnovu lesa.

Půdní typy

Oxisoly: bez horizontů, v hloubce 3 a více metrů se nachází tvrdá vrstva **saprolitu** (jíl + zvětralé podloží). Akumulace sesquioxidů Fe a Al, půdy mají proto červenou barvu. Křemík je nerozpustný a rekrystalizuje s hliníkem, vzniká **kaolinit**. Ten je jílovitý a má nízkou výměnnou kapacitu kationtů, což spolu s nízkým organickým podílem způsobuje **deficienci živin**. Půdní pH je 4,5-5,5, což má za následek uvolnění toxického hliníku a vyvázání fosforu (základní živina) do komplexů s Al a Fe. Oxisoly jsou ale lehce prorůstány kořeny, snadno odvádí vodu a nepodléhají erozi.

Ultisoly: jsou typické pro monzunové lesy. Mají argilický horizont Bt bohatý jílem. Na rozdíl od oxisolů neodvádějí vodu a jsou náchylnější k erozi.

Andosoly: vznikají na vulkanitech. Základem je **alofan** – amorfní jíl s Al a Si. Vodu odvádějí. Přístupného fosforu příliš nemají. Časem se alofan mění na kaolinit, což má za následek změnu půdního typu.

Zamokřené půdy: vyvíjejí se v sezónně zaplavovaných lesích. **Bahenní lesy** se vyskytují v několika typech, např. **várzea** jsou bahnité lesy na přítocích Amazonky a **igapó** jsou zaplavované čistou, živinami chudou vodou a vyskytují se na chudých písčitých půdách. **Rašelinné lesy** jsou tam, kde se hromadí organický materiál (organický uhlík). (Z funkčního a fyziognomického hlediska se teď dotýkáme azonálního biomu rašelinišť). Vyznačují se menší diverzitou stromů, menší výškou stromového patra (do 20 m), na rozdíl od „typických“ nám známých rašelinišť se hojně vyskytují palmy a kapradiny. Vyskytují se i typy s dominujícími graminoidy („inundated savannah“). Typickou palmou amazonských rašelinných lesů je *Mauritia flexuosa*.

Mauritia flexuosa



http://www.ciat.cgiar.org/pgri/fruits_from_americas/frutales/



<http://www.css.cornell.edu/ecf3/Web/new/AF/pics/Mauritiaflexuosa1.jpg>



Diverzita

Extrémně druhově bohatý biom. Proč? Ekosystém se vyvíjí 30 milionů let (zhruba od miocénu; některé skupiny se vyvíjí od druhohor), v době ledové byl sice rozfragmentován, ale velké části zůstaly na svém místě. **Centra endemismu odpovídají glaciálním refugiím.**

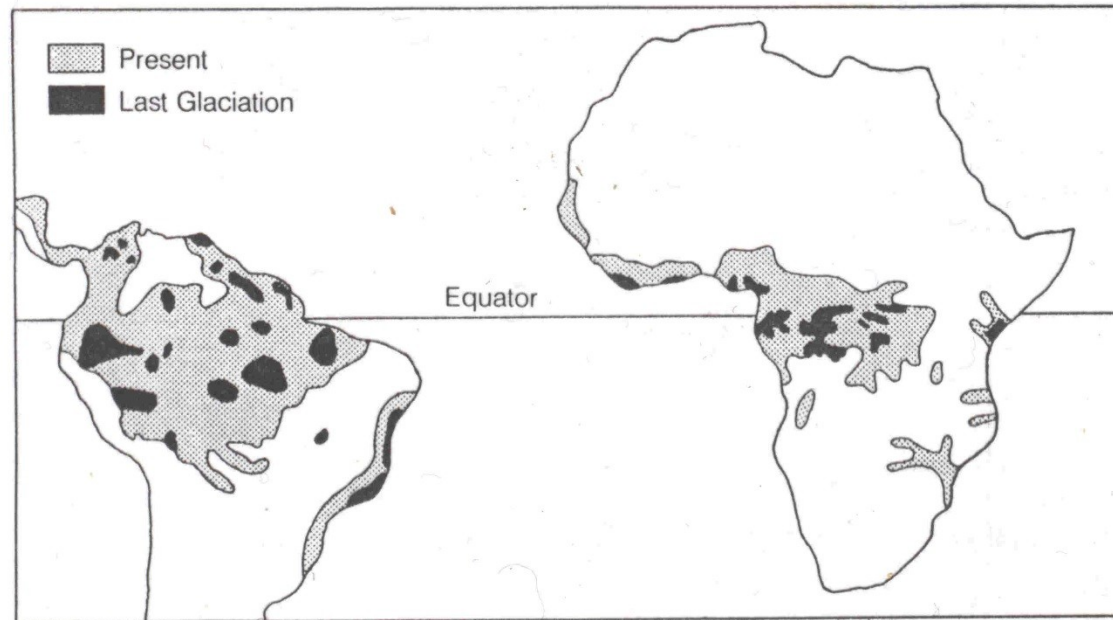
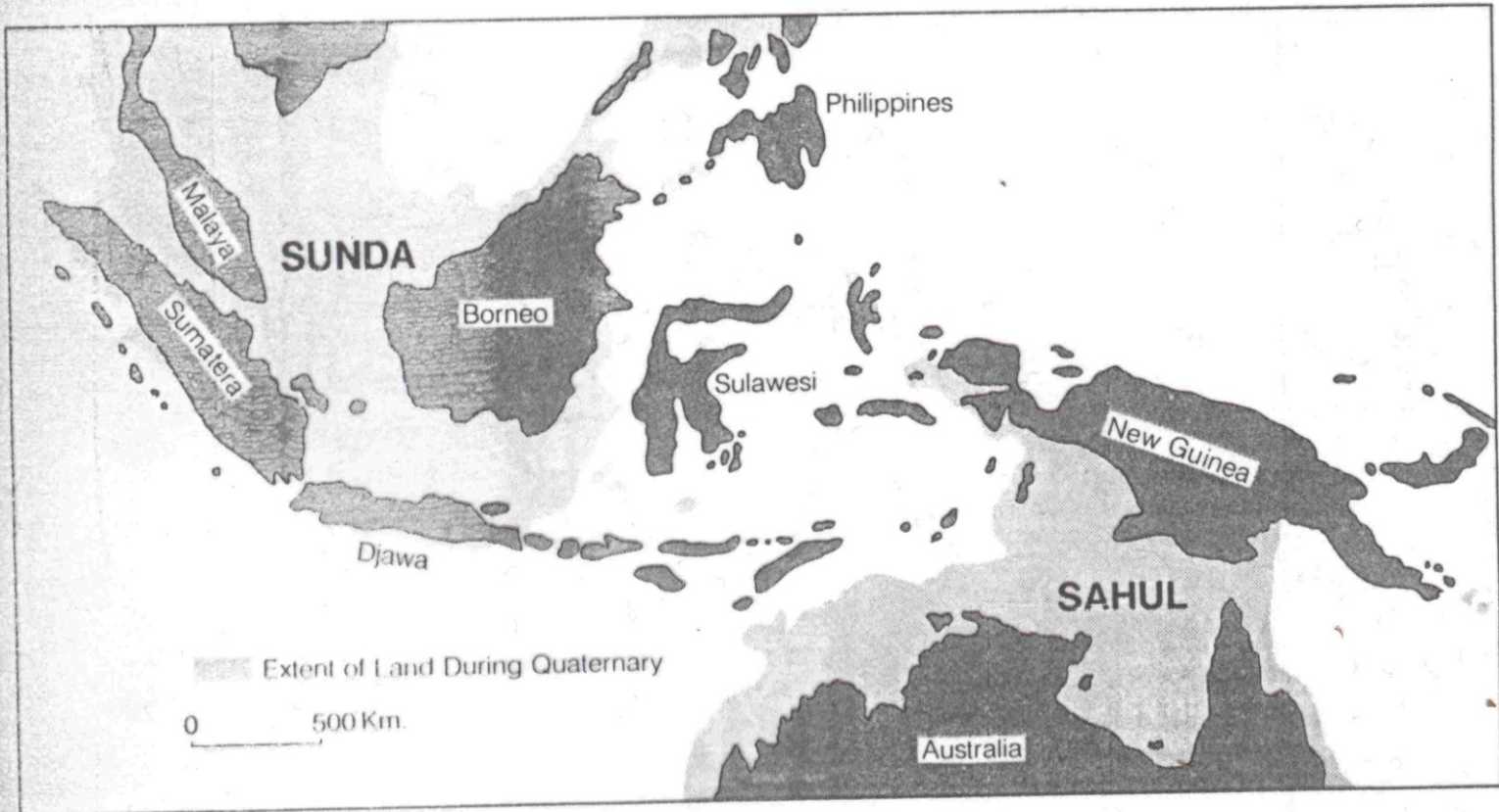


Figure 2.6 Extent of lowland tropical rain forest during the Wisconsin glacial maximum (approximately 18 000 years BP) in South America and Africa. (After Prance, 1982; Kingdon, 1970.) (Reproduced from J. Kingdon, *Island Africa. The evolution of Africa's rare animals and plants*, published by Collins, 1990 and from *Biological Diversification in the Tropics*, G. T. Prance (ed.), 1982, © Columbia University Press, New York; reprinted with permission of the publisher.)

