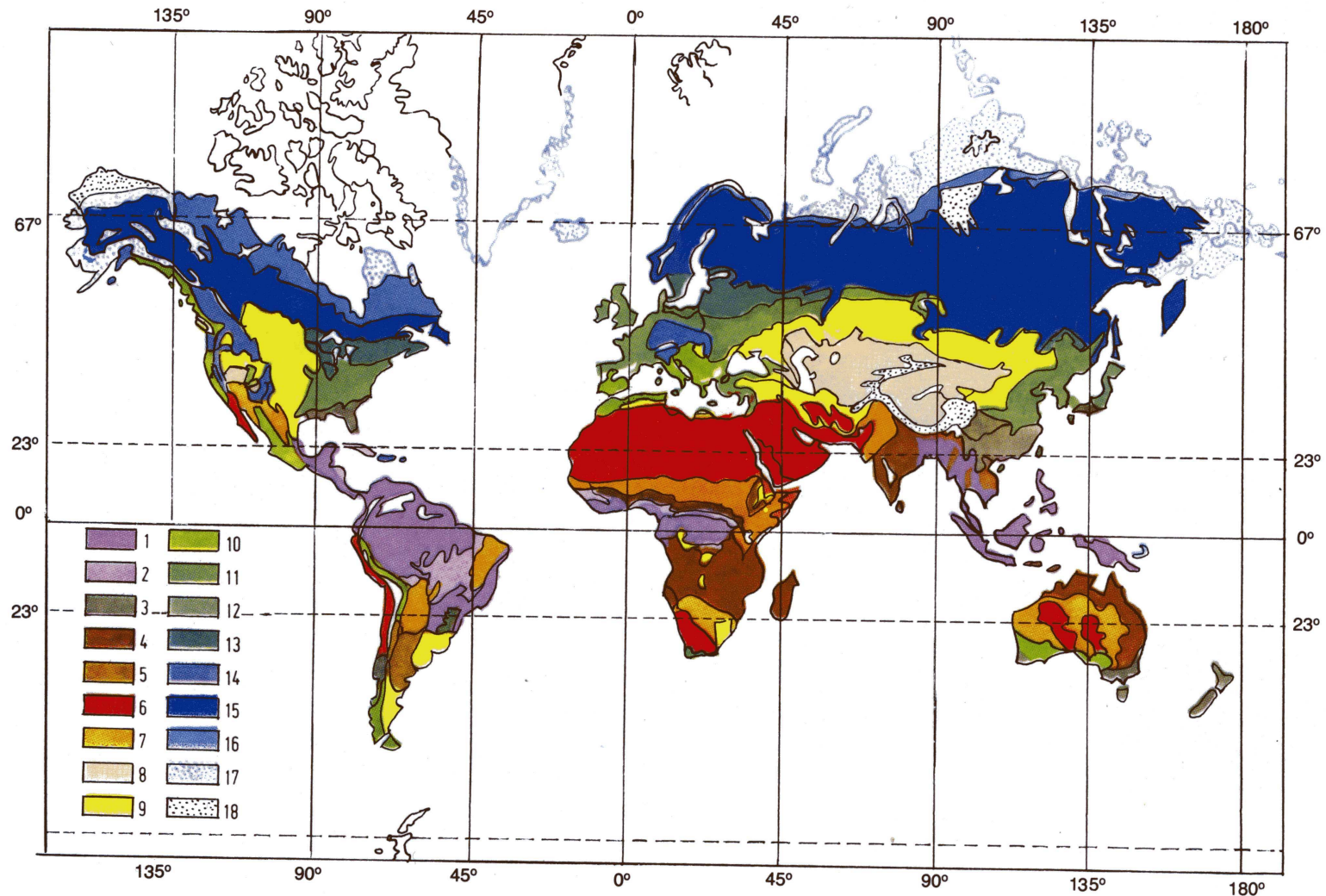


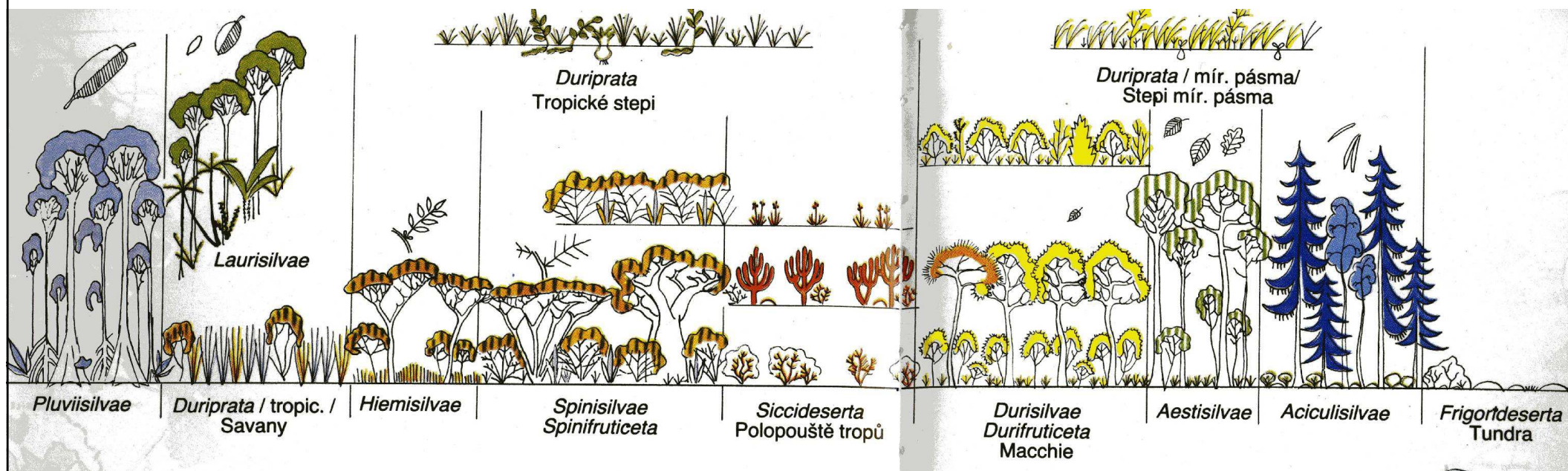
Produkční charakteristiky biomů – ekosystémů Země

Hlavní zdroj P. Duvigneaud (1988) a
přednáška M. Hájka – Biómy Země



Tabule 12 Schematická mapa klimaxových rostlinných formací na pevninách. 1 – Pluviisilvae (rovníkový deštný les). 2 – Duriprata (druhotné savany). 3 – Laurisilvae (hygrofytní lesy subtropů nebo mírného pásma). 4 – Hiemisilvae (světlé opadavé tropické lesy). 5 – Spinisilvae a spinifruticeta (řídke lesy a trnité křoviny). 6 – Siccideserta (tropické pouště a polopouště). 7 – Siccideserta (subtropické pouště a polopouště). 8 – Siccideserta (pouště a polopouště mírného pásma). 9 – Duriprata (stepi mírného pásma a tropů). 10 – Durisilvae a durifruticeta (lesy a macchie s tuhými listy, mediteránního typu). 11 – Aestisilvae (opadavé lesy mírného pásma). 12 – Aciculisilvae (hygrofytní jehličnaté lesy mírného pásma). 13 – Smíšené lesy mírného pásma z listnatých a jehličnatých dřevin. 14 – Horské lesy mírného pásma. 15 – Aciculisilvae (řídký severský jehličnatý les). 16 – Frigorideserta (tundra). 17 – Frigorideserta (studené pouště polární nebo vysokohorské). Černý trojúhelník označuje izolovaná horstva. Volba barev je zdůvodněna v legendě k tabuli 8. Sezónní změny nebylo možné vyjádřit střídáním barevných pruhů; hnědá znamená překrytí fialové a oranžové. Přibližné měřítko: 1 : 230 000 000.

Ekosystémy – klimaxové formace



Polární pustina



- **Polární pustina (ledová pustina, polární poušť, ledová poušť, zaledněné území či mrazová poušť)** je označení pro oblasti, které jsou trvale pokryty ledem a sněhem (na niž věčně trvá zima). Vyskytuje se na ostrovech Severního ledového oceánu a na Antarktidě (a v podstatě k ní lze zařadit i věčně zamrzlou hladinu polárních moří).
- V této oblasti se nevyskytují žádné vyšší rostliny (mohou zde ale přežívat fotosyntetizující a jiné mikroorganismy), zvířena se vyskytuje pouze při pobřeží volného moře (tučňáci /jen na jižní polokouli/, ostatní mořské ptactvo, ploutvonožci). Někdy je považována za jeden z biomů, byť ne vždy (někdy není brána v potaz vůbec, někdy je technicky vztahována k pouštím, neboť jako ony má z hlediska živých organismů nedostatek dostupné vody).

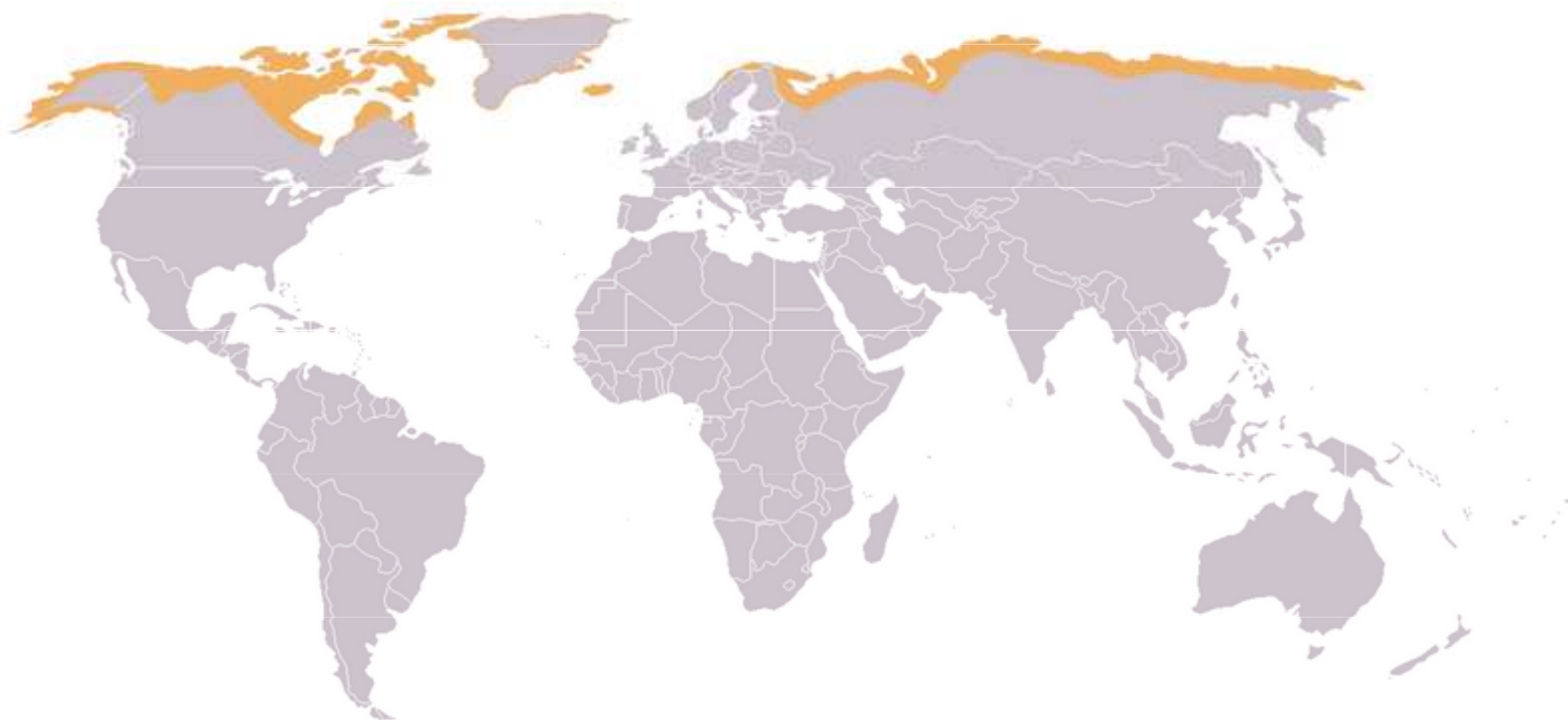
Tundra – frigidideserta (Hájek)



© *Luboš Mráz*

www.naturfoto.cz

Kde je na Zemi



Dva typy tundry

Arktická

- **sev. polokoule:** ca 15 miliónů km², asi 900 druhů (600 na Aljašce)
- **jižní polokoule:** fragmenty na Antarktidě, 2 druhy cévnatých rostlin

Alpinská (orobiom)

- **sev. polokoule:** 9,5 miliónů km², druhově bohatá
- **jižní polokoule:** hory J. Ameriky a Nového Zélandu, asi 1 milión km².

Klima: arktická tundra

- ovlivňována masami chladného, suchého polárního vzduchu
- oceanický vliv (vyrovnanější klima) se projevuje jen v Grónsku, na Islandu a v severní Skandinávii (hranice tundry severněji).
- průměrná roční teplota pod 0°C, prům. t nejteplejšího měsíce pod 10°C
- ale povrch půdy zůstává nad 0°C ještě několik týdnů po uhození mrazů
- pouze 2-6 měsíců v roce je t nad 0°C, **pouze 3-4 měsíce nad 5°C.**
- srážky pod 250 mm/rok, 60% ve formě sněhu. + neměřitelné horizontální srážky a rosa. Sněhová pokrývka 20-40 cm, v depresích však až 3 m.
- **permafrost** brání vsakování roztáleného sněhu
- **polární poušť**: srážky pod 100 mm/rok, vegetace je v takovém případě omezena na místa, kde se sníh drží až do léta.

- v létě je vysoký přísun solární energie (dlouhý den). Střídání světlého léta a tmavé zimy (**rozdíl oproti alpské tundře**).

Klima: alpinská tundra, rozdíly

- výraznější diurnální fluktuace klimatu (den - noc)
- teplota roste se sklonem svahu
- srážky rostou s nadmořskou výškou (ale konvexní hřebeny jsou suché)
- rozdíl návětrná / závětrná strana
- mraky a mlha: vyšší podíl horizontálních srážek
- silné větry, ovlivňující rozmístění rostlinných společenstev (anemo-orografické systémy): množství sněhu, hromadění diaspor, vyfoukávaná místa
- hranice věčného sněhu: 5000 m n m: tropy
 3000 m n m: j. a stř. Evropa
 600 m n m.: boreální oblast
- střídání **světlý den - tmavá noc**. Tím výraznější, čím je ekosystém položen více na jihu.

Jak vypadá



Permafrost a mrazové zvětrávání



Co zde roste



Fotosyntéza, produkce, biomasa

- limitace produkce dusíkem
- biomasa a produktivita klesá k severu a do vyšších nadmořských výšek podél gradientu teplot a délky vegetační sezóny.