V indomalajské oblasti byly naopak dnešní ostrovy tropických lesů propojeny

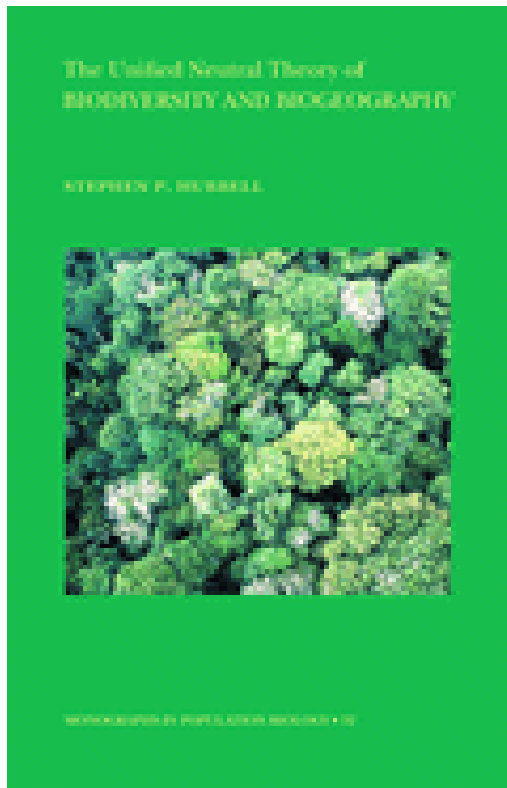


2.7 The extent of the Sunda and Sahul shelves exposed during the Quaternary as determined by the 200 m bathymetric contour and the continental limits of South East Asia and Australia. (After Walker, 1982.) (Adapted from D. Walker, Speculations on the origin and evolution of Sunda-Sahul rain forests, in *Biological Diversification in the Tropics*, G. T. Prance (ed.), 1982, © Columbia University Press, New York, reprinted with permission of the publisher.)

Teorie vysvětlující velkou druhovou bohatost tropických lesů

1) V tropických deštných lesích probíhá speciace a **diverzifikace nik** vzhledem ke světlu, vlhku, teple, výživě a prostoru a vzhledem k využívání zdrojů. Hodně specialistů s úzkou nikou. Obrovská rozmanitost potravních vazeb. Teorie diverzifikace nik souvisí s teorií „***limiting similarity***“.

2) Proti teorii diverzifikace nik stojí tzv. **neutrální teorie** (Hubbel S. P. (2001): *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*).



Ta diverzifikaci nik jako vysvětlení druhové bohatosti troficky uniformního biomu popírá a druhovou bohatost, četnost druhů i vztahy mezi druhovou bohatostí a velikostí plochy vysvětluje matematicky na základě dynamiky migrace (*dispersal*), extinkce a speciace. Na základě této teorie by diverzifikace nik neměla hrát v extrémní druhové bohatosti pralesa zásadní roli.

Hlavní roli ve vysvětlení velké druhové bohatosti tedy spíše hraje velká speciace (*dlouhá historie, velké území, velký příkon energie zvyšující četnost mutací*) a omezení v šíření jednotlivých druhů.

Teorie vysvětlující velkou druhovou bohatost tropických lesů

3) Teorie nerovnovážného stavu ekosystému (*non-equilibrium state*)

V tropickém deštném lese se jedná o mozaiku sukcesně pokročilého lesa (klimaxu) a různě starých sukcesních stádií. V místě, kde spadl starý strom vzniká **gap**, kde se uchycují nejen semenáčky velkých stromů, ale i druhy specializované na mladší sukcesní stádia, světlomilné druhy, druhy náročnější na živiny (odpadá konkurence se stromy) a podobně.

Tato teorie spíše konvenuje s *teorií diverzifikaci nik*, ale nestojí nutně ani v protikladu k *neutrální teorii* – pokud ovšem připustíme, že světliny a vzrostlý les jsou dvě troficky a druhově odlišná společenstva s vlastními specialisty, v nichž mohou nezávisle probíhat „neutrální“ procesy.

I když se tyto teorie dávají často do protikladu, tak pravděpodobně podporují vysokou druhovou bohatost tropických lesů všechny jejich mechanismy současně (evoluce + niky + dynamika), i když na různých úrovních v různém poměru.

Jaká je tedy diverzita tropických deštných lesů?

Vyskytuje se zde ca 100.000 popsáných druhů rostlin, což je 40% světové flóry. Velkou diverzitu mají především:

- a) stromy (30% malajské flóry jsou stromy)
- b) **liány** (90% všech světových lián!) a **epifyty**
- c) **kauliflorní** stromy (kvetou na kmeni), **fyliflorní** – kvetou na žilkách listů (vzácné, někteří zástupci čeledi slivouchovitých)

asi 1.000 kauliflorních druhů, mj. i známé rody *Theobroma*, *Heterostemon*, *Durio*. Je to adaptace na opylování a rozšiřování živočichy, kteří nežijí v zápoji (např. netopýři).



www.national-geographic.cz



© A. Aliakrinsky, www.equator.ru: Sarawak, Gunung Gading IV. 2004

www.equator.ru/images/cauliflory4999w.jpg



<http://www.griffith.edu.au/ins/collections/webb/img2/8-21b.jpg>

Jaká je tedy diverzita tropických deštných lesů?

Nejmenší diverzita je v afrických tropických lesích, kde jsou lesy často sekundární a byly silně ovlivněny a fragmentovány v době ledové.

Příklady uváděné druhové bohatosti:

Západní Afrika (Jeník et al.): 270 druhů cévnatých rostlin (130 stromů) na 1 ha

Jižní Amerika: 178 druhů na ploše 0,67 ha; 400 druhů na ploše 1 ha (**rekord?**). **Stromy tvoří asi 70 % druhové bohatosti cévnatých rostlin, patří k mnoha čeledím.**

Z Jávy je udáváno 333 druhů cévnatých rostlin na hektar (z toho 78 druhů stromů). Druhy stromů mají podobné listy (celokrajné, ve vyšších patrech s xeromorfní stavbou), stáří (až 200-250 let), liší se dřevem a architekturou. Je popsáno 23 architektonických modelů stromů.

Extrémní druhová bohatost na malých velikostech plochy je zčásti způsobena extrémní **densitou** jedinců stromů na malých plochách.

V Asijských tropických pralesích roste 40% světové flóry.



Velká diverzita kořenových systémů

Deskovité a chůdovité kořeny a pilíře se vyvinuly kvůli:

- čerpání živin
- udržení se (vysoké stromy s mělkým kořenovým systémem)
- dýchání (pneumorhizy)

Vlnovec pětimužný (*Ceiba pentandra*) má až 10 m vysoké pilíře

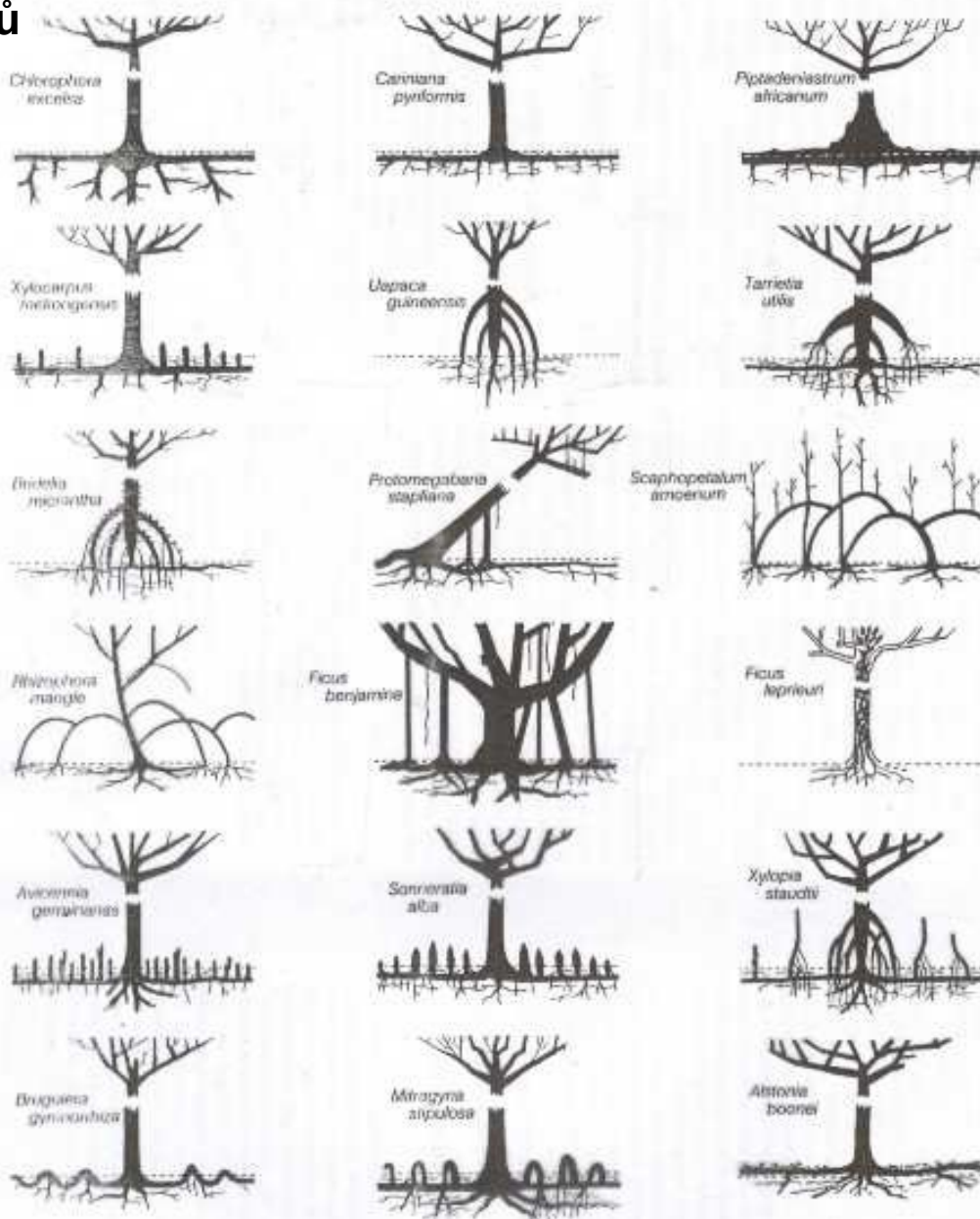


Figure 2.20 Characteristic root systems of tropical trees. (After Jenik, 1978.) (Reproduced with permission from J. Jenik, Roots and root systems in tropical trees: morphologic and ecologic aspects, in *Tropical Trees as Living Systems*, eds P. B. Tomlinson and M. H. Zimmermann; published by Cambridge University Press, 1978.)

Velká diverzita listů

- mladé listy mohou být zcela bez chlorofylu (mají pak červené, krémové, modré nebo bílé zbarvení; rašení není synchronizováno)
- listy až 10 m dlouhé (palma rodu *Raphia*, řapík a žilka využívána při stavbě vesnických domů). U dvouděložných max. 2 m dlouhé listy (*Anthocleista nobilis*)
- na druhou stranu i extrémně malé listy velikostně odpovídající jehlicím (*Fabaceae*)
- obecně ale konvergence k listům typu hrušně nebo vavřínu, zúžené do hrotu (kapací špička, *drip tip*, např. *Ficus elastica*), který slouží k rychlému odvodu vody v hustém zápoji (kde je pomalá evaporace).
- zduřelé řapíky v místech nasedání: **listové klouby**, upravují postavení listů vůči světlu



Životní formy a strategie

- převažují fanerofyty (70%)
- téměř chybějí kryptofyty a terofyty
- velké zastoupení epifytů, poloepifytů a lián

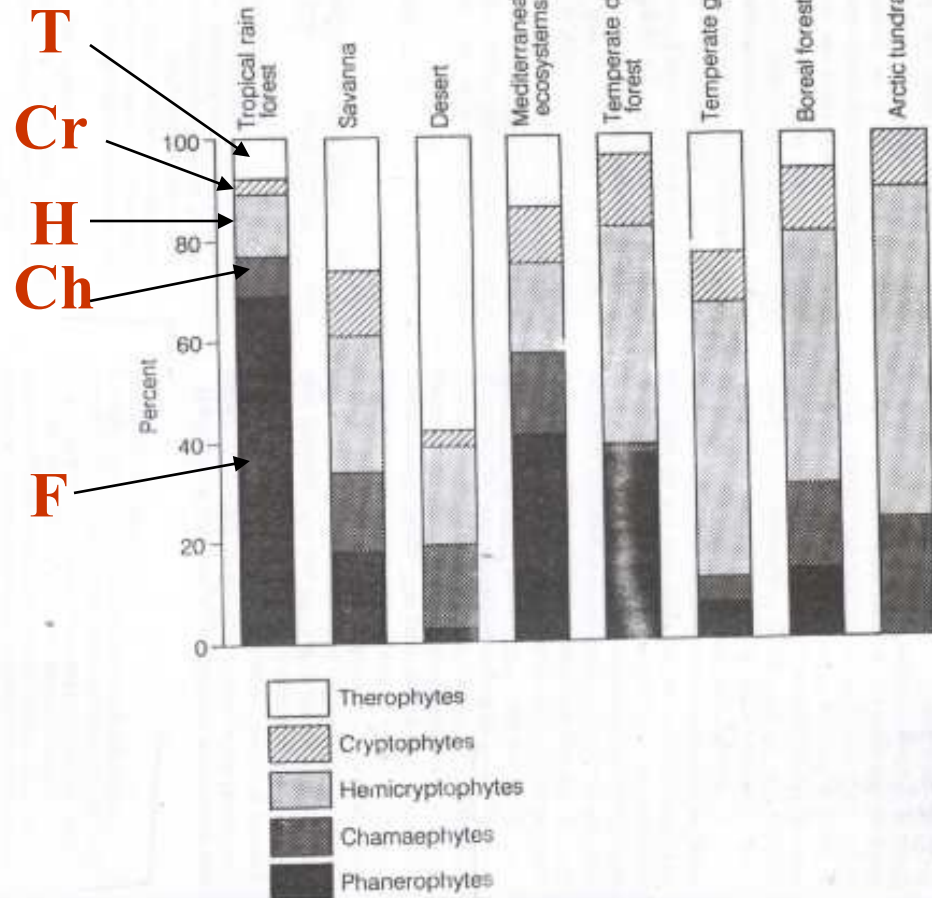


Figure 1.4 Proportional distribution of different life forms classified according to Raunkiaer (1934) in the major ecosystems

Příklady nám známých tropických stromů

Coffea arabica

Theobroma cacao

Magnifera indica (mango)

Hevea brasiliensis (kaučuk)

Durio (durian)

Musa (banánovník)

Diospyros (eben)

Swietenia (mahagon)

Příklad známé byliny

Victoria amazonica



Fenologie a životní cyklus

Periodická obnova listů, jejíž interval se liší podle druhů. Je spojena s přerušením růstu. Průměrný interval je 15 měsíců (3-36).