Nejextrémnější tundra

	cévnaté rostliny	mechorosty, lišejníky
biomasa	5-100 g/m ²	> 1200 g/m ²
produkce	7-54 g/m ²	

Ostřicovomechová společenstva

	cévnaté rostliny	kořeny	mechorosty, lišejníky
biomasa	85-372 g/m ²	353-3727 g/m ²	23-2335 g/m ²
produkce	7-281 g/m ²		

Nejproduktivnější tundra (nízké keře)

	cévnaté rostliny
biomasa	až 2240 g/m ² (Grónsko)
produkce	až 1605 g/m ² (jižní Georgia)

Konzumenti

Herbivoři

- **bezobratlí:** málo kořenových herbivorů, malá konzumace nadzemní biomasy hmyzem. Vyskytuje se ale květní (pupenová) herbivorie.
- **lumíci:** známé populační cykly 3-6 let.
- **velcí obratlovci:** sob, pižmoň, muflon, kozy, kamzíci (horská tundra)

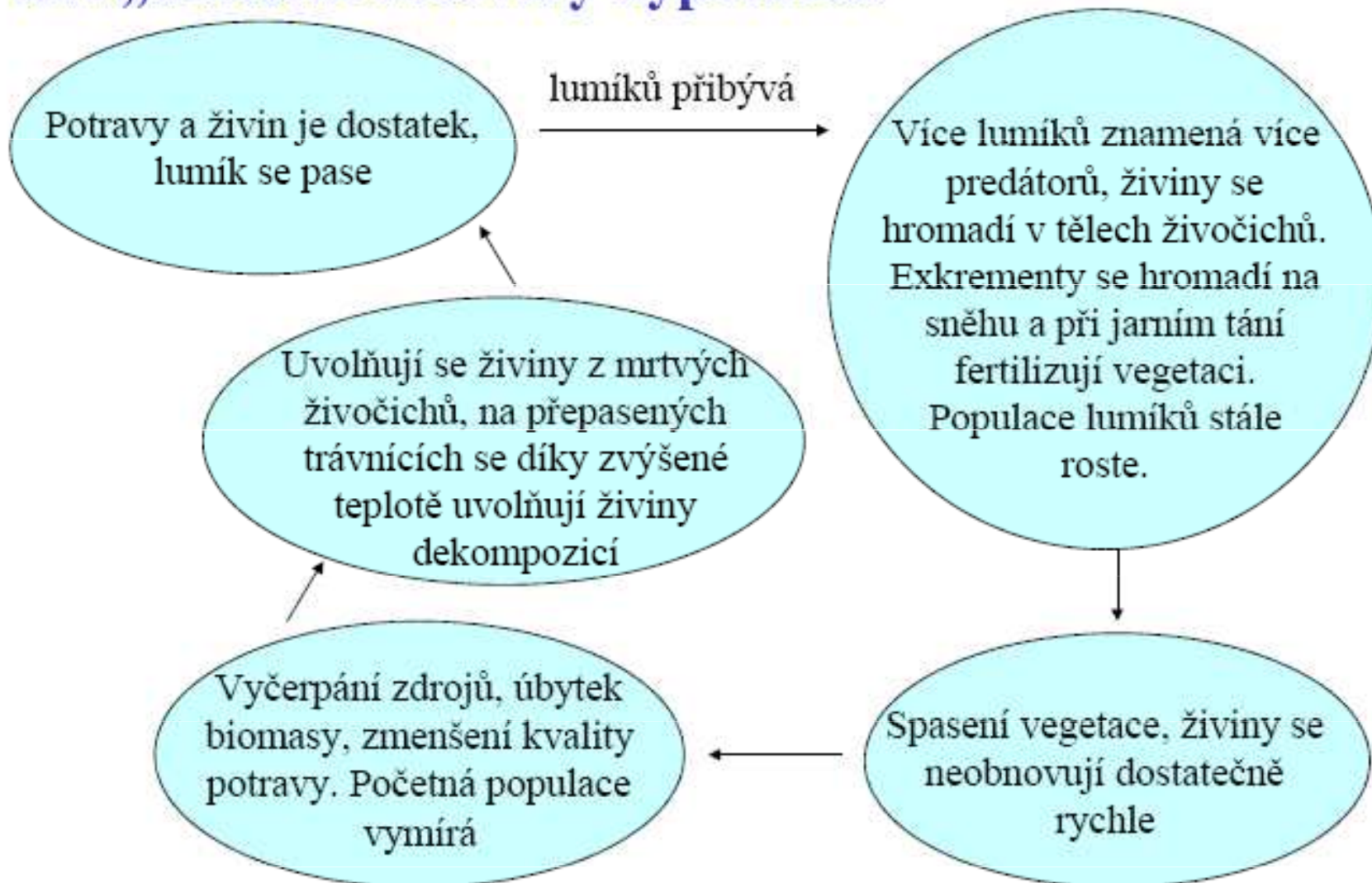
40-80 h tundry uživí jednoho soba

Sekundární konzumenti

- **hmyzožraví ptáci**
- **predátoři** (sněžná liška)

Cykly lumíků

tzv. „nutrient recovery hypothesis“



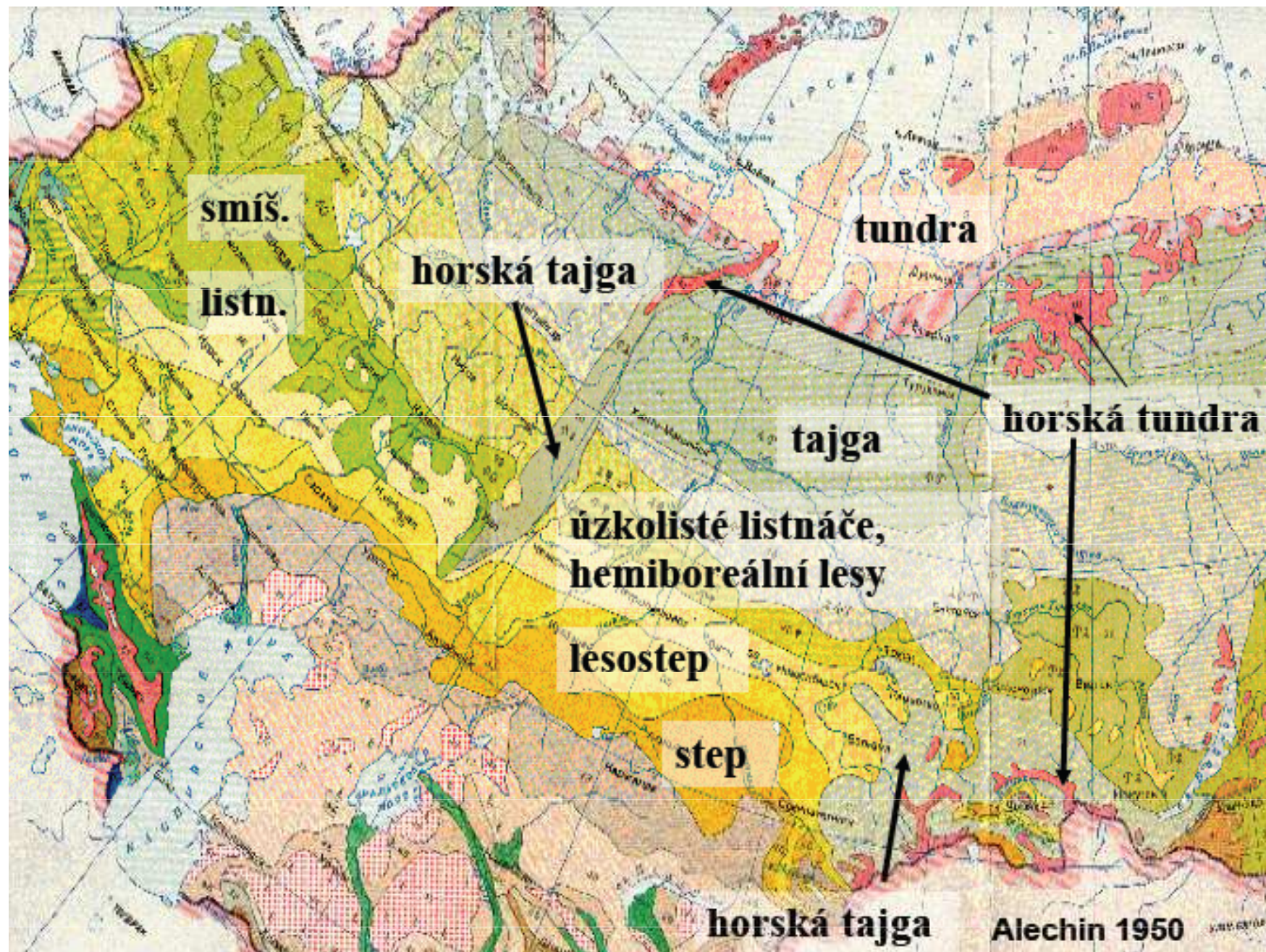
Aciculisilvae



Tajga

Kde je na Zemi





Klima

- chladná část mírného pásu: severní hranici určuje izoterma průměrných teplot nejteplejšího měsíce 10°C ., jižní hranice je dána počtem 120 dnů s teplotou nad 10°C (měsíce s teplotou nad 10°C jsou max. 3-4). **Platí to i pro azonální horskou tajgu.**

- na kontinentu ovlivnění suchými chladnými polárními vzdušnými masami: listnatý les zatlačen víc na jih (jz.) než v Evropě.

- v létě průměr $15-20^{\circ}\text{C}$, v zimě teploty klesají až na -30°C , amplituda teplot až 100°C (Oymyakon -71°C). 6-9 měsíců v roce je t pod 6°C . Pouze 50-100 bezmrazových dnů

- delší délka dne v létě (kompenzace chladu)

- teploty nad 10°C : 30 dní na severu, 120 dní na jihu

- Srážky ca 500 mm/ročně (ale malá evapotranspirace). Maximum srážek v létě, v zimě asi 1 m sněhu. **Horská tajga má vyšší úhrn srážek, včetně horizontálních.**

Vegetační zonace

1. Ekoton tajga/tundra. Vegetativní množení smrku.
2. Otevřený boreální les
3. Boreální les
4. Ekoton boreální les/listnatý les na z. od Uralu **NEBO**

Hemiboreální les na v. od Uralu

Fyziognomie

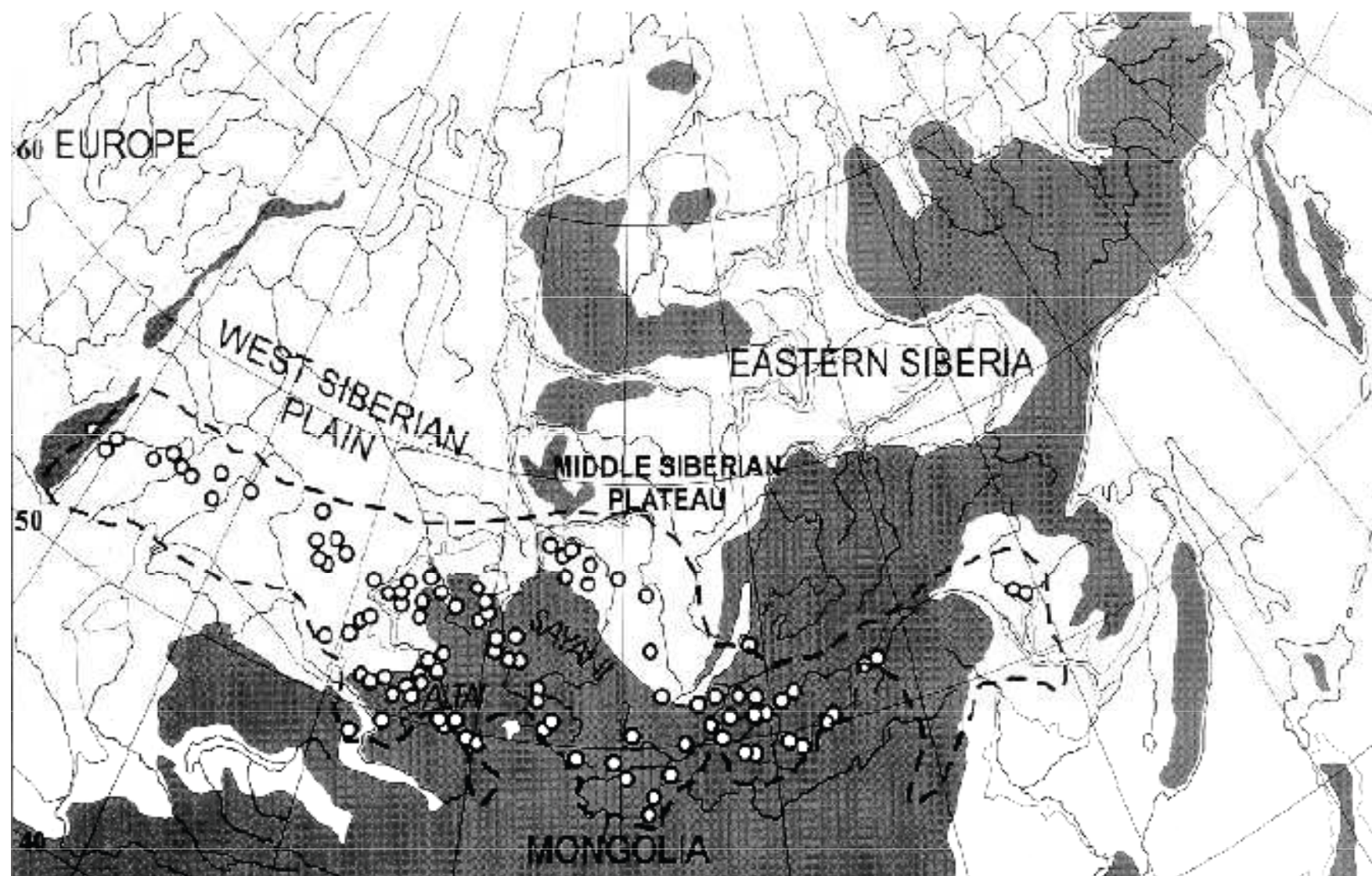
- hustá smrčina, beze světla v podrostu
- řídký bor
- opadavý modřínový les

Boreální les





Hemiboreální lesy



Hemiboreální lesy





Rašelinné až vrchovištní lesy

Jižní Sibiř, Altaj, Seminský průsmyk

Picea obovata

Pinus sibirica

Larix sibirica

Sphagnum fuscum

Ledum palustre



Ekologické faktory

- mráz
- permafrost
- nedostatek světla v podrostu
- chladné léto
- sucho (i v zimě)
- pomalá dekompozice
- požáry
- vítr: vývraty, polomy

Extremita faktorů podmiňuje formování **hranice lesa** - jak zonální hranice mezi biomy, tak i hranice lesa v závislosti na nadmořské výšce.

Fauna

- Jelenovití (spásači)
 - Los
 - Vapiti
 - Sob karibu
 - Jeleni
- Střední savci (spásačí a semenožravci)
 - Veverkovití (veverky a poletušky), zajícovci
- Drobní savci
 - Hrabošovité aj.
- Ptáci
 - Bobule, semena a listy (jehličí)
- Predátoři
 - Rys
 - Vlk
 - Medvěd (všežravost)
 - Kunovití – sobol (všežravost)
 - Tygr usurijský
 - Dravci – orli, jestřábi a sovy

Hmyz a bezobratlí

- Silně oživená půda – velikost mikro –
chvostoskoci a roztoči
- Fytofágní hmyz (jehličnany citlivé na žír)
 - Bekyně mniška, hřebenule smrková
 - Kůrovci a lykožrouti (kambium a lýko)

Produkce a biomasa

Biomasa 60-400 t/ha

Produkce 4-20 t/ha

R:S 0.6

Výška stromů *Picea abies* na gradientu sever-jih:

severská tajga	15-17 m	pokr. 40-50%
střední tajga	18-20 m	pokr. 70-80%
jižní tajga	25-27 m	pokr. 70-80%

Produkční charakteristiky tajgy

- Vždyzelené stromy s velkou listovou plochou – 16 ha/ha
- Centrální tajga – 10,5 t/h/rok; jižní tajga 20 t/ha/rok
- Bory jen 5 – 9 t/ha/rok
- Sekundární produkce
 - Savci – kg/ha/rok (kolem 7 – 10)
 - Ptáci – kolem 1 kg/ha/rok

Opadavý listnatý les

Aestisilva





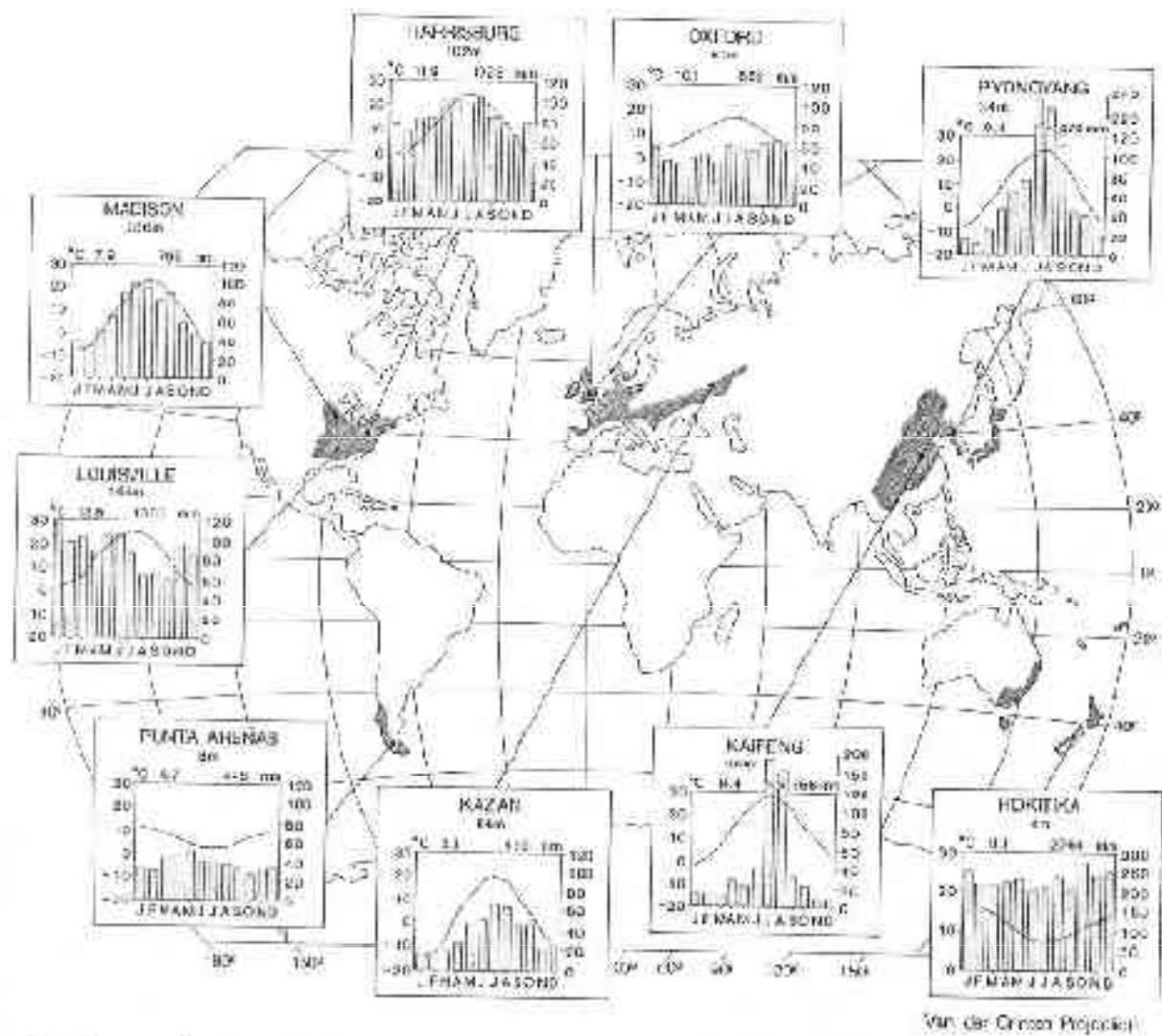


Figure 6.1 Distribution of deciduous forest ecosystems and representative climatic conditions. Mean monthly temperatures are plotted by the line and mean precipitation for each month is shown by the bars. Station elevation, mean annual temperature and total annual precipitation appear at the top of each climograph.