I palmy, kapradiny a konifery trvale rostou a trvale vytvářejí nové listy.

Pravidelné shazování listů se děje jen v periodicky suchých územích (sezónní les).

Kvetení

- ve stálém klimatu: neustále po dobu vhodných podmínek; vždykvetoucí druhy mohou plodit vícekrát ročně. Některé druhy ale kvetou např. 1x za deset let (a to pak všechny v širokém okolí)

- v sezónním klimatu: kvetení probíhá na začátku suchého období, kdy je vyšší aktivita opylovačů (hlavně opadavé druhy)

Opylování

Většina tropických stromů je dvoudomých se samčími a samičími květy na oddělených rostlinách. Pod zápojem není anemogamie (vítr nefouká), uplatňuje se trochu v A vrstvě. Přebývá **zoogamie** (včely, motýli, netopýři, kolibříci). Probíhá **koevoluce rostlin a opylovačů** (orchideje).

Rozšiřování

- větrem: v zapojeném vždyzeleném lese se uplatňuje asi z 10%, v monzunovém z 30%
- dominuje **zoochorie**: hlavně ptáci a netopýři, méně primáti, hlodavci, sloni
- může se uplatňovat i **hydrochorie**.

Klíčení

Více než 50% druhů klíčí bez dormance, a to do 6 týdnů. Vzácněji se objevuje dormance (8-12 měsíců), ojediněle i dormance v řádu let.

Dynamika

Typická je **cyklická regenerace**. Stromy se dožívají 250-300 let, pak jsou napadeny houbami a hmyzem, odlamují se větve a pak se zlomí kmen, který strhne sousední stromy spojené liánami. Pád stromů způsobí „**gap**“, jím proniká světlo indikující klíčení semen jakož i urychlující růst semenáčů stromů.

Diverzita obratlovců

Adaptace na život v korunách (šplhavý způsob života - ovíjivé ocasy, mechanismy prodlužující skok a zmírňující pád). Stromové druhy hadů.

Adaptace žab – stromové žáby, vajíčka nekladou do vody, ale na vegetaci, po vylíhnutí pulci padají do vody nebo je do ní přenáší rodiče, nebo stádium pulce chybí

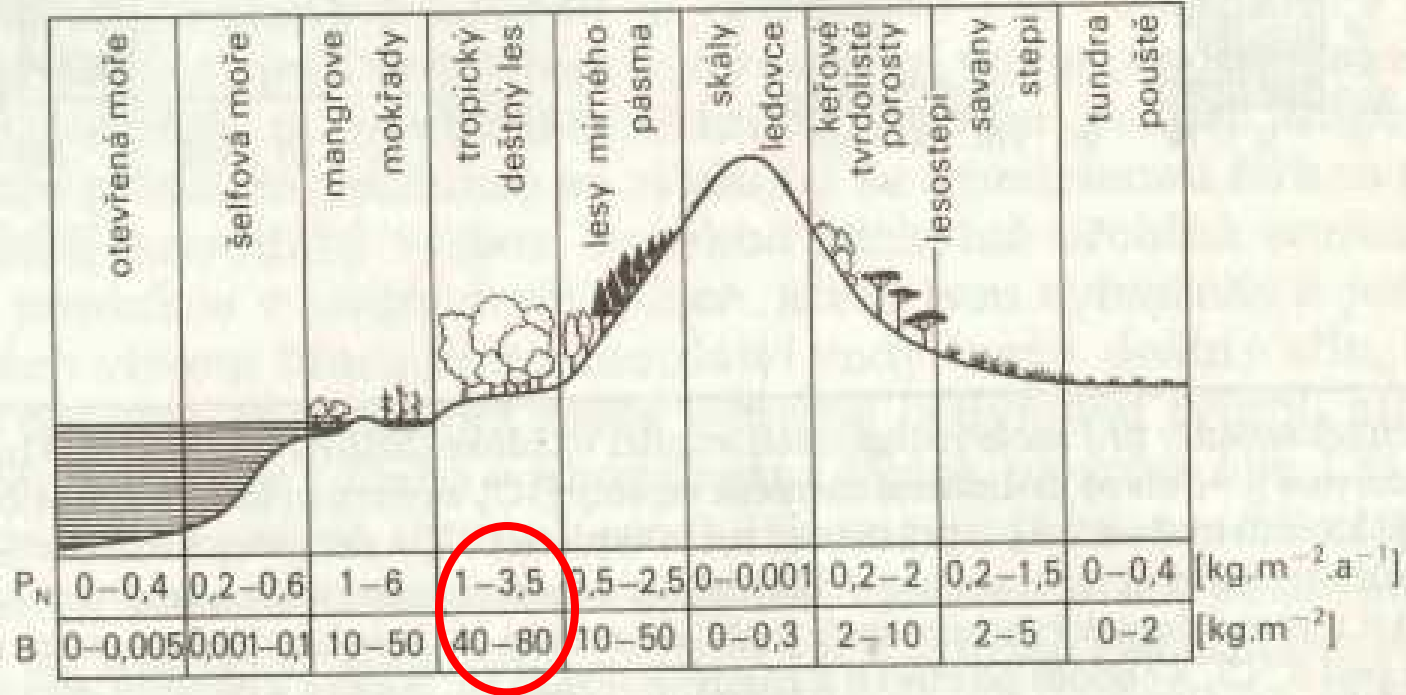
Diverzita opylovačů – včely, brouci, dvoukřídlí, netopýři, ptáci (8 čeledí, např. kolibříci, strdimilové, šatovníci), obratlovci s ovíjivým ocasem (primáti, medvídkovitá šelma *kynkažu*)

Disperse semen – rovněž se podílí netopýři (plodožraví kaloni), plodožraví hlodavci (diverzifikace podle různých denních rytmů), plodožraví ptáci

Amazonie hostí více než 50% světové ornitofauny (polovina jsou plodožraví a semenožraví). Lokální obohacování půdy o N a P!

Málo velkých herbivorů (několik druhů asi velikosti zajíce, v Africe například pralesní antilopy chocholátky (*Cephalopus*, 30-80 cm v kohoutku), antilopa zakrslá (25 cm) nebo bongo (120 cm). V Africe pronikají herbivoři ze savany (slon). Důležitou složkou jsou prasatovití (*pekari*, *prase*)

Produkce



123/ Rozdíly v roční čisté primární produkci (P_N) a biomase (B) v různých biomech na Zemi (podle LARCHERA 1980)

[317]

Ač tvoří jen ca 10% souše, tvoří biom $\frac{1}{2}$ biomasy Země a váže $\frac{1}{4}$ uhlíku. Množství biomasy je 400-800 tun / ha; produkce 20-35 tun / ha / rok. Index listové plochy (LAI) dosahuje hodnoty 8-12.

Produkce

Roční přírůstky

Délka

Cecropia, Musanga cecropioides: 4 m/rok, tj. 20 m za 5 let!

Ochroma lagopus: 5,5 m z arok

Cedrela odorata: 6,7m/rok (pěstována na plantážích)

bambus: až 57 cm/den



Průměr kmene

průměrně 0,5-2 cm/rok

Ceiba pentandra: průměr kmene se zvyšuje 3 cm / rok. Přestává však růst při 15°C a nejlépe roste při 35-40 °C

Entandropharma cylindricum – dosahuje až 5m v průměru

Růst kořenů

až 2 cm/den (opět více než temperátní stromy)



Dynamika živin

Půdy jsou živinami chudé – je to paradox vzhledem k vysoké biomase? Většina živin je vázána právě v biomase a mělký kořenový systém je důsledkem kompetice o živiny vracející se do půdy dekompozicí. Dekompozice je rychlá zásluhou vlhka a tepla, významně pomáhají i termity a mravenci *Atta*. Rozmělňují opad, žijí v symbióze s bičíkovci, pěstují houby. **Mravenci mohou tvořit až 20% biomasy pralesa a až 20% hmyzích jedinců. Výrazně se podílí na fungování ekosystému nejen dekompozicí, ale i predací a mutualismem (příklady viz Prach et al. 2009, p. 37).**

Listy se tak rozloží za 2 měsíce, rychle se rozloží i padlé stromy (neleží po dlouhá léta ve vrstvách na sobě jako např. v tajze). Jen v monzunových lesích se na začátku suchého období vytváří silnější vrstva opadu.