Klima

- **zimní mráz**, průměrné zimní teploty -15 st. (kontinentální oblasti) až + 10 st. (jižní oblasti severní Ameriky).
- **4-6 měsíců** vegetačního období
- v létě je relativně teplo, ale podmínky **nejsou** aridní
- **srážky** 500-750 mm v Evropě, 800-1400 mm v Sev. Americe, 500-1000 mm v Asii

Vždyzelený les mírného pásma

V oblastech se zimními teplotami nad bodem mrazu a s vysokým úhrnem srážek: 4000 mm v Tasmánii, v Chile na návětrných svazích And a na Novém Zélandě až 9000 mm.

Opadavost

Charakteristickým znakem lesů mírného pásma je opadavost. Je to **adaptace na sucho**. Voda je v zimě zmrzlá, proto stromy nemůžou transpirovat a zabrání tedy transpiraci shozením listů. Před shozením listů stáhnou do zásob živiny (Mg - potřebný k obnově chlorofylu). Barviva v listech zůstanou. Je to období shazování listů v subtropickém podnebí.

Opadavost je vlastní listnatým stromům. **Jehličnany** mají jiné adaptace na sucho: malé jehlicovité listy a jinou stavbu dřeva (mají jen tracheidy).

Obnovovací pupeny opadavých listnáčů se zakládají v létě. V zimě nezmrznou protože neobsahují volnou vodu a nevyschnou protože mají ochranný povrch (šupiny, vosk, povlaky).

Zápoj opadavého lesa a tvar listů

Světlo v koruně stromů je postupně pohlcováno, takže ze 100% ozáření koruny se do jejích vnitřních částí dostane jen část světla (u hustě olistěného buku jen 1,2%). Periferní listy jsou **slunného** typu (menší plocha, větší tloušťka, tlustší pokožka, více sklerenchymu, více chloroplastů a průduchů, méně chlorofylu), uvnitř koruny jsou **listy stinného** typu.

Stinné listy jsou na první pohled hlouběji dělené: problémy při určování.

Adaptivní geometrie listů - adaptace na stín?



Opadavý les a mikroklima

Další charakteristické znaky opadavého lesa mírného pásu:

- **maximální teploty** vzduchu jsou **nižší** uvnitř lesa než v okolí
- **minimální teploty vyšší** uvnitř lesa

- **vyšší intercepce**: část srážek zůstává zachycena v korunách, odkud se vypařuje
- **stékání** srážek po kmeni - nerovnoměrný přísun srážek, živin vymytých z korun a ovšem i atmosférických depozic.
- nepropustnost silných vrstev opadu pro vodu (buk)
(špatný vývoj mechového patra pod silnou vrstvou nerozlož. opadu)

- nižší rychlost větru (50-80% redukce)

- nižší koncentrace CO₂ v zápoji (aktivní fotosyntéza)

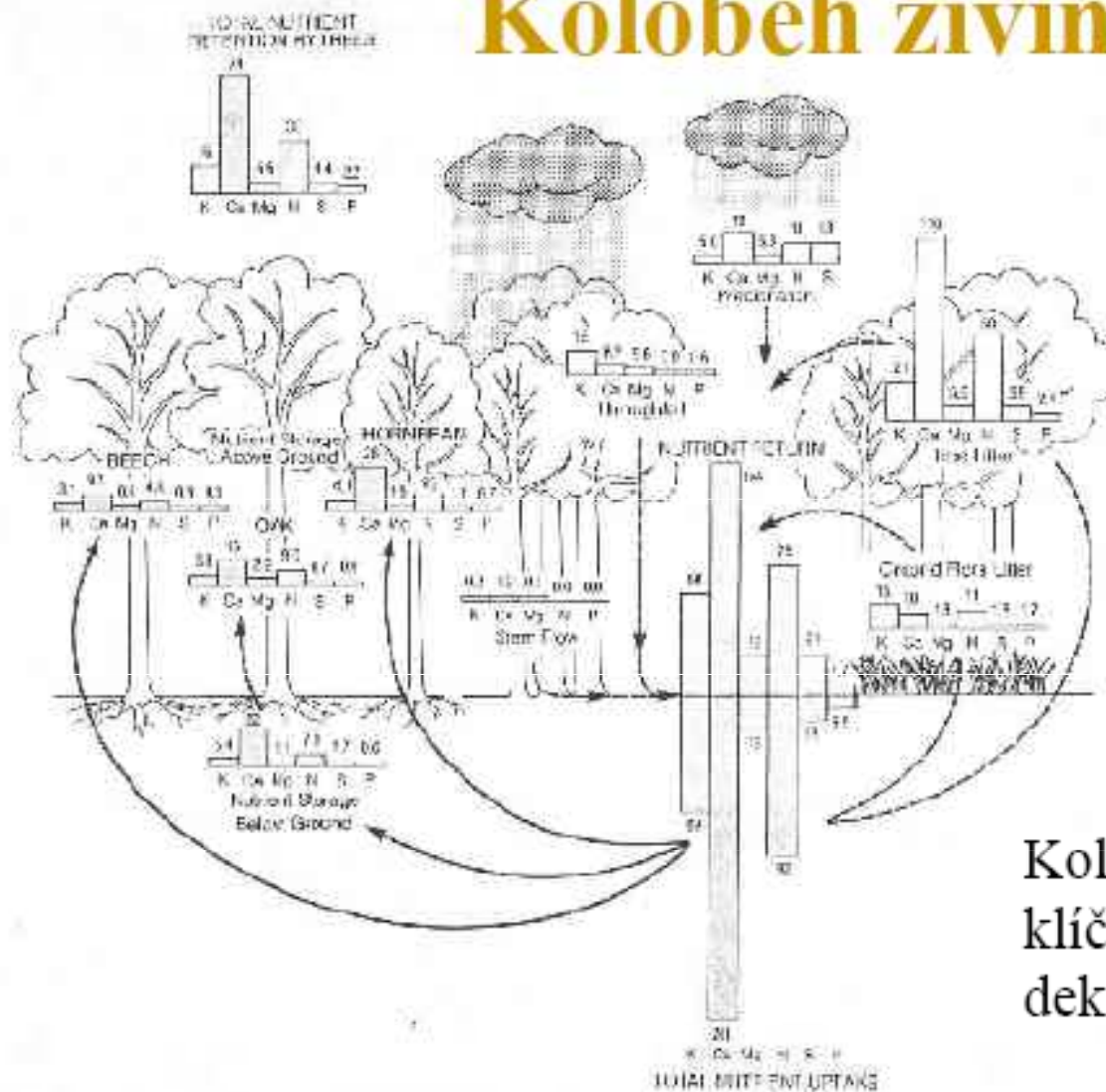
Opadavý les a půdní živiny

Typickým znakem některých typů listnatého lesa je:

- vysoký obsah dusíku v listovém opadu (nízký C:N poměr; malé zastoupení ligninu a lipidů), který zvyšuje úživnost půdy (meliorační dřeviny: jasan, lípa, jilm, javor, líska).

- návrat vápníku do vrchních vrstev půdy prostřednictvím listového opadu (důležité pro půdotvorné procesy, složení podrostu a zoocenóz - měkkýši).

Koloběh živin



Hlavní zásoby:

- dřevo
- půda

Koloběh intenzivní,
klíčovou roli hraje
dekompozice opadu

Figure 6.35 Annual cycling of macronutrients ($\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$) in European mixed-oak forest. (Mie: Dyrigsaud and Denoyen De Smet, 1971) (Reproduced with permission from P. Dyrigsaud and S. Denoyen De Smet. Biological cycling of minerals in temperate deciduous forests, in *Analysis of Temperate Forest Ecosystems*, ed. D. L. Reichle, published by Springer Verlag GmbH, 1970.)

Opadavý les a půdní živiny

Typickým znakem některých typů listnatého lesa je:

- vysoký obsah dusíku v listovém opadu (nízký C:N poměr; malé zastoupení ligninu a lipidů), který zvyšuje úživnost půdy (meliorační dřeviny: jasan, lípa, jilm, javor, líska).

- návrat vápníku do vrchních vrstev půdy prostřednictvím listového opadu (důležité pro půdotvorné procesy, složení podrostu a zoocenóz - měkkýši).

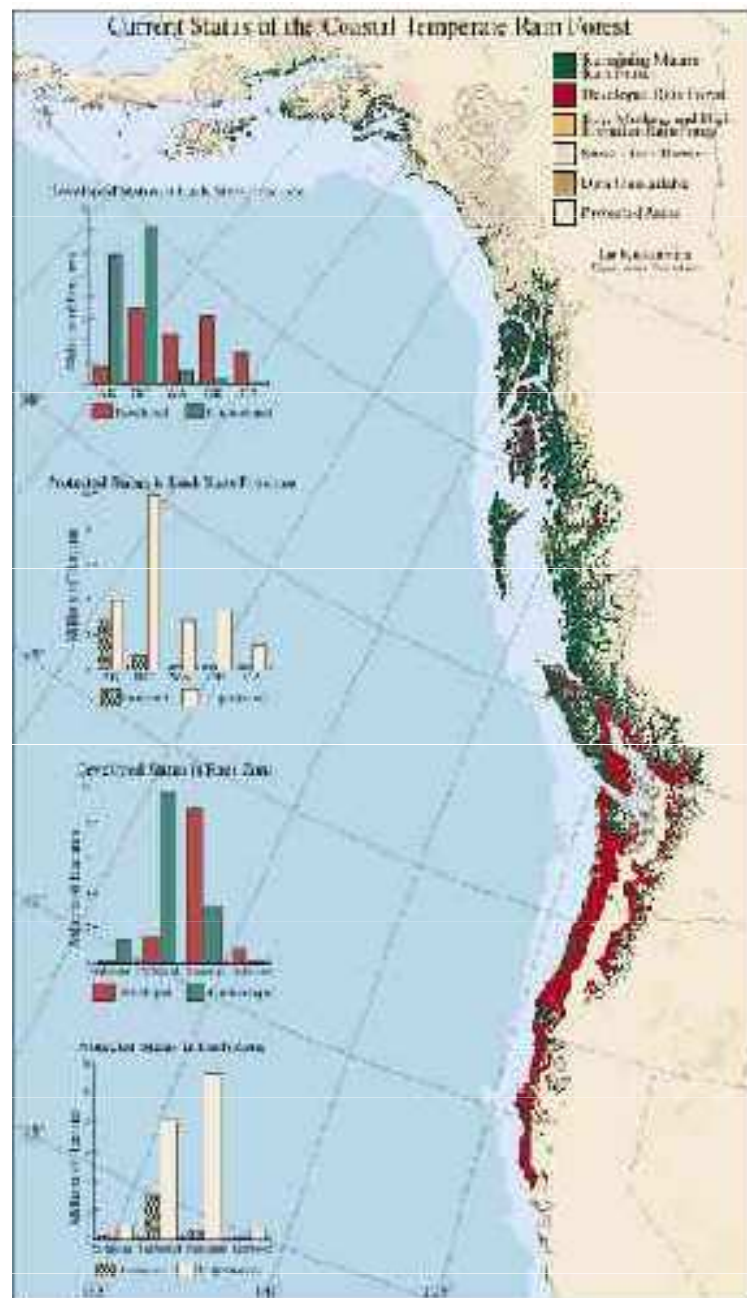


Deštný les mírného pásma

Zvláštní vegetace, těžko zařaditelná do „biomu“. Vyskytuje se na pacifickém pobřeží Severní Ameriky.

Úhrn srážek podobný tropickým deštným lesům (3000 mm ročně + horizontální srážky), ale objevují se adaptace na mrazový stres. V oblasti nebylo zalednění - vývojově staré druhy, vysoká druhová bohatost.

Dominují jehličnany (sekvoje, tsugy, borovice, smrky) o výšce až 117 m (sekvoj).



Deštný les mírného pásma



Rozšíření

www.inforain.org/maparchive/current_state2.gif

www.nps.gov/olymp/rfl.jpg

Produkčně-ekologická statistika

- stromy mírného pásma jsou C3 rostliny
- fotosyntéza probíhá při 5-25 °C, nejvíce při 10-20 °C.
- LAI 3-12. (trop. les 10-17; tajga 7-15; tundra 0,5-1,3)

- Biomasa 100-500 t/ha, nejčastěji 120-300 t. Kořenová biomasa 30-80 t/ha. (R:S < 1).

- Roční nadzemní produkce (dubový les): nejvíce přírůstek dřeva (50%), 26% nové listy, 17% květy, plody a jiný podobný materiál, 5% byliny, 2% keře.

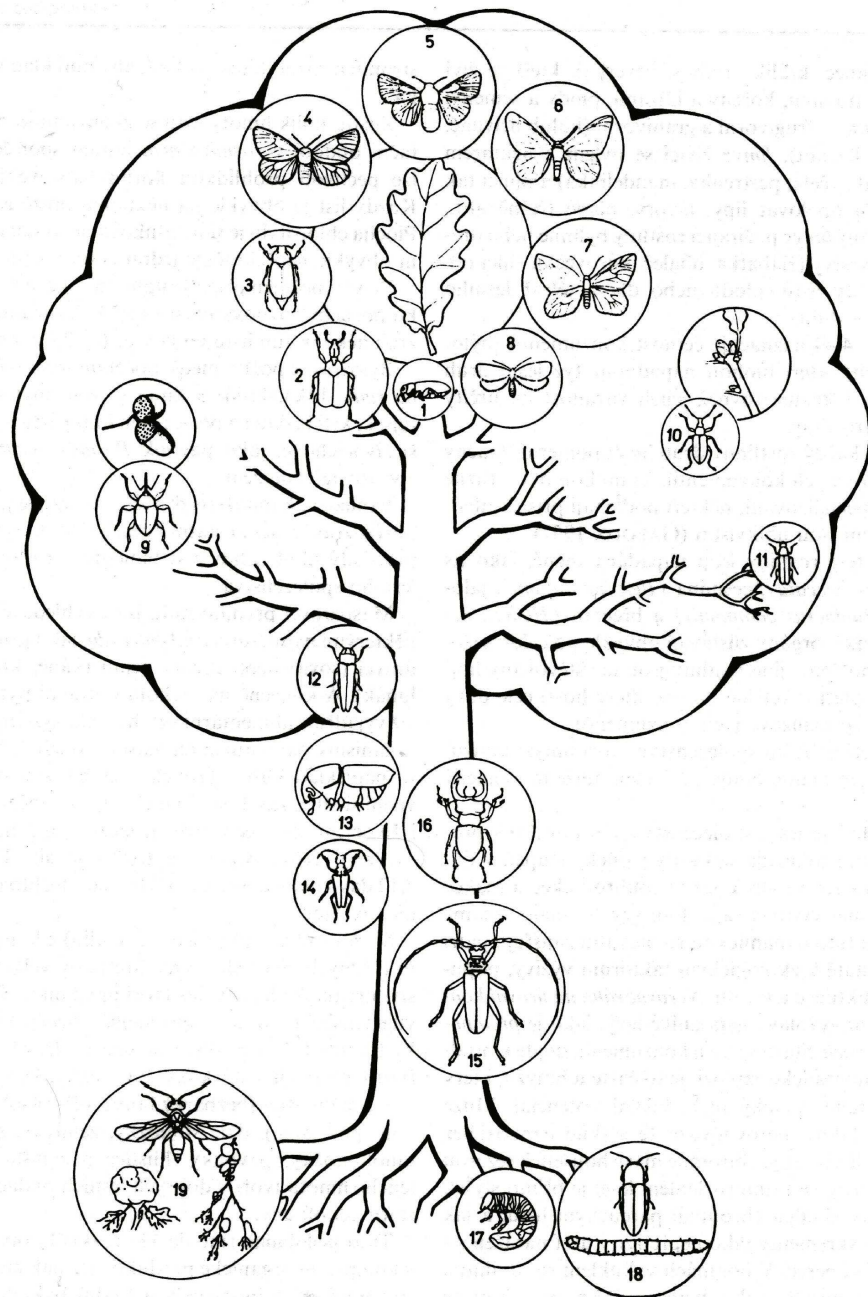
- odhad množství opadu: 324-624 g/m²/rok.