Atta laevigata

Na dekompozici se podílejí i gigantické dešťovky.

Většina živin je vázaných v biomase nebo v nepřístupných formách v půdě

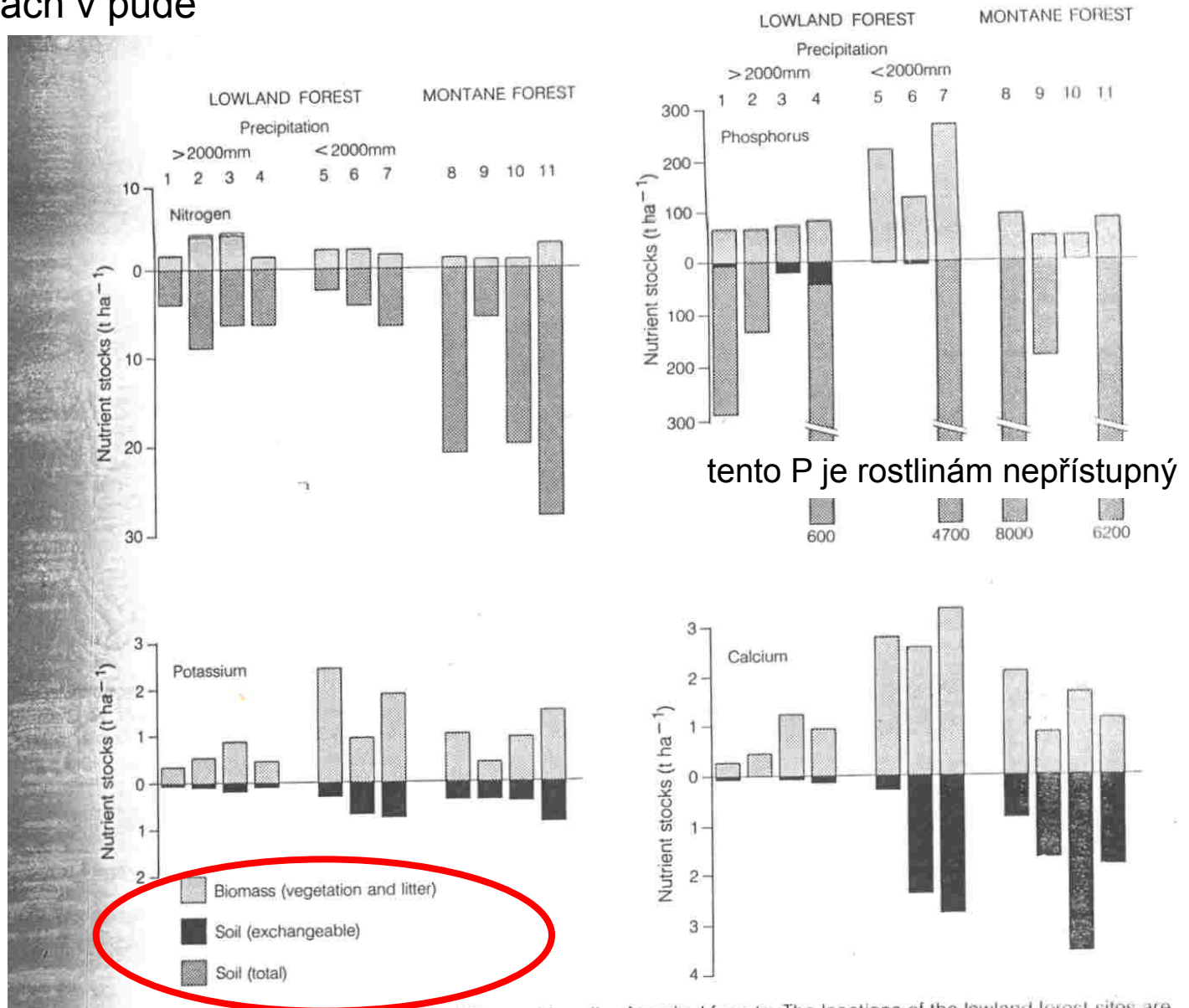


Figure 2.46 Nutrient stocks in living biomass and litter and in soils of tropical forests. The locations of the lowland forest sites are (1) and (7) Venezuela; (2) and (3) Brazil; (4) Ivory Coast; (5) Thailand; (6) Ghana. The montane forest sites are located in (8) Costa Rica; (9) Colombia; (10) New Guinea; (11) Venezuela. (After Jordan, 1985.) (Redrawn with permission from C. F. Jordan, *Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystems*; published by John Wiley and Sons, 1985.)