Primární produkce

- Fenofáze 200 dní produkce, 165 dní bezlistí (snížená až nulová produkce)
- PB kolem 29 t/ha/rok
- Srovnej jehličnaté lesy max 17 t/ha/rok

Tabulka 4.13 Biomasa a produktivita ve 4 hlavních typech lesních ekosystémů v Horní Belgii

Lokalita	<i>Quercus-Carpinetum</i>		<i>Fagetum</i>	<i>Piceetum</i>				
	Férage	Vonèche	Mirwart	Mirwart				
Typ humusu	mul	mor	moder	mor				
Průměrný věk dominantních stromů	117	135	130	55				
Počet stromů na hektar	163	422	175	1 085				
Množství podrostu na hektar	15 000	1 170	0	0				
Výška stromů (m)	24	22	30	19				
Výška podrostu (m)	4	3–6	0	0				
Plocha půdy (m ²)	39,6	20,9	31,0	41,5				
	Biomasa t . ha ⁻¹	Produk- tivita t . ha ⁻¹ . rok ⁻¹	Biomasa t . ha ⁻¹	Produk- tivita t . ha ⁻¹ . rok ⁻¹	Biomasa t . ha ⁻¹	Produk- tivita t . ha ⁻¹ . rok ⁻¹	Biomasa t . ha ⁻¹	Produk- tivita t . ha ⁻¹ . rok ⁻¹
Nadzemní								
Stromy:								
kmeny	180,2	2,5	120,9	0,7	224,6	2,5	167,9	6,9
koruny sil. stromů	30,0	0,8	52,1	0,7	94,0	1,6	0	0
koruny slab. stromů	28,1	2,5	23,6	1,5	49,9	2,3	15,5	2,6
větve 1 rok	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	1,1	1,1
celkem	238,5	5,9	196,8	3,0	368,9	6,8	184,5	10,6
Keře	18,1	2,1	2,0	0,1	0	0	0	0
Listy zelené/odumř.	3,5	3,0	3,2	2,8	3,0	3,0	16,0	2,5
Bylinné patro	0,7	0,6	2,3	1,8	2,9	1,4	0,2	0,1
Biomasa celkem	260,9	–	204,2	–	374,8	–	200,7	–
<i>Odumř. dřevo nastojato (nekromasa)</i>	3,4		8,2		1,8		7,8	
<i>Roční opad:</i>								
listy		3,0		2,8		3,0		2,5
květenství, plody, šupiny aj.		1,2		0,8		0,8		0,3
odumřelé dřevo		2,0		1,8		1,0		0,4
Celkem produktivita (bez odumř. dřeva)		12,8		8,5		12,0		13,5
Podzemní:								
dřeviny	54,3	1,7	36,2	0,6	74,0	1,9	55,3	3,2
bylinné patro	1,1	0,6	2,6	1,0	1,2	0,4	0,2	0,1
hrabanka z kořenů		(0,5)		(0,5)		(0,5)		(0,5)
Celkem biomasa/produktiv.	55,4	2,8	38,9	2,1	75,2	2,8	55,5	2,3
Nadzemní + podzemní:								
– biomasa	316,2		243,1		450,0		256,2	
– produktivita (bez odumř. dřeva)		15,5		10,6		14,8		17,3
(s odumř. dřevem)		17,5		12,4		15,8		17,7



Konzumenti na dubu

3 základní úrovně

- Koruna – listová hmota
- Kmen – dřevo
- Kořeny – dřevo a houby

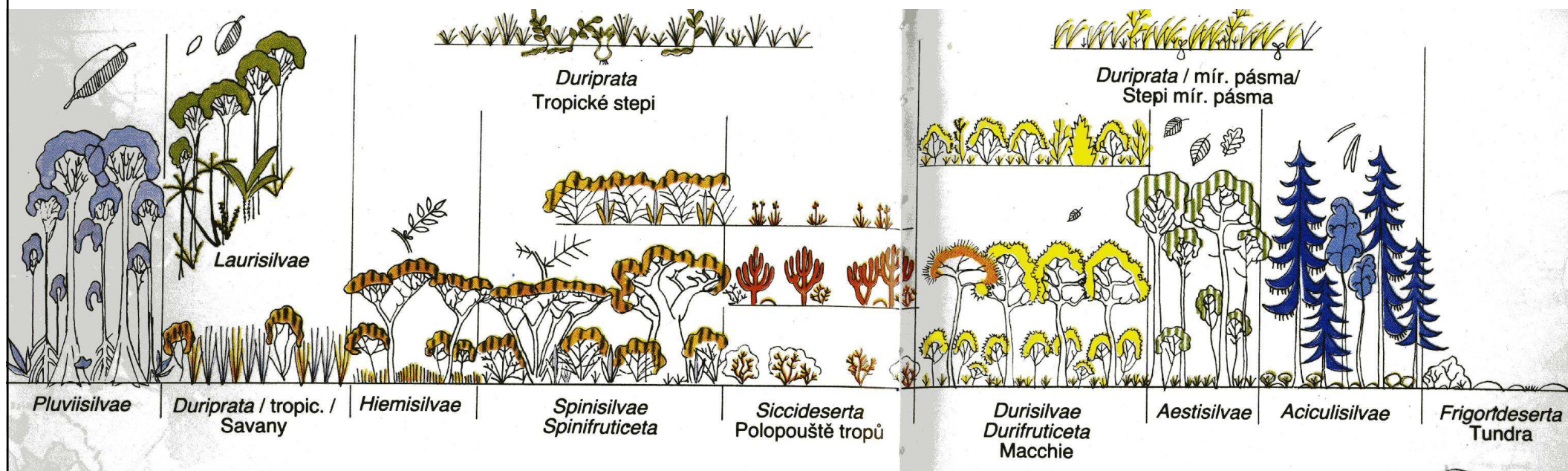
Sekundární produkce

- Edafon – pedofauna
 - Mikroorganismy – (účinná respirace)

Tabulka 4.14 Biomasa a respirační aktivita konzumačních úrovní v listnatém lese ve Velké Británii (podle SATCHELLA 1971)

	Hustota	Respirace
Rozklad činností mikroorganismů:		
<i>bakterie a aktinomycety</i>		
na opadance z dubu	$3,2 \cdot 10^7$ na gram sušiny opadanky	0,97 kJ . m ⁻² za rok
na opadance z jasanu	$9,6 \cdot 10^6$ na gram suš. opadanky	7,1 kJ . m ⁻² za rok
v humusu	$3,96 \cdot 10^7$ na gram humusu	138,6 kJ . m ⁻² za rok
v horizontu A	$6,96 \cdot 10^6$ na gram půdy	71,4 kJ . m ⁻² za rok
v horizontu B	$1,73 \cdot 10^6$ na gram půdy	105,0 kJ . m ⁻² za rok
		celkem: 323,07 kJ . m ⁻² za rok
<i>houby (Mycena galopus)</i>		
v opadance z listů	1 370 m na gram sušiny opadanky	2 280 kJ . m ⁻² za rok
v humusu	1 131 m na gram humusu = 97 g na m ²	924 kJ . m ⁻² za rok
v horizontu A a B	1 100 m na gram půdy = 192 g na m ²	1 596 kJ . m ⁻² za rok
		celkem: 4 800 kJ . m ⁻² za rok
Rozklad činností bezobratlých:		
prvoci	1 000–3 000 jedinců na g půdy	50,4 kJ . m ⁻² za rok
hlístice	$2,3 \cdot 10^6$ jedinců na m ² půdy	357,0 kJ . m ⁻² za rok
žížaly	60 g . m ⁻² půdy	226,8 kJ . m ⁻² za rok
roupice	22 g . m ⁻² půdy	701,4 kJ . m ⁻² za rok
měkkýši	1 g . m ⁻² půdy	12,6 kJ . m ⁻² za rok
roztoči	32 000 jedinců na m ² půdy	21,0 kJ . m ⁻² za rok
chvostokoci	8 000 jedinců na m ² půdy	8,4 kJ . m ⁻² za rok
larvy dvoukřídých	12 000 jedinců na m ² půdy	37,8 kJ . m ⁻² za rok
ostatní členovci		100,8 kJ . m ⁻² za rok
		celkem: 1 516,2 kJ . m ⁻² za rok

Ekosystémy – klimaxové formace

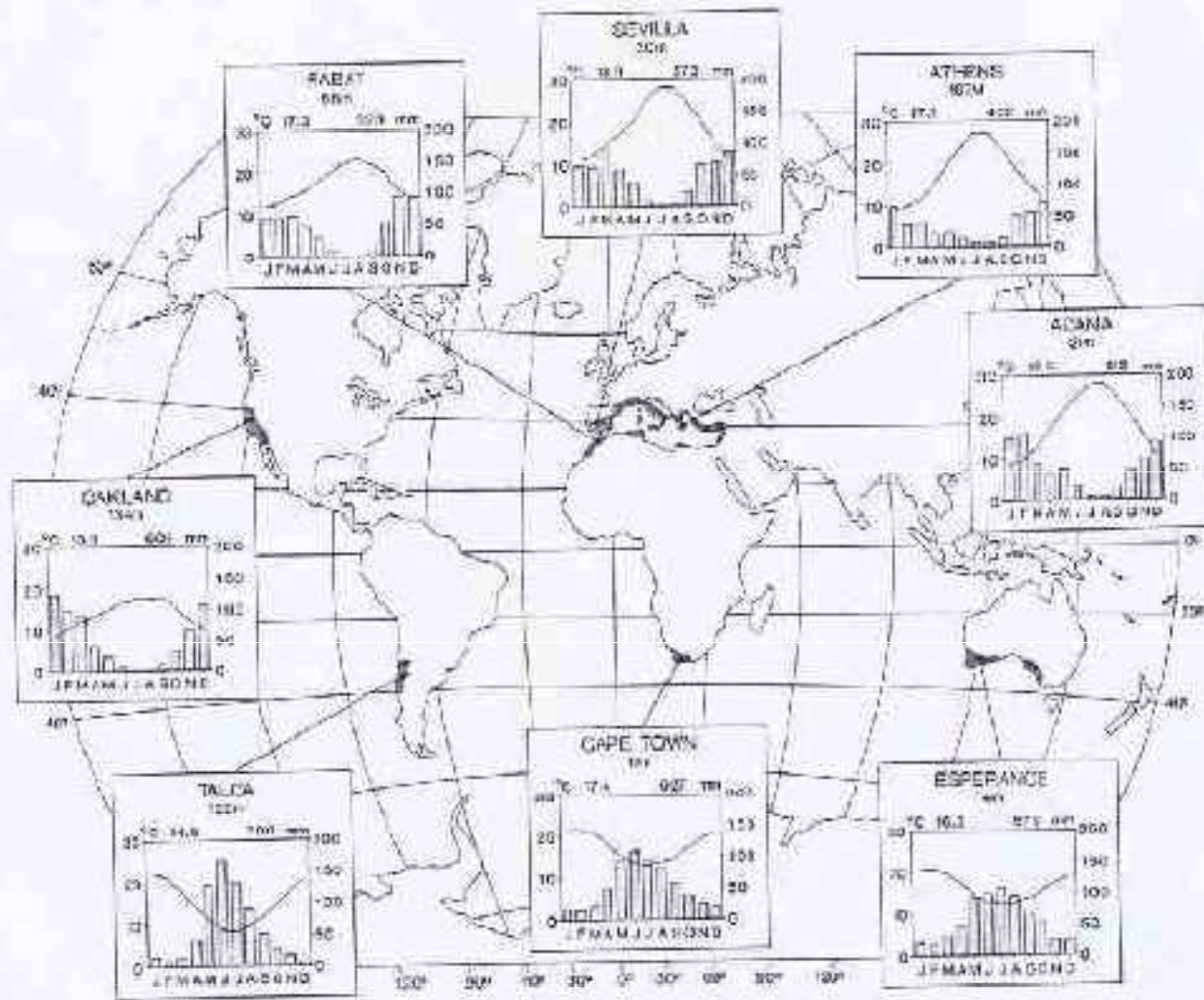


Tvrdoolistý biom



Mediterránní ekosystémy

Etésiová vegetace



Van der Grinten Projection

Figure 5.1 Distribution of mediterranean ecosystems and representative climatic conditions. Mean monthly temperatures are indicated by the line and mean precipitation for each month is shown by the bars. Station elevation, mean annual temperature and mean annual precipitation appear at the top of each climograph.

Jsou to ekosystémy s dominujícími vždyzelenými keři a sklerofylními stromy. Rostliny jsou adaptované na suché léto a chladné vlhké zimy.

Regionální názvy současné vegetace (sekundární křovitá vegetace na místě tvrdolistých lesů):

macchie, garrigue, tomillares, šibljak, frygana ... Středomoří

fynbos, veld ... Jižní Afrika

mallee ... Austrálie

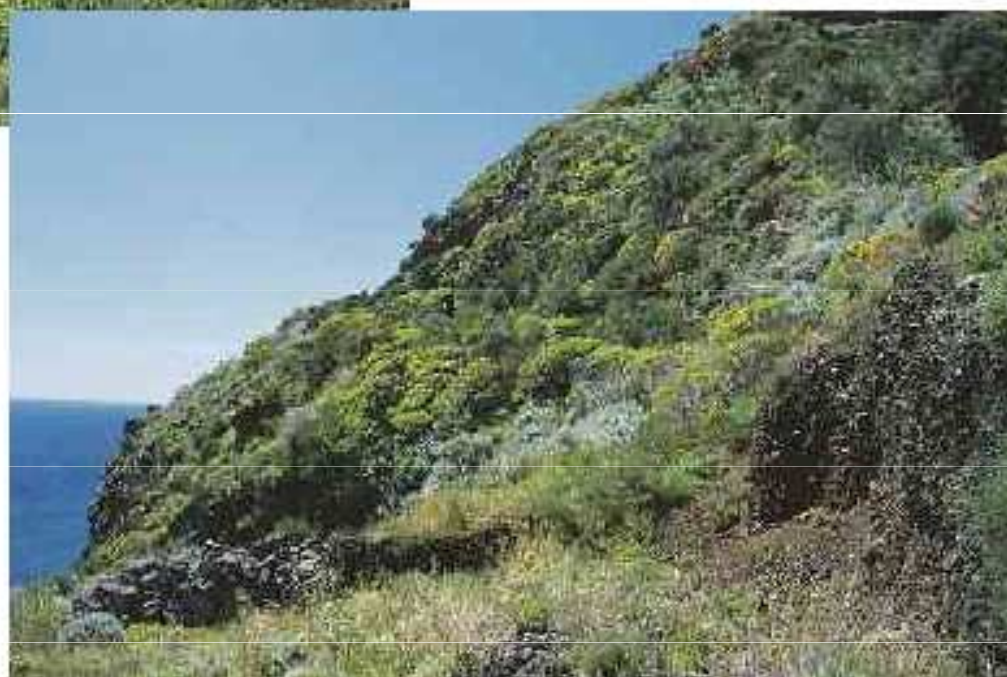
chaparral ... Kalifornie

matorral ... Chile



Macchie na
ostrově Stromboli

Euphorbia dendroides,
Cistus creticus



Klima

roční úhrn srážek: (275) 450 - (900) 1200 mm (65% v zimě)

průměrná roční teplota: 21-27 °C (zima 5-12; v létě maxima až 35 °C), amplituda 15-20 °C. Mrazy nejsou nebo se vyskytují jen několik dní (nad ránem). Absolutní minimum zaznamenáno v Turecku (-18 °C). Pro tento typ klimatu se vžilo označení **mediteránní klima.**

Zimní srážky musí být dostatečné pro přežití vegetace v letním suchém období.

Diverzita

Evropa

Vymezení mediteránní oblasti v Evropě:
areál pěstování *Olea europaea* ssp. *europaea*



Evropa

Sekundární, v současnosti dominující vegetace: husté tvrdolisté „trnité“ křoviny (macchie, garrigue, tomillares, frygana, šibljak), skalní stepi, řídké tvrdolisté lesy.

Vznikli po antopickém vykácení a vypálení lesů, zásluhou eroze, prosychání a vyčerpání živin se dlouhodobě neobnovuje les.