Obnova biomasy a obsahu živin v ekosystému trvají po vytěžení lesa velmi dlouho

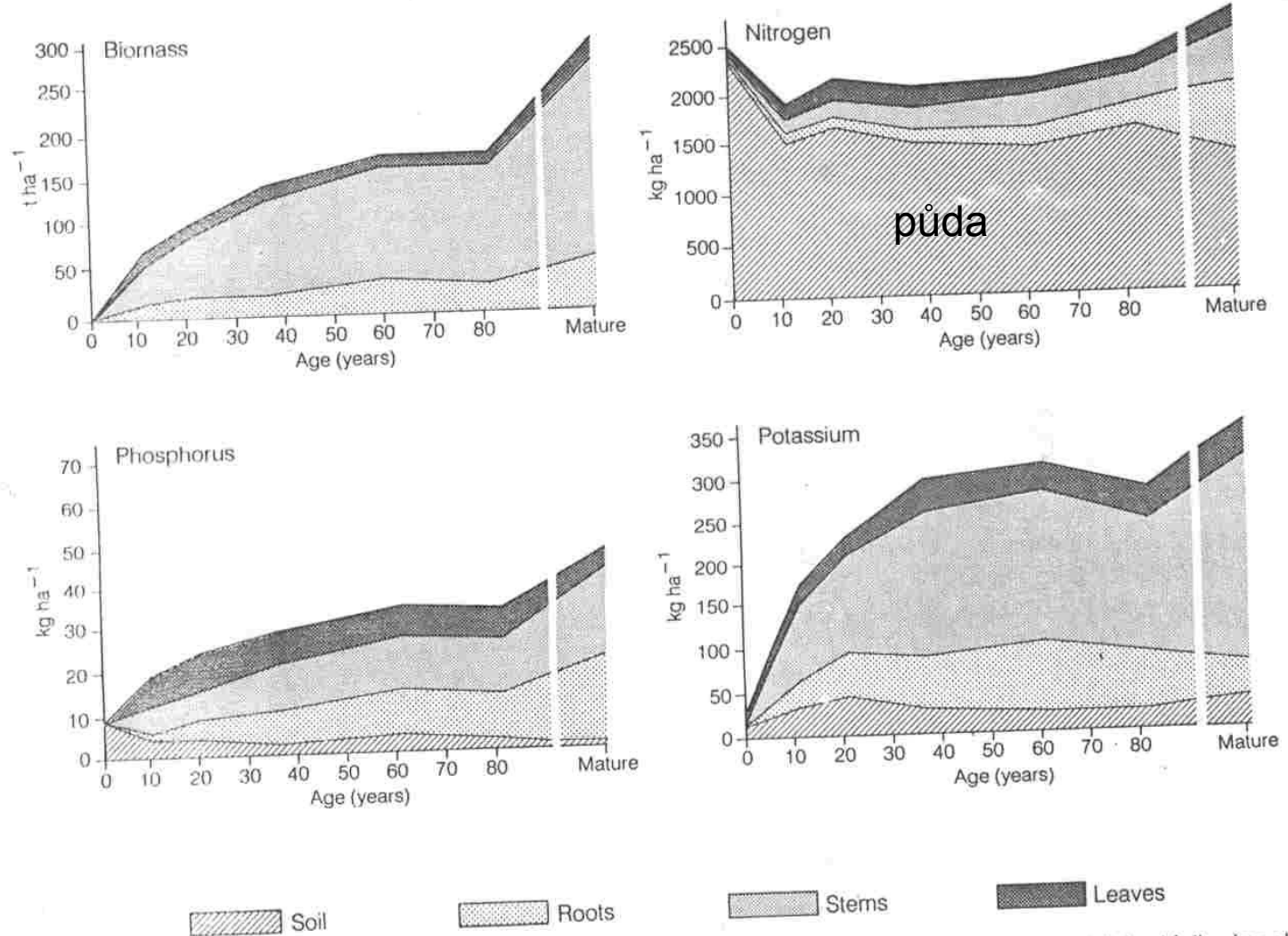


Figure 2.49 Accumulation of biomass, nitrogen, phosphorus and potassium stocks in regrowth stands established following shifting cultivation in lowland rain forest in Venezuela. (After Saldarriaga, 1987.) (Reproduced with permission from J. G. Saldarriaga, Recovery following shifting cultivation, in *Ecological Studies 60 – Amazonian Rain Forests: Ecosystem Disturbance and Recovery*, ed. C. F. Jordan; published by Springer-Verlag N.Y. Inc., 1987.)

Obnova biomasy a obsahu živin v ekosystému trvají po vytěžení lesa velmi dlouho.

Po vytěžení lesa jsou živiny exportovány ve dřevě (hlavně K a Ca) nebo jsou zplyněny při požárech a spálení zbytků dřevin (N, C, S).

Obnova struktury a biomasy je nejpomalejší, nenastala ani po 80 letech.

Fosfor zmizel z celého ekosystému, v biomase se obnovoval na úkor zásoby v půdě

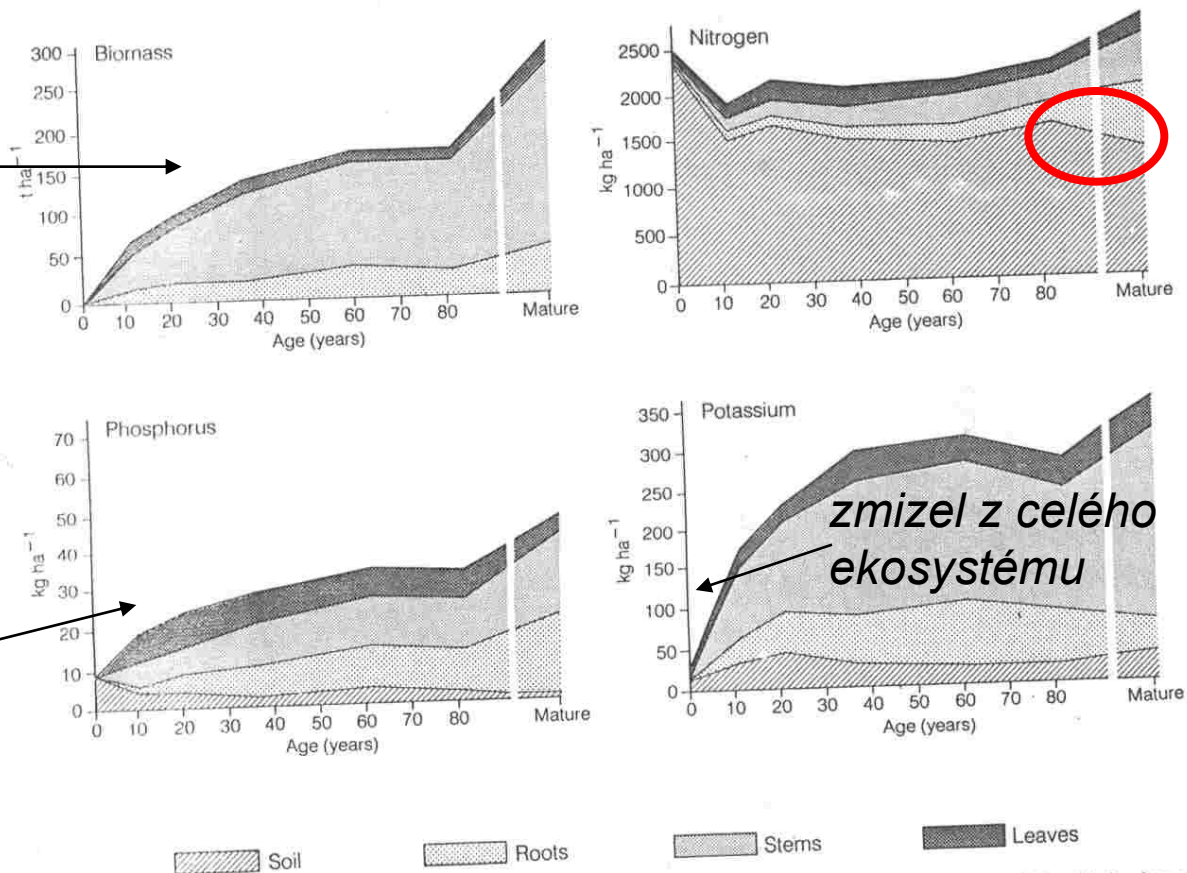


Figure 2.49 Accumulation of biomass, nitrogen, phosphorus and potassium stocks in regrowth stands established following shifting cultivation in lowland rain forest in Venezuela. (After Saldarriaga, 1987.) (Reproduced with permission from J. G. Saldarriaga, Recovery following shifting cultivation, in *Ecological Studies 60 – Amazonian Rain Forests: Ecosystem Disturbance and Recovery*, ed. C. F. Jordan; published by Springer-Verlag N.Y. Inc., 1987.)

Iniciální fáze sukcese na bývalých políčkách (po 1-2 úrodách obvykle opuštěných)

1. Světlomilné a rychle rostoucí druhy z čeledí *Moraceae* (jižní Amerika) nebo *Ulmaceae* (Afrika) + liány (*Araceae*, *Convolvulaceae*). Neproniklé porosty (mačeta!)
2. Po 50-100 letech se objevují původní lesní druhy (viz též rychlost obnovy živin na předchozích grafech)

Opakování kácení a žďáření po 10-20 letech od opuštění ale vede k **přeměně na savanu.**



Cecropia, rod iniciálních stadií

Deštné lesy a oheň

Na rozdíl od některých jiných biomů (savana, step, tajga, mediteránní biom) nejsou deštné lesy adaptovány na oheň (trvalá, až 100% vlhkost v zapojené vegetaci). Stromy mají tenkou borku, přežívání semenáčků v popožárních stadiích je malé, obnova trvá dlouho. Tloušťka borky koreluje s velikostí stromu, takže mladí jedinci jsou ještě náchylnější k požáru.

Lidské aktivity ale vedou k otevření deštného lesa (např. stavba silnic pro „toulavou“ těžbu vzácných stromů), tedy i ke snížení vlhkosti, k prosychání půdy (zpomalení dekompozice – nahromadění hořlavého opadu). V otevřených místech (gapech) vzniká riziko požáru, toto riziko koreluje s velikostí gapu. Požáry se pak z těchto „horkých míst“ šíří i do nenarušených lesů.