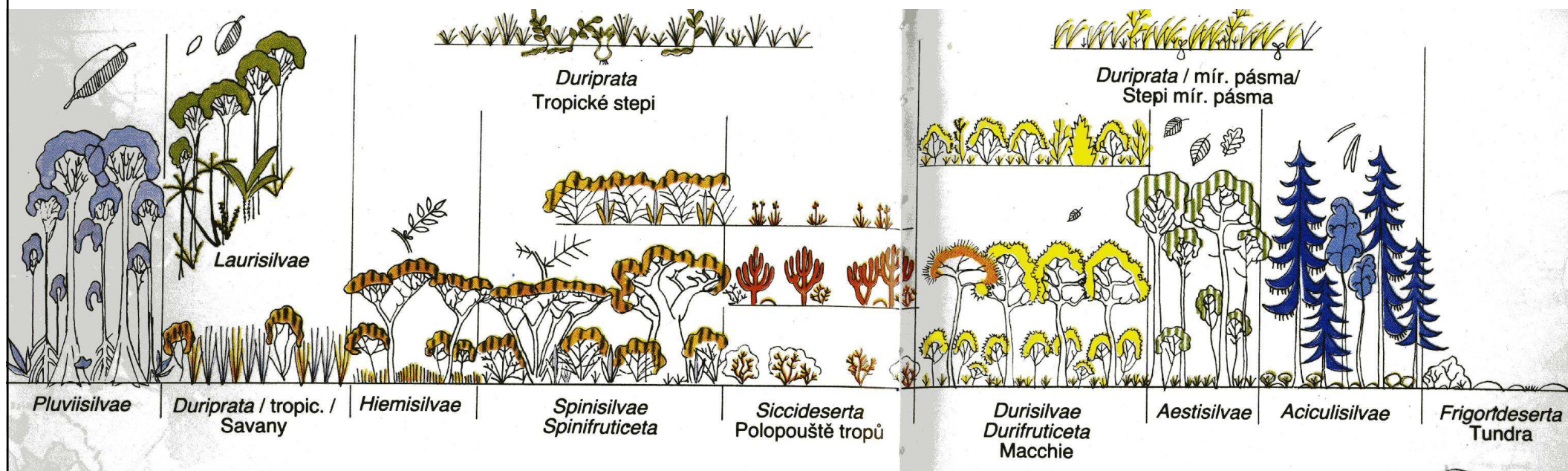
Macchie: vždyzelené keře a malé stromy o výšce přes 2 m

Garrigue : Křoviny (včetně *Quercus coccifera*) o výšce 0,6-2 m, bazická půda

Jaral : totéž, na silikátové půdě

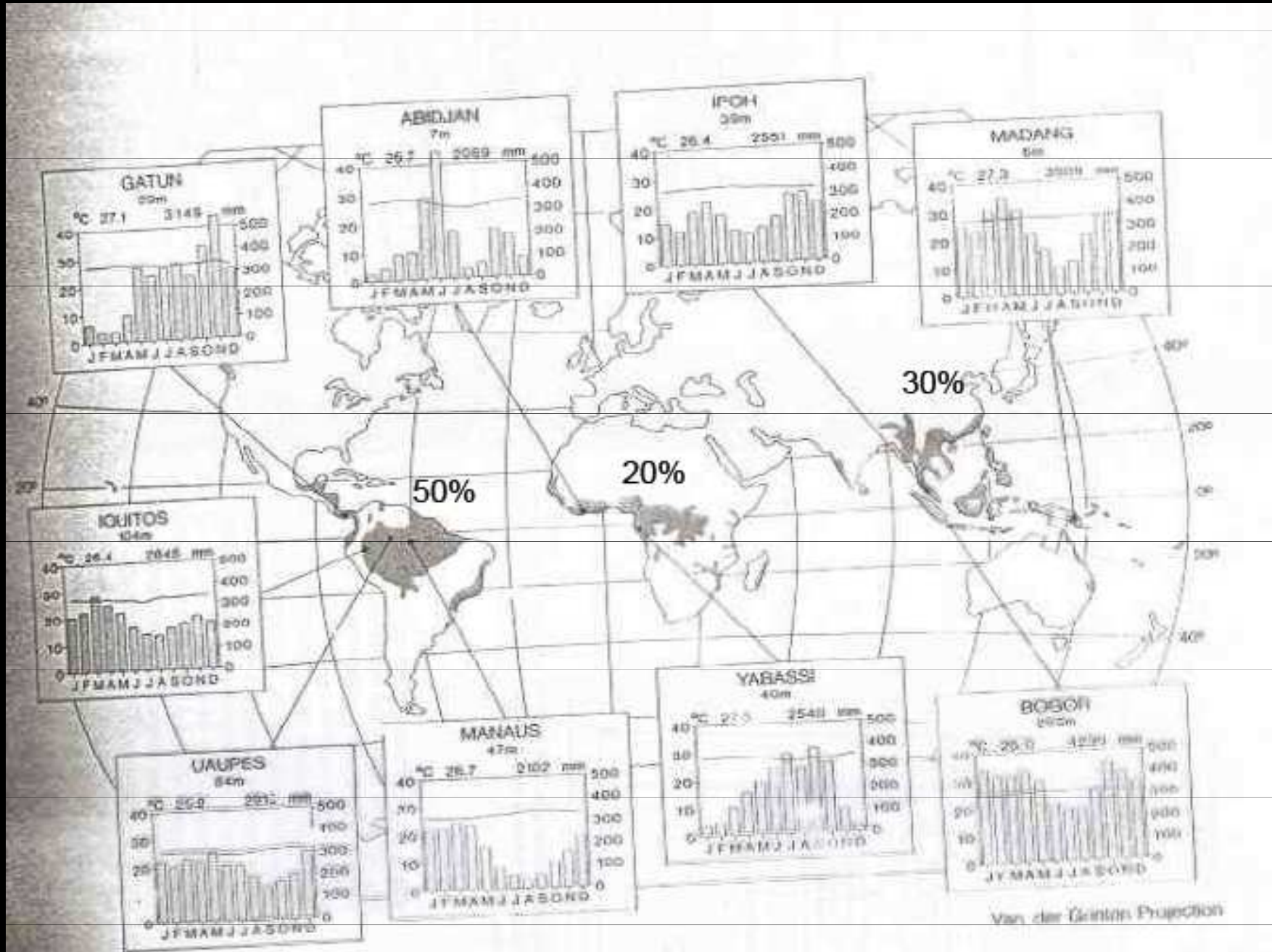
Frygana (batha): nejmenší křoviny (do 0,6 m). *Poster K. Šumberové*

Ekosystémy – klimaxové formace

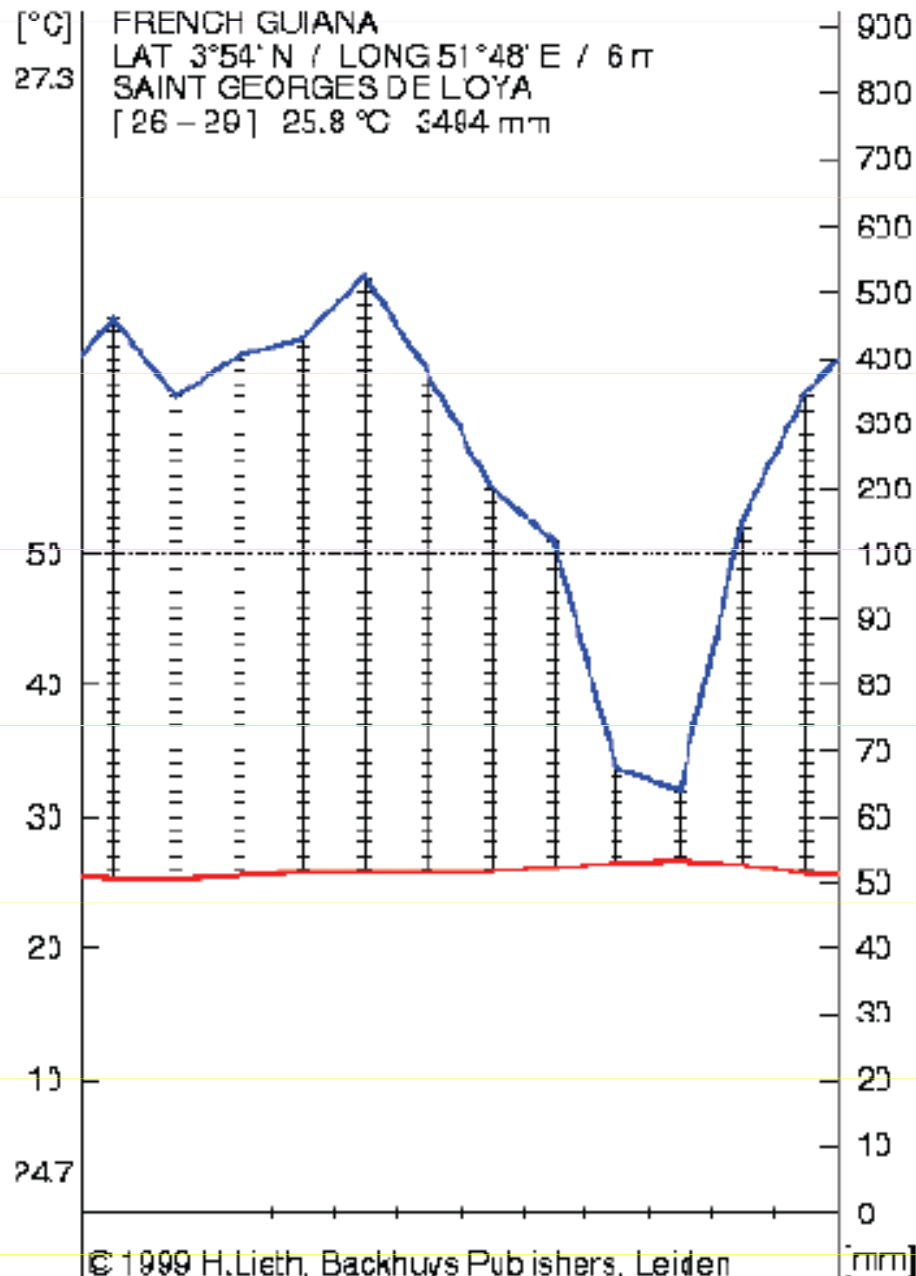




Tropické deštné lesy



Van der Grinten Projection



Trvale humidní až hyperhumidní klima

Teplota

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

Teplotní rozdíly mezi dnem a nocí jsou malé, do $6\text{-}11^{\circ}\text{C}$. Stálá je i **půdní** teplota.

Den i noc trvá 12 hodin

Srážky

2-3 (-8) tisíc mm ročně (Havaj 14.000)

> 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. Úhm srážek ještě stoupá s nadmořskou výškou.

Struktura:

Vrstva A: není boční dotyk korun. Výška 30-42 (-84) m

Vrstva B: hustý korunový zápoj. Výška 18-27 m

Vrstva C: stromy pod zápojem, 8-14 m

Vrstva D: malé palmy, kapradiny, keře

Vrstva E: semenáčky stromů, vzácně byliny

Opad: 1-3 cm; **holá půda**

Pod zápojem je málo světla (asi 5% dopadajícího záření); 100% vlhkost (gutace nahrazuje transpiraci) a bezvětrí.

Časté jsou

- **epifyty.** Orchideje, kapradiny, mechy. Živiny čerpají z dešťových perkolátů nebo z opadu vzniklého činností mravenců
- **popínavé rostliny.** Jsou stále v kontaktu s půdou.
- **hemiepifyty.** Začínají jako epifyty, ale vývoj končí jako popínavé rostliny. Nebo naopak.

Struktura tropického deštného lesa při pohledu „zevnitř“



© Jan Ševčík

Typy tropického lesa v závislosti na klimatu

B. Horský tropický deštný les.

Strukturní rozdíly oproti vřdyzelenému 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.



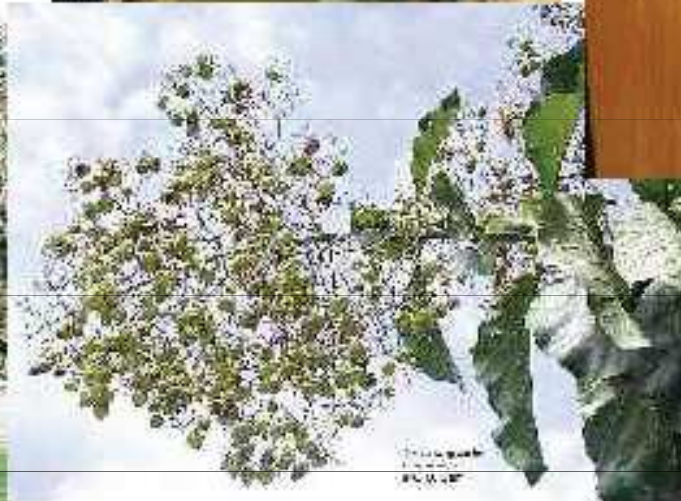
Typy tropického lesa v závislosti na klimatu

C. Tropický monzunový (sezónní) les

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



Tectona grandis
Lamour.
© G. E. Gurr



Půdy

- silné chemické zvětrávání – vznikají staré hluboce zvětralé půdy (až desítky metrů) s vysokým podílem oxidů železa, oxidů hliníku a kaolinitu
- 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 vykáčení lesa, kdy se živiny v biomase odvezou nebo uvolní následným požárem, zůstává v ekosystému velmi málo živin, což ztěžuje obnovu lesa.

Diverzita

Extrémně druhově bohatý biot. Proč? Ekosystém se vyvíjí 30 milionů let, v době ledové byl sice rozfragmentován, ale velké části zůstaly na svém místě.

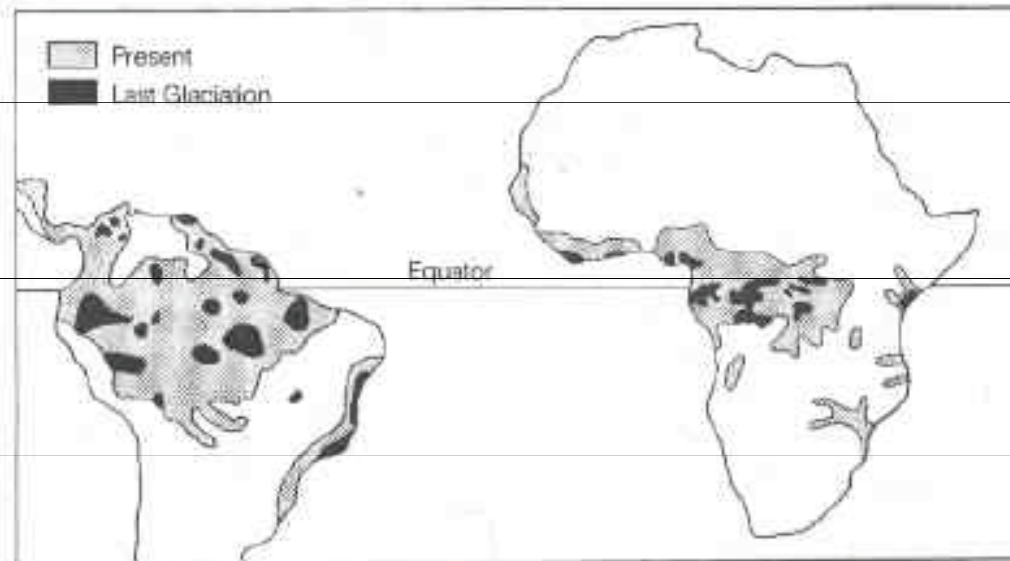


Figure 2.6 Extent of lowland tropical rain forest during the Wisconsin glacial maximum (approximately 18 000 years BP) in South America and Africa. (After Prance, 1982; Kingdon, 1970.) (Reproduced from J. Kingdon, *Island Africa. The evolution of Africa's rain animals and plants*, published by Collins,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

Jaká je tedy diverzita tropických deštných lesů?

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

d) stromy (30% malajské flóry jsou stromy)

e) liány (v biomu se vyskytuje 90% všech světových lián)

f) **kauliflorní** stromy (kvetou na kmeni), **fyliiflorní** – kvetou na žilkách listů

asi 1.000 kauliflorních druhů, mj. i známé rody *Theobroma*, *Heterostemon*, *Durio*



www.national-geographic.cz



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, lesy jsou zde vesměs sekundární a byly rovněž silně ovlivněny v době ledové. Největší druhové bohatosti stromů jsou udávány z jižní Ameriky (178 druhů na ploše 0,67 ha).

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.

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. Převládá **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**.

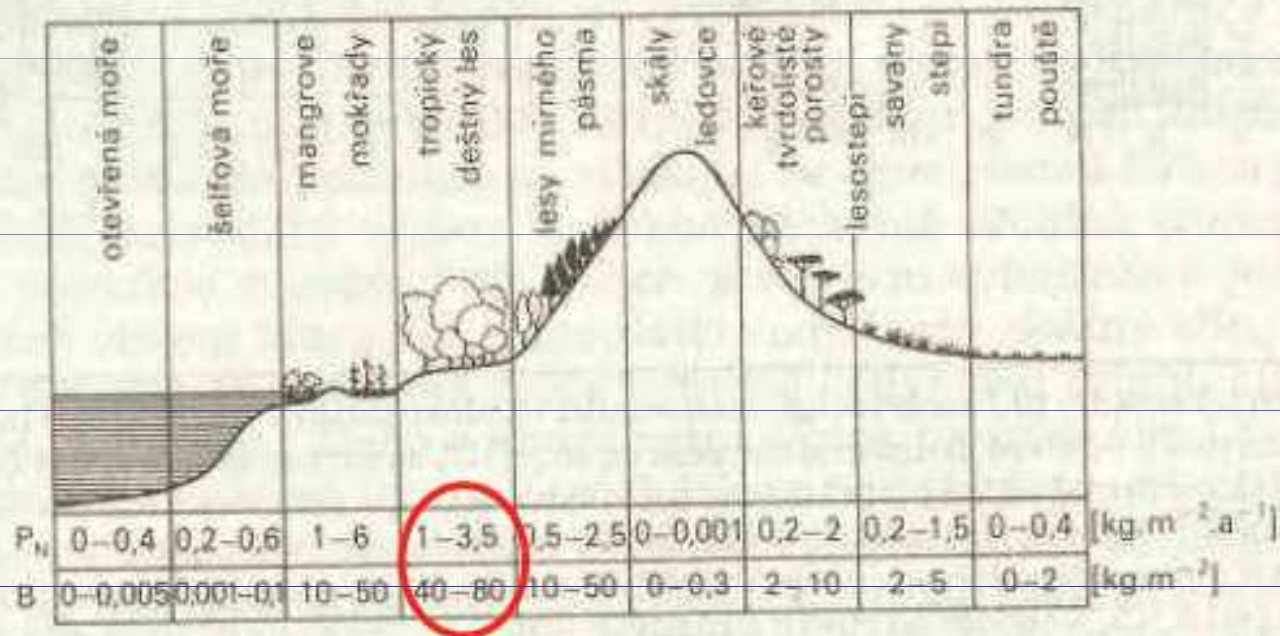
Klíčení

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**. Pád stromu způsobí „**gap**“, jím proniká světlo indikující klíčení semen jakož i urychlující růst semenáčů stromů.