Díky jevu *El Nino* došlo k velkým požárům v letech 1982/83 a 1997/98. Například v sezóně 97/98 shořelo po *El Nino* 5 milionů hektarů v Indonésii (východní Kalimantan). Riziko požáru se v současnosti zvyšuje, protože:

- *El Nino* díky globálním změnám zesiluje
- Tropické lesy jsou stále více fragmentovány

Mangrove

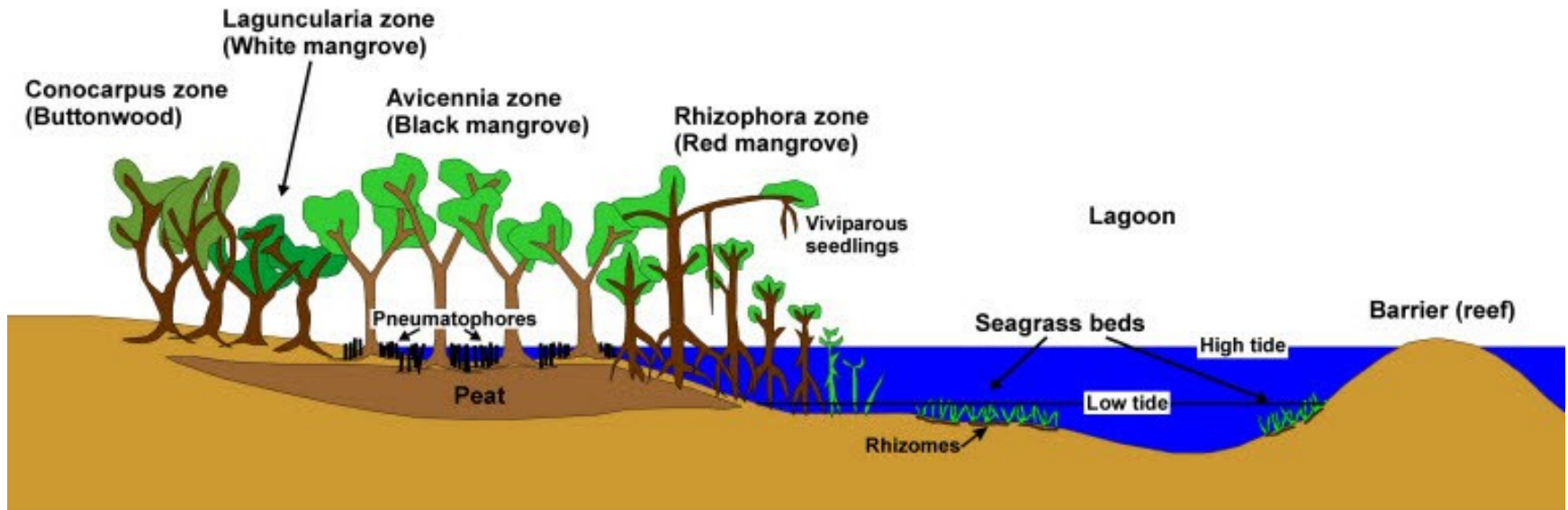
(mangro – surinamský název pro *Rhizophora mangle*)

Jsou to „obojživelné“, vždyzelené, halofytní lesy. Rostou v zóně na pobřeží moře, kde se střídá příliv a odliv. Půdy jsou zamokřené a slané. Vyskytují se v celé tropické zóně - tam, kde teploty neklesají pod bod mrazu, rozšíření sahá více směrem k pólům. **Někdy se řadí k azonálnímu mořskému biomu (Prach et al. 2009)** – druhové složení je svébytné, velké množství mořských druhů. Navíc často nenavazují souvisle na okolní vegetaci, ale vytváří se mezi nimi a břehem extrémně zasolená laguna bez vegetace. Mangrove jsou velmi ohrožené.

Vegetace je jednoduše strukturovaná, stromy jsou malé, do 15 m (-30 m, *Heritiera fomes* v Bengálském zálivu), mají specializované „chůdovité“ a dýchací kořeny z velké části trčící nad bahno a četné **anatomické a fyziologické adaptace** k růstu v trvale anaerobních, mokrých a navíc slaných půdách (**rychlá výměna listů, xeromorfní adaptace, omezený příjem solí – selektivní filtrace NaCl, zvýšení vnitřního osmotického tlaku až na 65 atmosfér – odpovídá tlaku vody v hloubce 650m, anaerobní dýchání**)
chybí liány, epifytů z řad cévnatých rostlin je málo. Částé jsou ale epifytické mechorostry a lišejníky.

Formace jsou tvořeny velmi specializovanými dřevinami, tzv. mangrovníky: kuželovník (Sonneratia – pionýr, koruna přeplavena vodou při přílivu), kořenovník (Rhizophora – též hodně ve vodě), kolíkovník (Avicennia), kyjovník (Laguncularia) a kolenovník (Bruguiera). navazují polomangrovníky.

kyjovník kolíkovník kořenovník



bílé mangrove

černé mangrove

červené mangrove

Klíčení: semenáček se vyvine na stromě, po jeho odtržení musí být půda obnažená. Nedochozí často k jeho „zabodnutí“ po pádu, ale spíše se naplavený hypokotyl obloukovitě vztyčí vzhůru. Po několika hodinách vytvoří semenáčky kořeny a osmotický tlak v buňkách vzroste na úroveň dospělých stromů.



Mangrove rostou lépe ve slaných než neslaných půdách – jsou to **obligátní halofyty**

Východní mangrovy – tzv. **mangaly** (lemující Tichý oceán v Asii a Africe) jsou obecně druhově bohatší než západní mangrovy (Atlantik a Pacifik v Americe)

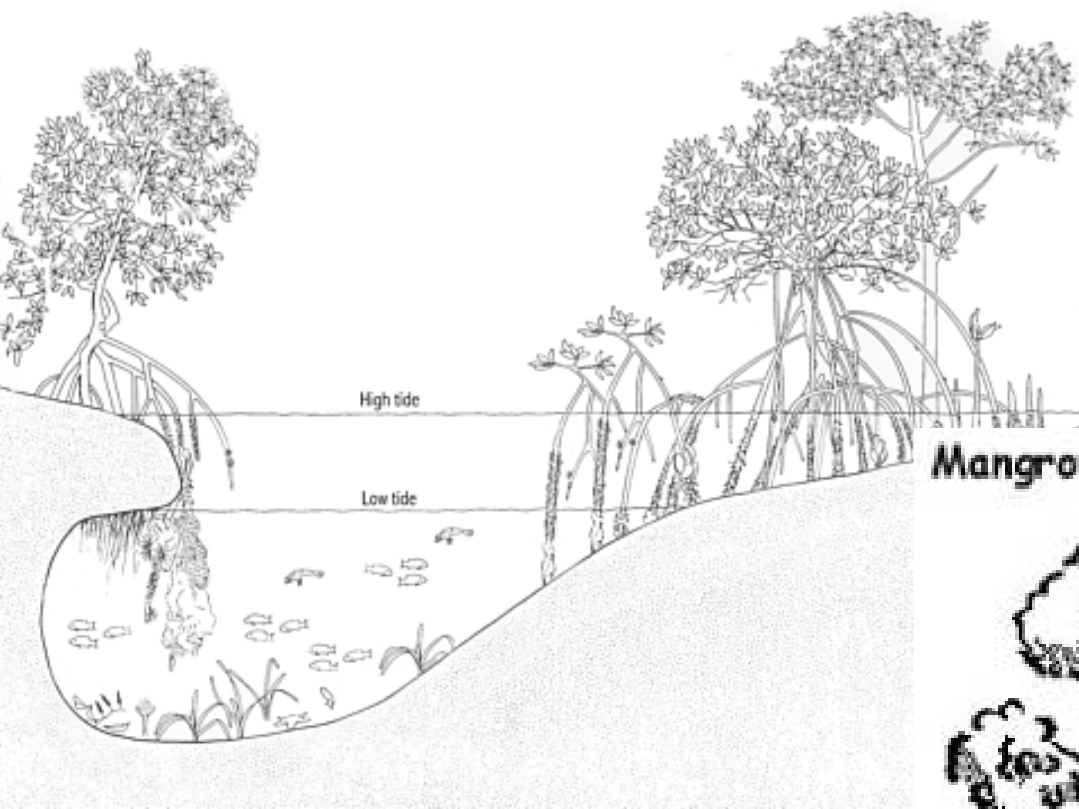
Fauna

V mangrovech žije 32 druhů savců (kočkodan, makak, tygr, prase, vydry, letouni) a desítky druhů ptáků (ale jen asi 4 specialisti).

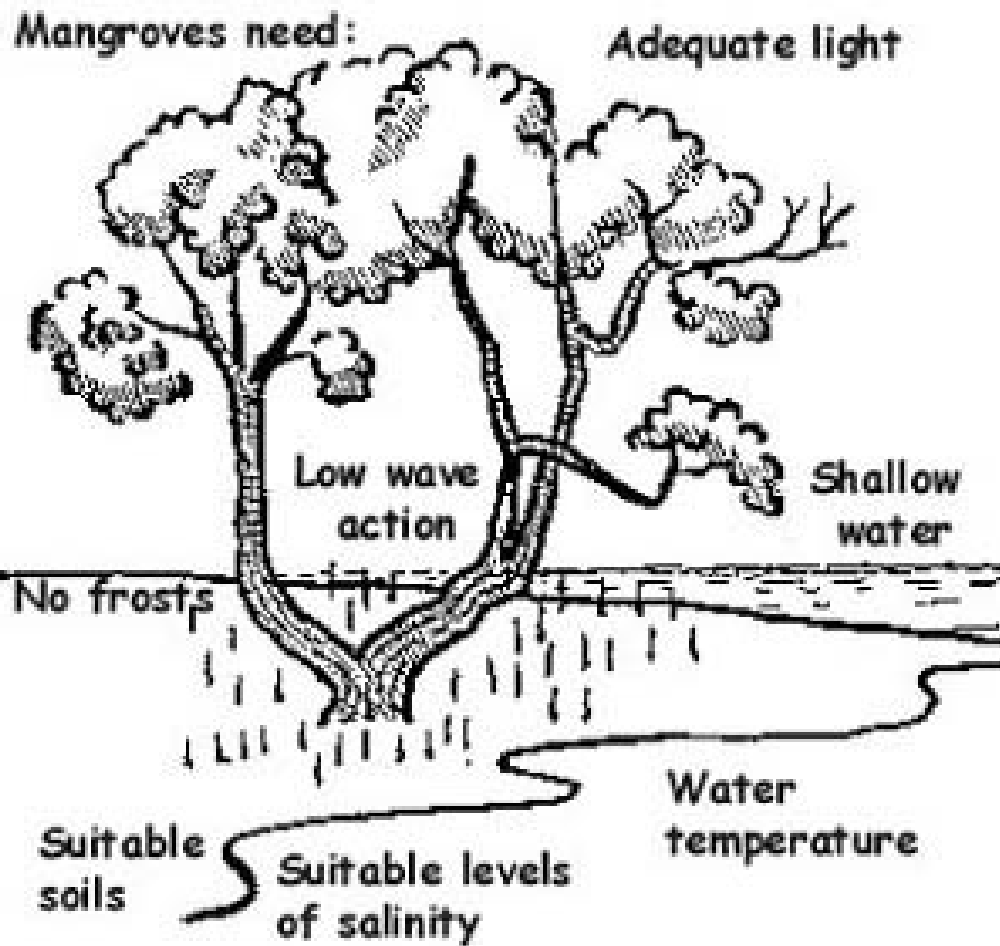
krokodýli, varani, ryby (velká druhová bohatost ve východních mangrovech), krabi, krevety, želvy Typické jsou obojživelné ryby **lezci**.

Bezobratlí: včely, mravenci, komáři, světlušky

Býložravci zkonzumují asi 10% listové biomasy, zbytek padá na zem nebo do vody a je potravou dekompozitorů a ryb.



<http://www.aims.gov.au/pages/research/mangroves/images2/Mangroves-480.gif>



http://www.nrc.govt.nz/environmental.education/school.information.packs/images/mangroves_needs.jpg



<http://www.deh.gov.au/coasts/mpa/nrsm pa/protect/images/mangroves.jpg>

[www.usatourist.com/slideshows/florida/images/...](http://www.usatourist.com/slideshows/florida/images/)

<http://www.knockholt.kent.sch.uk/images/nicaragua/in%20the%20mangroves.JPG>





Mangrove jako umělecká inspirace

Xavier Cortada, *Mangroves (on Yellow)*,
acrylic on canvas, 48" x 36", 2005
(www.cortada.com)

Mangrove jako umělecká inspirace



Xavier Cortada, **Mangroves 1**, 48" x 36", mixed media on canvas, 2004.

Mangrove jako umělecká inspirace



Angela Rossen:
In the Mangroves
Acrylic on canvas
950 x 1000

Subtropické vždyzelené lesy

Vavřínové mlžné lesy (východní Atlantik), východoasijské stálezelené lesy (Tchaj-wan, jv. Čína), australské a novozélandské lesy se stromovitými kapradinami r. *Dicksonia*

Představují přechod mezi biotem tropického lesa a tvrdolistým biotem nebo vždyzelenými lesy mírného pásma. Fragmenty též v jižní Africe, jv. jižní Ameriky (dnes blahočetové lesy) a na jv. USA.

Někdy se slučují s neopadavými lesy chladnějšího mírného pásma, kolchidskými lesy u Černého moře a deštnými jehličnatými lesy mírného pásma do biotu „Vždyzelené lesy teplé temperátní zóny“ (Prach et al. 2009)

Vavřínové mlžné lesy východního Atlantiku (Kanárské ostrovy – Teneriffe, Gomera, La Palma, Hierro; Madeira; Azorské ostrovy)

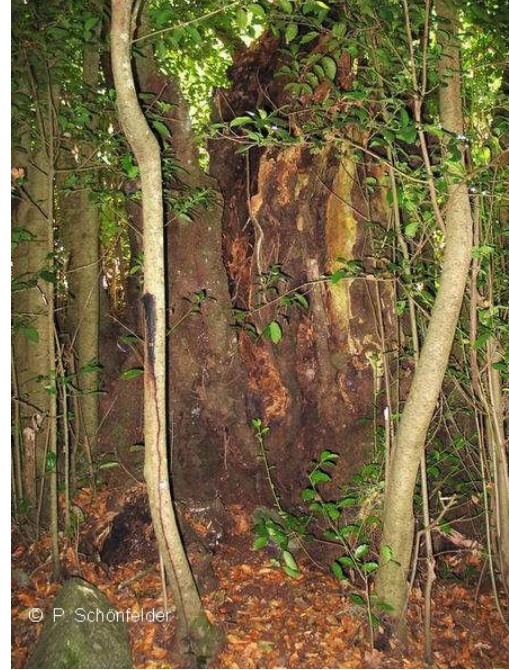
Mnohopatrové porosty s keři, kapradinami a bylinami v podrostu. Dominují vavřínovité rostliny s trvdými listy. Připomínají tvrdolisté mediteránní lesy, jsou ale vlhčí. Subtropická flóra.

Laurus nobilis





© Ch. Stierstorfer



© P. Schönfelder

www.biologie.uni-regensburg.de/Botanik/Schoen...

www.vulkaner.no/t/gomera/pics/urskog2-bok.jpg





© P. Schönfelder

[www.biologie.uni-regensburg.de/ Botanik/Schoen...](http://www.biologie.uni-regensburg.de/Botanik/Schoen...)

Ocotea foetens

roste i ve fragmentech podobných ekosystémů v jižní Africe



<http://www.gardenwizard.info/flowers/ferns/woodwardia/radicans280w.jpeg>

Woodwardia radicans

Východoasijské stálezelenné lesy

Tchaj-wan, jv. Čína, jižní Japonsko (zlikvidován), Jižní Korea (fragmenty).

Představují plynulý přechod mezi tropickými lesy a temperátními opadavými lesy - vyskytují se například druhy z čeledi *Fagaceae*. V podrostu se vyskytují například bambusy (*Sasa*, *Sasamorpha*) nebo keř *Camellia*. Jsou dobře diferencované podle nadmořské výšky – velká beta diverzita. Jedná se o biotop *pandy velké* (*Ailuropoda melanoleuca*).

Literatura: David Zelený (Živa)

Australské a novozélandské lesy se stromovitými kapradinami

Austrálie, Nový Zéland, Tasmánie

Představují přechod mezi tropickými lesy (které se ale na ně dnes navazují jen v sv. Austrálii), temperátními **neopadavými** lesy s druhy r. *Nothofagus* a tvrdolistou vegetací s blahovičnící (*Eucalyptus*). Hojná je stromovitá kapradina *Dicksonia*, zvlášť jsou extrémně vysoké blahovičnící (až 145 m). Na Novém Zélandu i jehličnany (*Podocarpus*, *Dacrydium*). Též je to biotop známých zvířat (koala, ptakopysk, vombat, ledňák kukabura, ďábel medvědovitý apod.)