Produkce

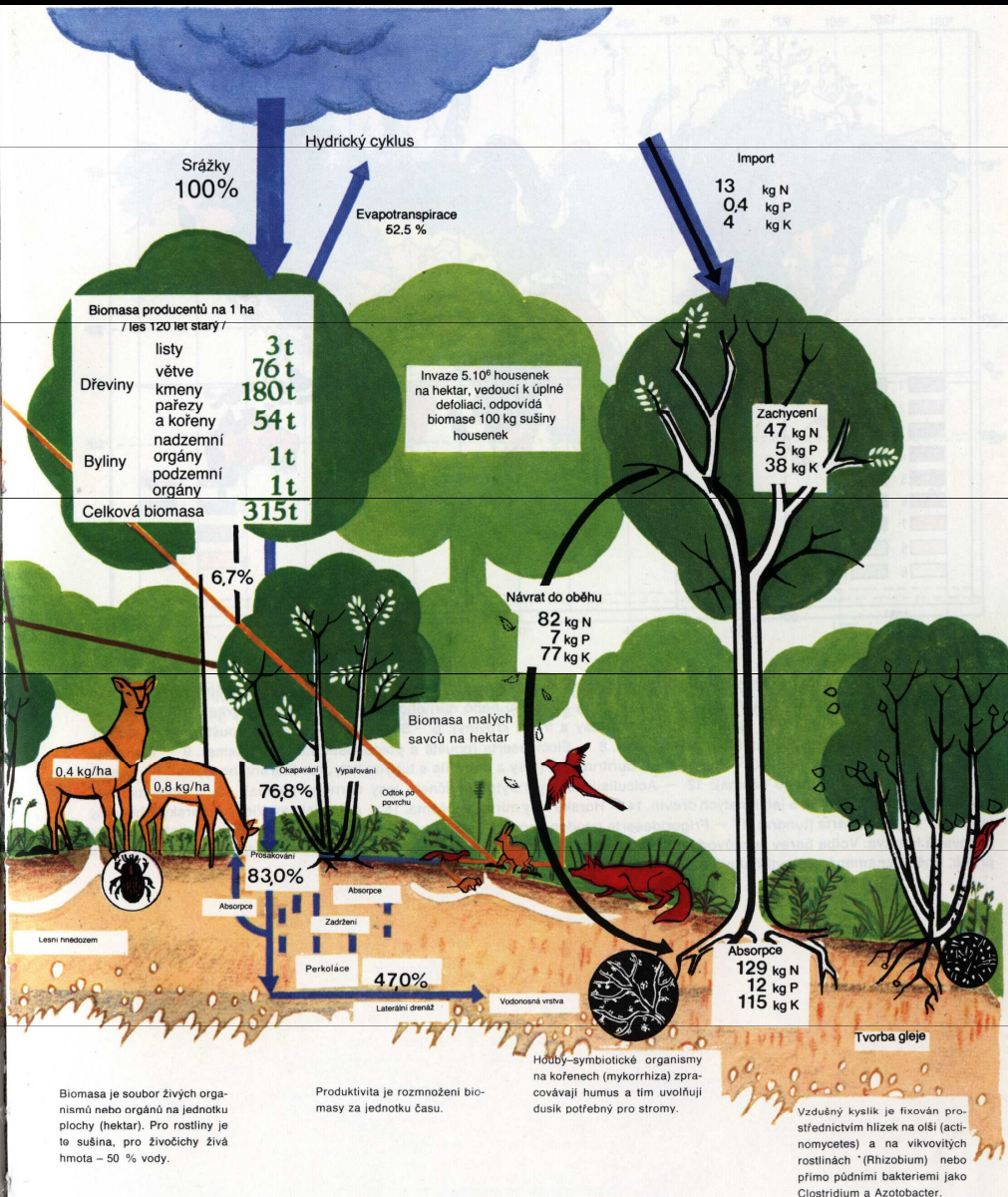
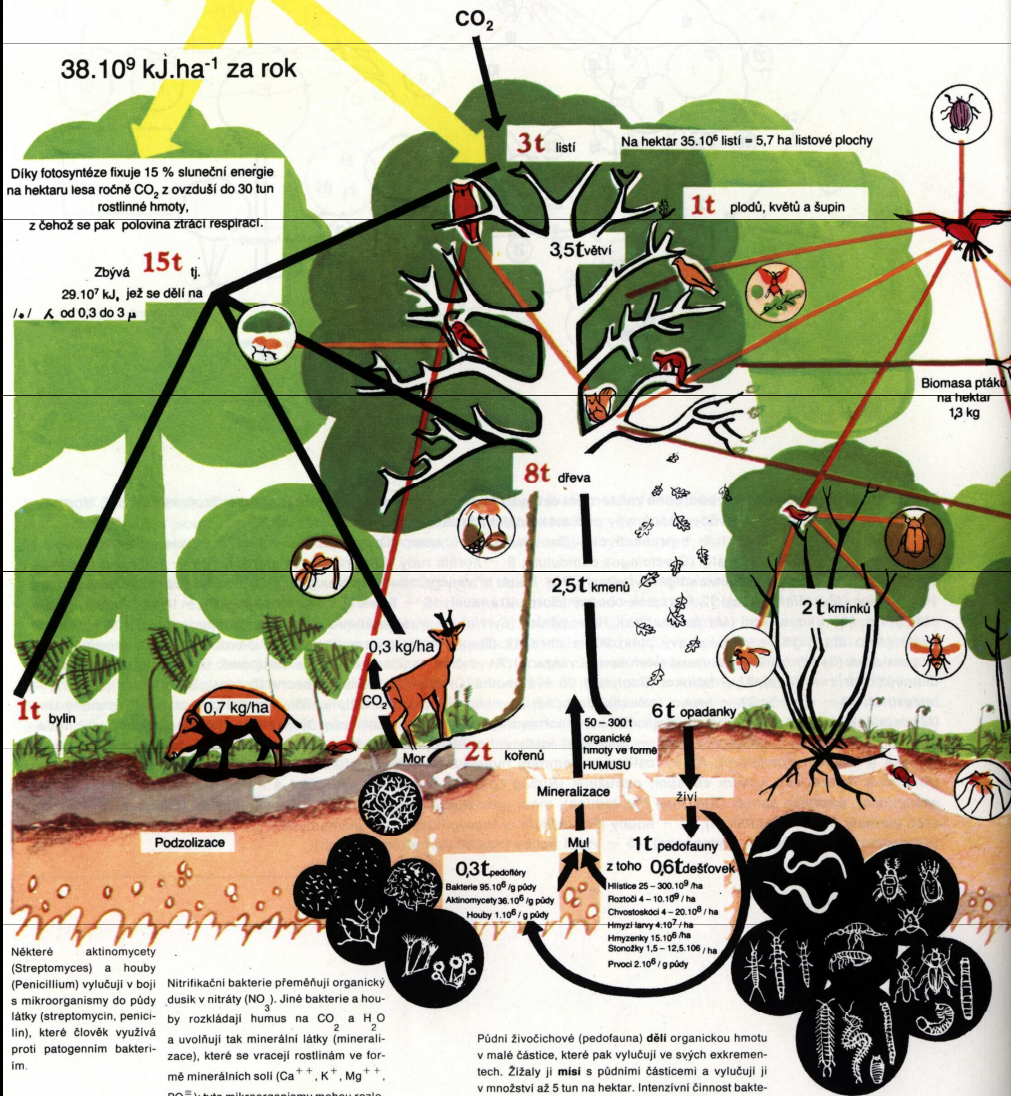


123/ Rozdíly v roční čisté primární produkci (P_N) a biomase (B) v různých biomech na Zemi (podle LARCHERA 1980)

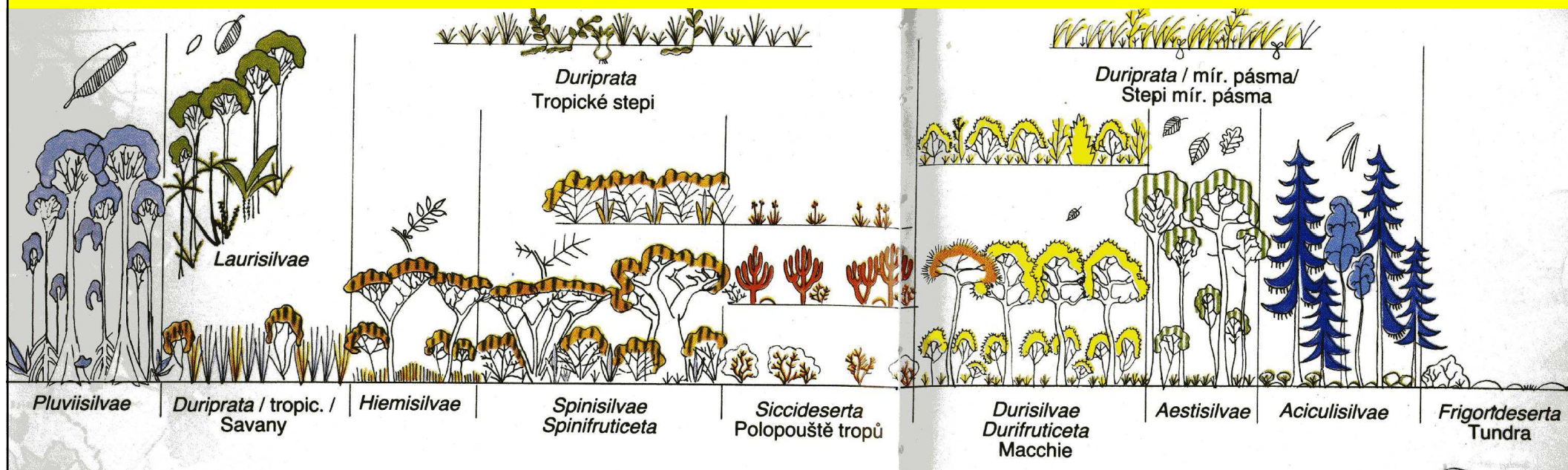
[317]

Ač tvoří jen ca 10% souše, tvoří biom ½ biomasy Země a váže ¼ uhlíku. Množství biomasy je 400-800 tun / ha; produkce 20-35 tun / ha / rok. Index listové plochy (LAI) dosahuje hodnoty 8-12.

Hektar listnatého lesa uvolňuje 15 t kyslíku za rok



Ekosystémy – klimaxové formace



Duriprata – tropické savany



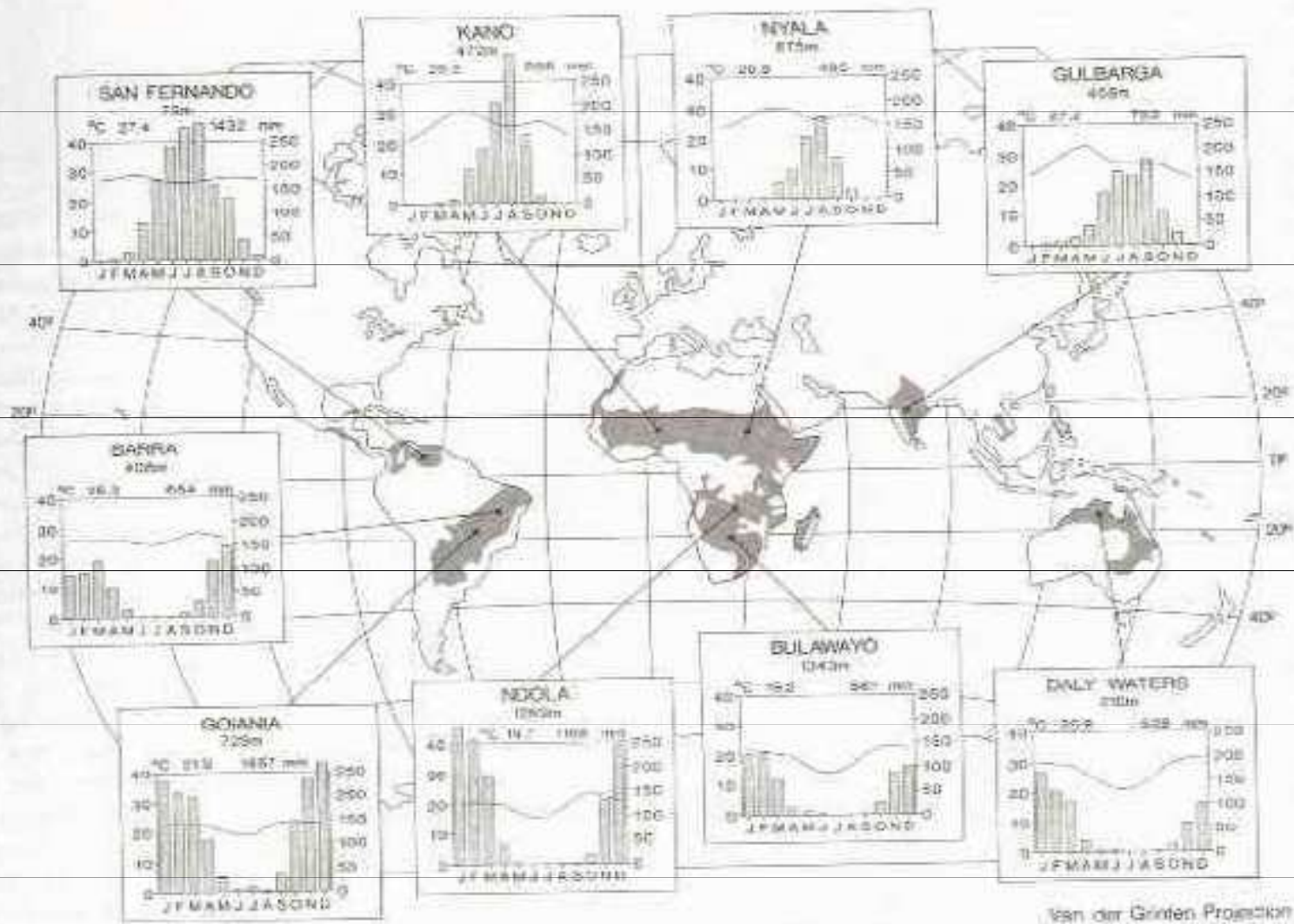


Figure 3.1 Distribution of tropical savanna and representative climatic conditions. Mean monthly temperatures are indicated by the line and mean precipitation for each month is shown by the bars. Station elevation, mean annual temperature and mean annual precipitation appear at the top of each climograph.

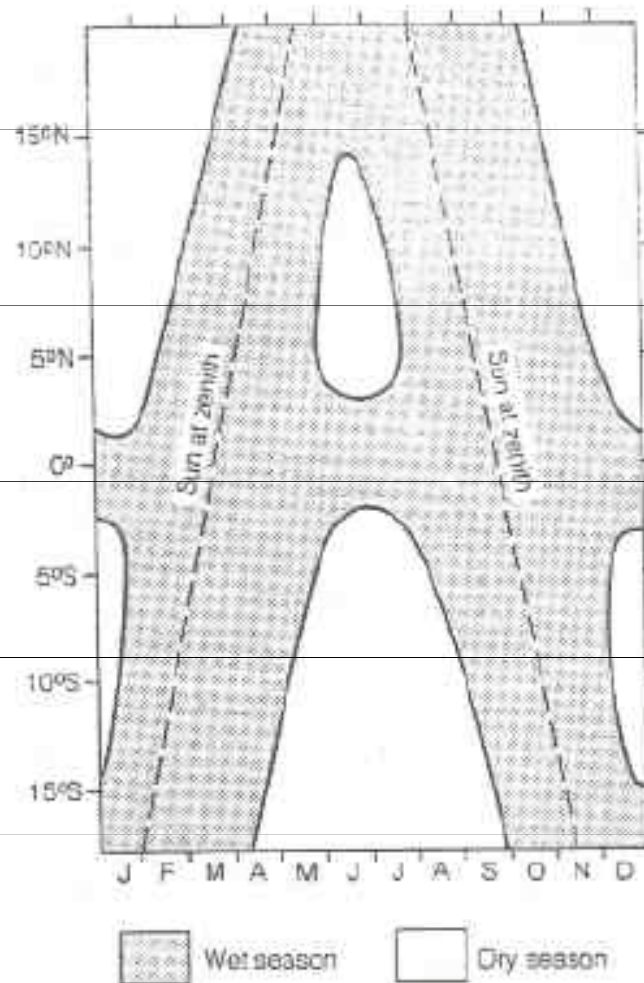


Figure 3.17 Seasonal distribution of precipitation and duration of the dry season as a function of latitude. (After Richards, 1952.) (Reproduced with permission from P. W. Richards, *The Tropical Rain Forest*, published by Cambridge University Press, 1952.)

Podél gradientu úhrnu srážek přechází tropický deštný les v savanu a savana v poušť. V rámci savany rovněž rozlišujeme několik hlavních vegetačních typů závislých na úhrnu srážek:

- savanové lesy
- savanové parky (stromové savany)
- dlouhostébelné savanové trávníky
- krátkostébelné savanové trávníky
- savanové křoviny (křovité savany)

Na savanách funguje zpětná vazba:

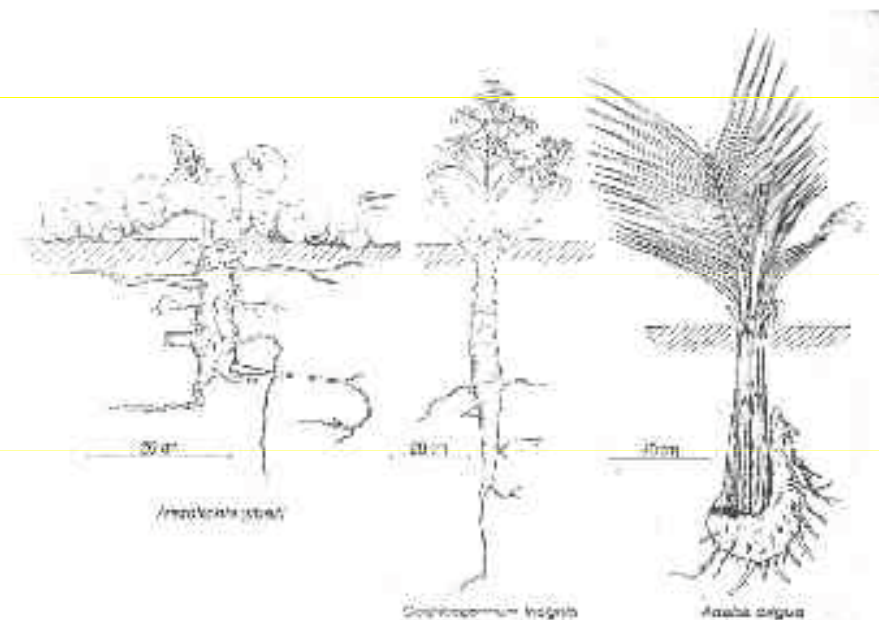
sucho → trávy (ne stromy) → pastva → selekce trav

Struktura a diverzita

Díky sezónně aridnímu klimatu a požárům došlo k selekci trav na úkor dřevin: dominují vysoké tropické trávy, často C4 rostliny. Převažují tedy **hemikryptofyty**, oproti deštný lesům i **terofyty**.

Savanová vegetace existuje alespoň 25 milionů let. Během pleistocénu, při střídání suchých a vlhkých období, expandovala savana na území dnešních tropických lesů. Ve vegetaci jsou vysoce zastoupeny trávy (fylogeneticky mladá skupina). Savanové druhy se ve srovnání s druhy tropických lesů musely adaptovat na:

- **sucho** – podzemní xylopodia



Struktura a diverzita

Savanové druhy se ve srovnání s druhy tropických lesů musely adaptovat na:

- **pastvu velkými zvířaty**
- **nízký obsah živin v celém ekosystému.** Půda je živinami zásobovaná hlavně z odumírající kořenové soustavy trav.

Ve srovnání s tropickými lesy mají savany nižší druhovou bohatost. Je to způsobeno limitujícími nepříznivými faktory a strukturou vegetace s výraznými dominantami.



<http://www.terrambiente.org>

Produkce a živiny

Produkce živé biomasy 6-25 t/ha/rok (tropické pralesy 20-35 t/ha/rok); produkce opadu a jeho akumulace se velmi liší v závislosti na klimaticky určených vegetačních typech. Rovněž biomasa je menší než u tropických lesů, naopak vyšší je R:S poměr.

Živiny

Největší část živin je inkorporována do vegetace. Při požáru se část vrací popelem do půdy, ale uniká až 95% N, 51% P a 44% K. Vysoká teplota ničí mikroorganismy fixující dusík. Další část živin odteče z popela povrchovým odtokem. Na požárových savanách musí být značná část živin uložena **v kořenech**.



Produkce a živiny

Přístupný **fosfor** je nejvíce obsažen v nadzemní biomase, 75% se ho na konci vegetačního období stáhne do podzemní biomasy. Jen malé zásoby P jsou v půdě.

Dekompozitori

termity - dřevní opad za suchého období

mikroorganismy – listový opad za vlhkých období

žížaly – v humidních oblastech



<http://www.csiro.au/images/general/termitemounds.jpg>

Nejrychleji se v savanách rozkládá bylinný opad (až 70% za rok); zejména travní (až 90% za pomoci mravenců a termitů).

Kdyby nedocházelo k dekompozici nebo k požárům, nastala by díky infertilním půdám brzy velká deficienze živin.

Role živočichů a jejich adaptace

- až 50% primární produkce vstupuje do pastevně-kořistnického řetězce (velká diverzita vyšších obratlovců - „safari“), sezónní stěhování stád. Ale živočichové, jak jsme již poznali, se podílejí i na dekompozičním řetězci.



<http://digilander.libero.it/giorgioparodi/savana.jpg>

Bezobratlí

termiti – mají tenkou kutikulu, proto staví termitiště

mravenci – mají tlustou kutikulu. Jsou to zejména střihači a fragmentují opad. Ústřížky kontaminují houbami a urychlují tak dekompozici (rody *Acromyrmex* a *Atta*)

cvrčci, švábovití – zpracovávají mrtvý živočišný materiál

kobylky, larvy motýlů – žerou živé rostliny

brouci, pavouci, kudlanky – predátoři

Bezobratlí musí přežít klimatické stresy a oheň. Adaptace:

- přečkání nepříznivých období v půdě
- migrace do příznivějších oblastí v období sucha
- fluktuace populací



<http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/agricultura/forestacion/plagas/fotos/atta-sexdens02.jpg>



<http://www.insecta-inspecta.com/butterflies/monarch/bffly.jpg>

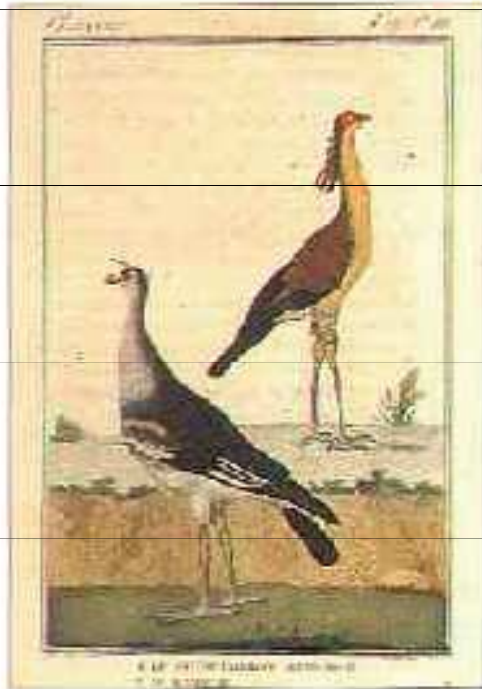
Obojživelníci

vázáni na bažiny a nebo jsou aktivní jen ve vlhkých obdobích. Obojživelníků i plazů je více ve vlhčích letech. Proč hadů? Pulci tvoří jednu z hlavních složek potravy hadů.

Ptáci

Savany jsou na ptáky druhově bohatý ekosystém. V Africe žije na savanách 708 popsaných druhů, což je 1/2 avifauny Afriky.

Ptáci žerou plody, semena, hmyz, ale někteří ptáci mají i zvláštní potravní niky – např. *Sagittarius serpenarius* žere hady. Savany jsou častým zimovištěm severních druhů.



http://www.kousakusha.co.jp/RCMD3/img_tmp/buffon_bird10.jpg

pštros – typický pták savany



www.zamek-castolovice.cz/images/hlava.jpg

Savci

hlodavci – skryti v trávě, jsou aktivní v noci s výjimkou známé **kapibary** (j. Amerika).

velcí savci – velká diverzita antilop (gazely). Zebra, slon, hroch, buvol.

Spotřeba zebry a gazely

Spotřeba zebry je až 5 kg pastvy denně, gazely jen 0,7 kg. Gazely tedy zůstávají ve spásených oblastech a dopásají.

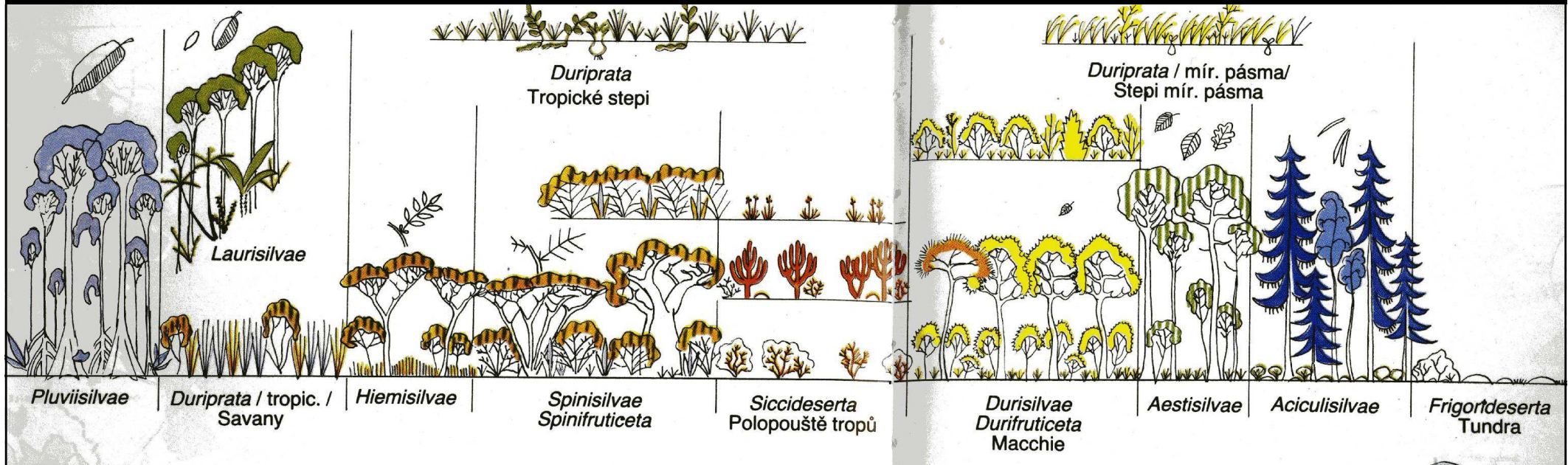
Je udáváno, že pastva může spotřebovat **až 89% primární produkce**.



<http://www.38popugaev.ru/pub/kapibara1.jpg>

V současnosti se ale více než pastva původních herbivorů uplatňuje pastva dobytka, ovcí a koz – ale vzniká riziko **přepasení**.

Ekosystémy – klimaxové formace



Duriprata - stepi



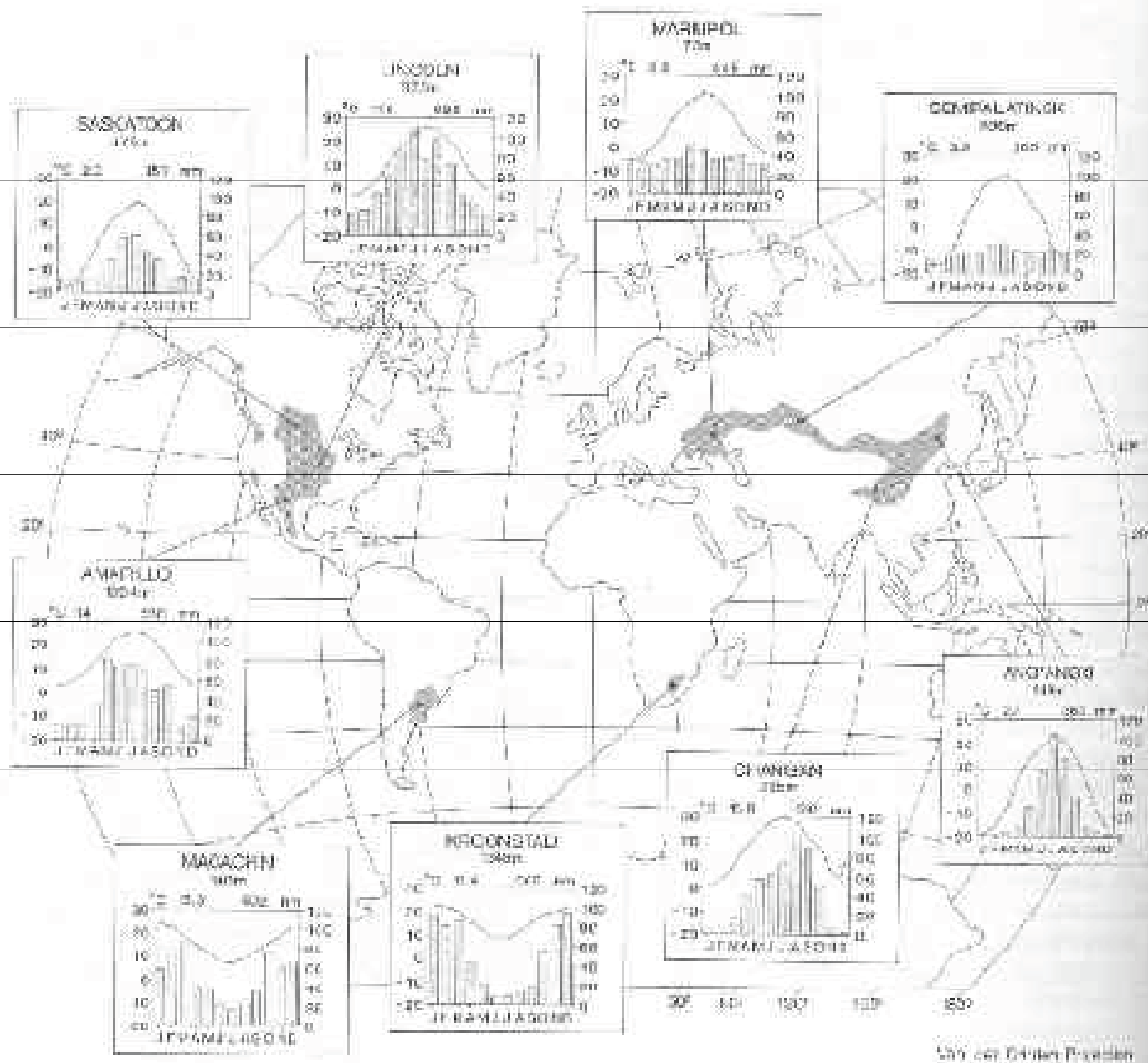
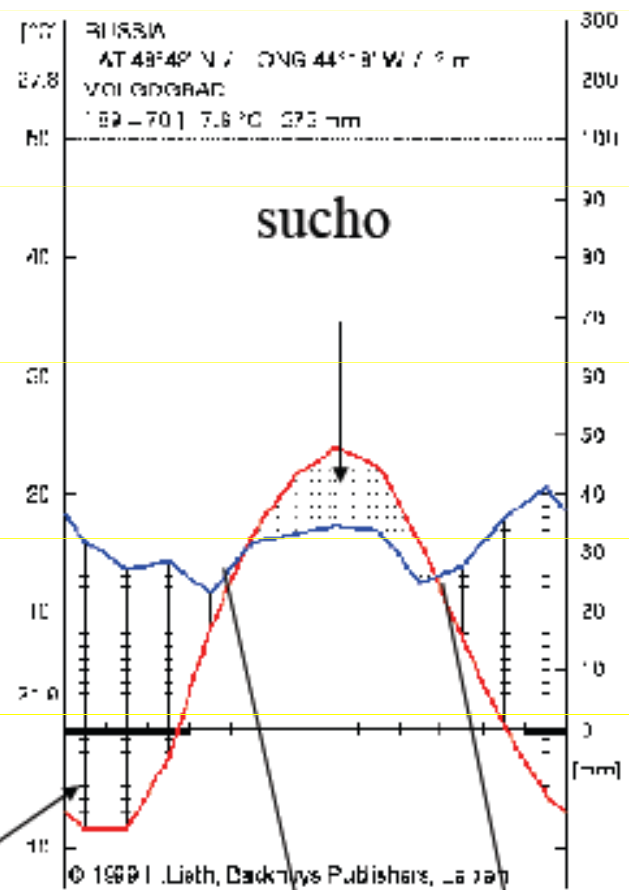


Figure 7.1: Distribution of temperate grasslands and representative climatic conditions. Mean monthly temperatures are indicated by the line and mean precipitation for each month is shown by the bars. (Elevation, mean annual temperature, and mean annual precipitation appear at the top of each climograph).



Hlavní strategie a adaptace

Odolnost proti suchu

Odolnost proti mrazu

Odolnost proti ohni

letní anabioza

zimní klid



<http://www.cobleskill.edu/courses/ornt321/Stipa%20tenuissima%200104.jpg>

Převažují
hemikryptofyty, vysoké
zastoupení geofytů

Temperate grasslands (travinná vegetace mírného pásma)

stepi ... 250 milionů ha, od Moravy po Mandžurii

prérie ... 350 milionů ha, Severní Amerika

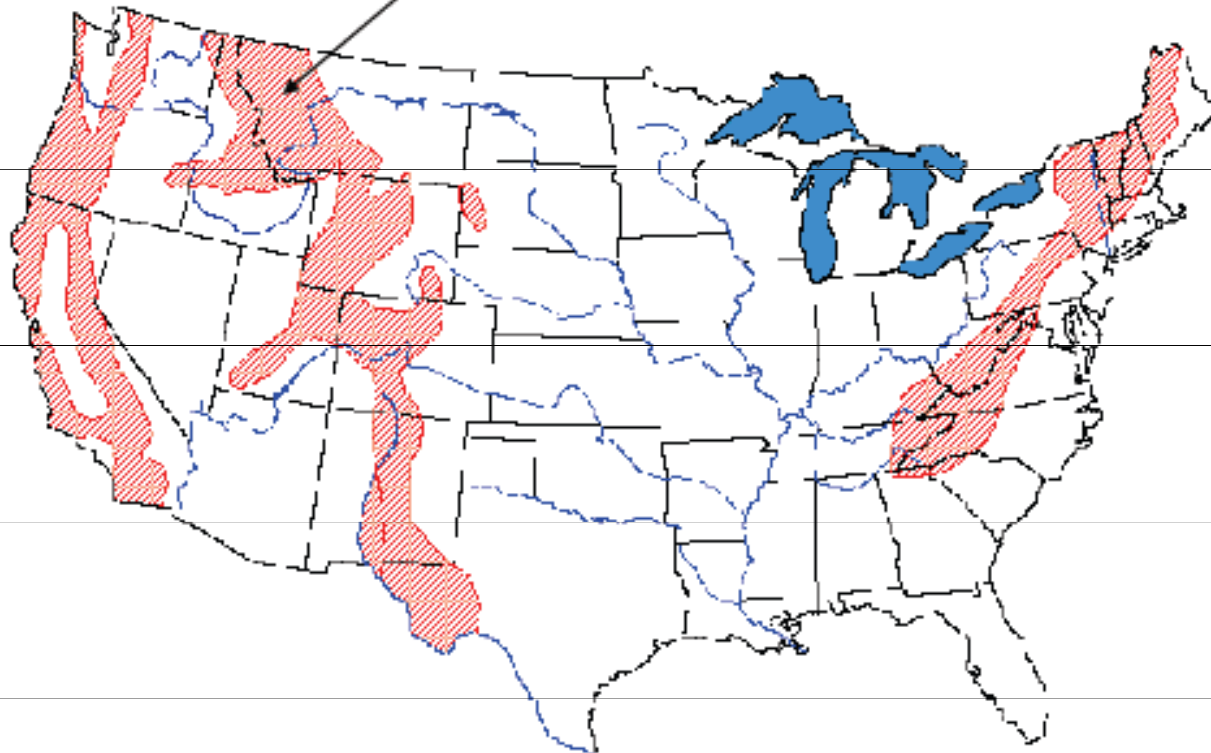
pampy ... Argentina

„grassveld“ ... náhorní plošiny v jižní Africe



Severoamerické formace - prérie

Jsou ve srážkovém stínu vysokých hor



Klima

Úhrn srážek:

Západní Eurasie 300-600 mm

Středovýchodní Eurasie (za Uralem) ca 400 mm

Jihovýchodní část stepní zóny Eurasie ca 200 mm

Severní Amerika 500-1200 mm

Kanada 350-500 mm

J. Amerika 450-1200 mm (ale potenciální evapotranspirace až 1500 mm).

J. Afrika (450) 600-700 (1000) mm

Teploty:

Eurasia: léto 18-24, maxima nad 40. Zima až -20 v průměru, minima -50.

Amerika: léto 15-28, zima -25 až +10, absolutní minimum -40.

J. Amerika: léto 20-26, zima 6-14.

J. Afrika: prakticky jako J. Amerika

Nový Zéland: léto 15-16, maxima 35, zima 5-6.

Historie stepí

Eurasie - Největší rozvoj stepí a lesostepí v ledové době a v chladných suchých obdobích holocénu. Chladné pelyňkové stepi, sprašové stepi. Dnes vysoká druhová bohatost, zejména na bazických stanovištích.

Sev. Amerika - mladá flóra. Vyvinula se až po době ledové. Málo endemitů.

Afrika - Na dnešních stepních plošinách (grassveld) došlo v posledním glaciálním maximu k přeměně savanových lesů na alpínkou vegetaci, která se v suchých obdobích postglaciálu měnila v poloupoušť. Stepí byly jen na nejjižnějším pobřeží.

Nový Zéland - Stepí v glaciálu, pak zarostly lesem a obnovily se při požárech založených lovci pštrosa *Moa*

Pampy - nejsou paleoekologické doklady, ale předpokládá se že se od Pleistocénu příliš neměnily.

Fyziognomie

Dominují vytrvalé trávy, které tvoří

- a) trsy, neplazí se, odnožují (*Stipa*, *Koeleria*, *Boteloua*)
- b) drny (prérie, *Andropogon*, *Panicum*)
- c) plazící se výběžky (*Agrostis stolonifera*)

podzemí

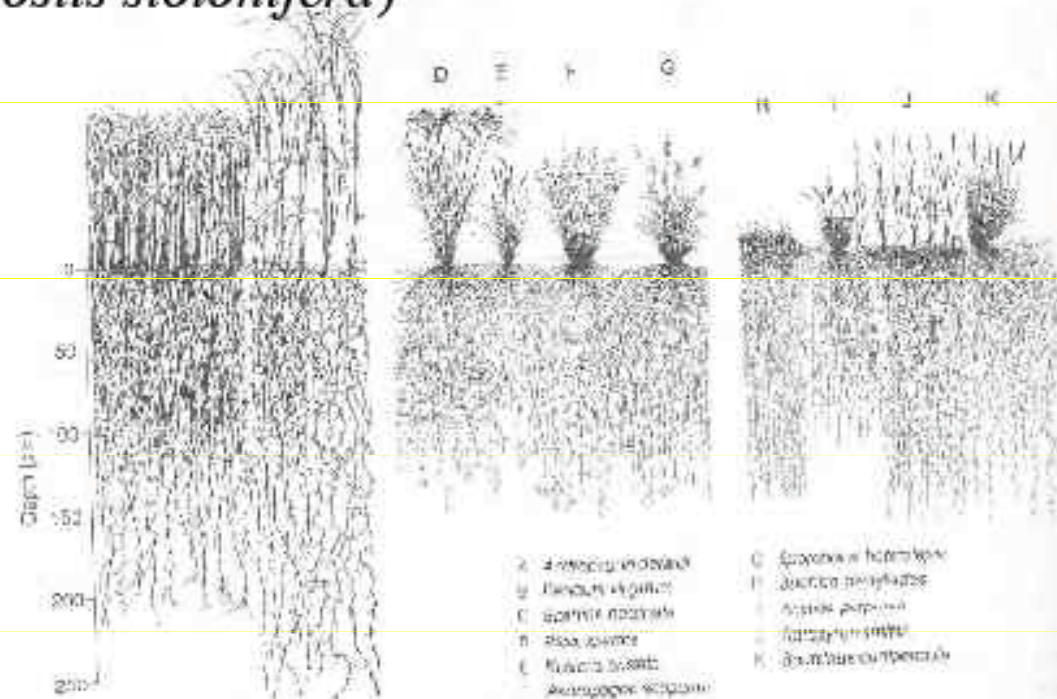


Figure 7.18 The root systems of common North American prairie grasses. (After Kistner, 1976.) (Reprinted from: *Praxis: A Practical Study in the Evolution of the University of Nebraska Press.*)

C4 trávy a fenologie

C4 trávy obvykle rostou v polovině léta a v pozdním létu

C3 trávy začínají růst v časném jaru

Produkce

„**Chladnomilné stepi**“: vrchol produkce nastává začátkem jara (až $5\text{g/m}^2/\text{den}$) a trvá asi 2-3 týdny. V „**teplomilných stepích**“ závisí tato maxima podobné velikosti na přísunu jarních a letních srážek.

Biomasa závisí na fyziognomickém typu a pohybuje se od $60\text{-}350\text{ g/m}^2$ (obvykle $200\text{-}250$). V **luhových stepích** může dosahovat až 1100 g/m^2 (kosené biotopy).

Role živočichů

- **půdní bezobratlí** se spolu s půdními mikroorganismy podílejí na dekompozici. Vysoká diverzita. Nejpočetnější jsou *Nematoda* (densita 0,5-6 milionů/m²). Mohou zkonzumovat až 67% produkce kořenů a bází rostlin.

- **nadzemní konzumenti**

sarančata, brouci

ptáci (60% jen migruje, zbytek žere hmyz a semena)

drobní savci: více v produkt. typech, až přes 800 živých g/ha

velcí savci: sežerou jen málo nadzemní biomasy (cf. savana), většinou do 20%. Tento podíl se však zvyšuje pastvou dobytka. Udává se, že pro zachování ekosystému by pastva neměla odstraňovat více než 1/2 celkové primární produkce (včetně kořenů).

Oheň

Vysoké teploty (až přes 600 stupňů C) po velmi krátkou dobu

- shoří většina nadzemního materiálu (včetně živých trav které obsahují málo vody)
- zachová se organický podíl v půdě, půdní mikroorganismy a semena
- trsnaté trávy jsou chráněny starými pochvami a oheň přežívají
- ve vysokoproduktivních typech (severoamerická vysokostébelná prairie) oheň udržuje bezlesí - při hašení požárů přechází prairie v les.
- produkuje se malé množství popela - malé změny chemismu půdy po ohni
- ztráta dusíku při ohni (těkání, oxidy) je nahrazena vyšším zastoupením bobovitých v sukcesních stadiích po ohni.

Vliv člověka

- **převod na ornou půdu** (Ukrajina, jižní Morava)
- **přepasení**

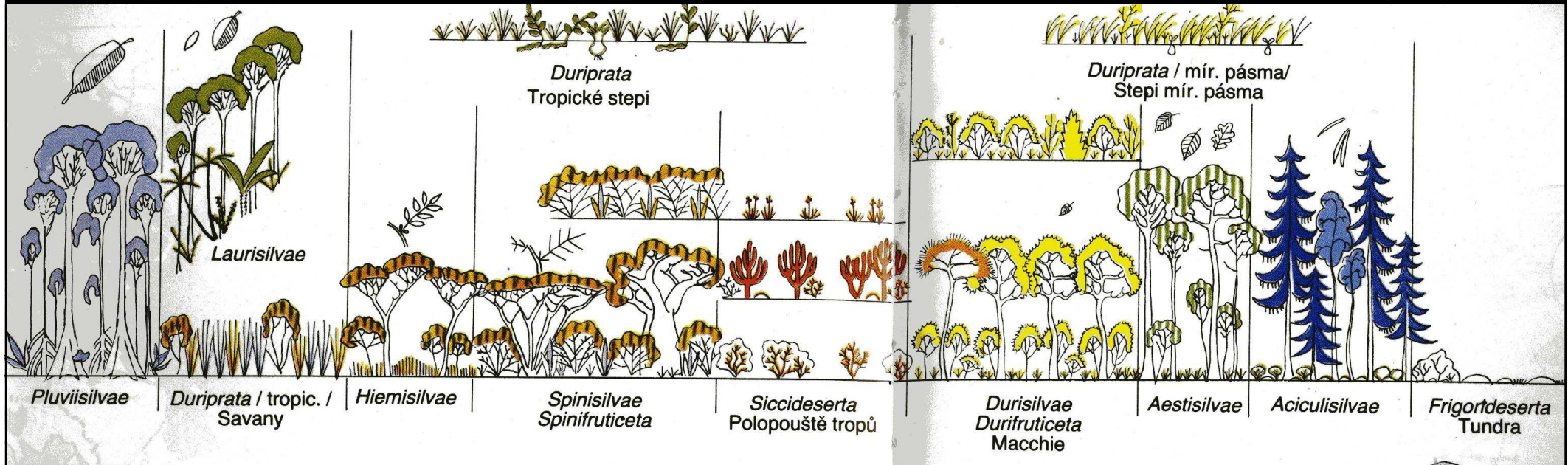
Vliv pastvy se liší podle klimatu, ve vlhčím klimatu způsobuje rychlejší mineralizaci a recyklaci N a tím i zvýšení produkce, v sušším pastva produktivitu snižuje. Ve vysokoproduktivních typech snižuje pastva množství mrtvé biomasy.

Pastva snižuje fotosyntézu (ubývá zelených částí rs.) a byly popsány i změny v kořenové biomase (ale jsou rozdíly mezi vegetačními typy). Pastva udusává půdu - menší přístupnost vody. Při pastvě klesají zásoby organického podílu (včetně organického N) v půdě, protože ubývá opadu.

Při pastvě se zvyrazňují stresující účinky suchých období (**desertifikace**), převládají keřičky a toxické byliny, snižuje se diverzita, dochází k erozi, ztrátě humusu apod.

- **invaze nepůvodních druhů**

Ekosystémy – klimaxové formace



Pouště a polopouště (deserta a siccideserta)





26-35 % zemského povrchu,

většinou mezi 15-30° z. š. nebo ve
srážkovém stínu.

Hlavním ekologickým faktorem je
vysoká **aridita**. Ta nastává při nedostatku
srážek a vysoké evapotranspiraci na
hrubozrnných půdách. Teplota není tak
rozhodující, v zimě může být nízká
(chladné pouště).

Klima

Průměrné měsíční t. 4-42°C, minimálně 10°C v nejteplejším měsíci

Srážky minimální (centrální Sahara, Atacama - 1 mm/rok), pokud mají vyšší úhrn tak se jedná o jednorázové lijáky (v Austrálii zaznamenáno až 280 mm srážek / hod.).

Velké teplotní rozdíly mezi dnem a nocí a mezi zimou a létem. Aridní oblasti v okolí Kaspického moře mají rozsah teplot mezi zimou a létem **-22 °C až 25 °C.**

V horkých pouštích dopadá na povrch značné množství tepelné energie: - 28% se odrazí (albedo)

- část je latentní teplo (evaporace vlhkosti)
- ohřev půdy a atmosféry (vzduch nad povrchem $t > 40$ °C)

Světové pouště - diverzita

Afrika: V Sev. Africe 3000 druhů na pouštích, z toho 1/2 na **Sahaře**. Rozloha Sahary je 9 milionů km². Na dunách rostou vytrvalé trávy a vysoké keříčky (*Ephedra alata*, *Calligonum comosum*). Ve vlhkých depresích *Acacia raddiana*, *Tamarix aphylla*). Halofyty - *Atriplex*, *Salsola*, *Suaeda*. Oázy - *Phoenix dactylifera*. Na poušti **Namib** roste *Welwitschia mirabilis* - vývojově stará nahosemenná rostlina.

Austrálie: (polo-)pouště pokrývají 40% území, ca 1200 druhů v aridních oblastech, z toho 41% endemity. Typické druhy r. *Triodia*. Dřeviny - *Eucalyptus brevifolia*, *Acacia aneura*.

Jižní Amerika: diverzita (polo-)pouští od dun po parkovitou krajinu s kaktusy. Stromy rodu *Prosopis*, na zasolených půdách např. *Salicornia fruticosa*. V extrémním srážkovém stínu je poušť **Atacama**. Na jihu kontinentu je zóna zimních mlh, kde roste mj. *Tilandsia palacea* - je zcela závislá na vlhkosti uchycené na listech.

Welwitschia mirabilis HOOK. & THOMAS SCHUEPKE



Welwitschia mirabilis

Samčí rostlina ↓



Welwitschia mirabilis HOOK. & THOMAS SCHUEPKE



Welwitschia mirabilis HOOK. & THOMAS SCHUEPKE

← Samičí rostlina

Světové pouště - diverzita

Severní Amerika: horké „nížinné“ pouště ve srážkovém stínu (Údolí smrti). Vysoká diverzita. **Sonorská poušť** má „subtropický“ charakter a se vyznačuje vysokou diverzitou druhů čel. *Cactaceae* (*Cereus giganteus*, *Opuntia* sp.). S nimi početně rostou malé keře (*Larrea tridentata*, *Ambrosia dumosa*). Horké pouště temperátního charakteru jsou **Mojavská poušť** (Las Vegas) a **Chihuahuan** (El Paso)

Asie: Kontinentální klima, řada přechodů step - poušť - slanisko. **Slané pouště** např. v Turkmenistánu a u Kaspického moře - *Artemisia pauciflora*, *Kochia prostrata*

Horké pouště - převládají efemery a vytrvalé druhy aktivní jen část roku (*Poa bulbosa*, *Carex physodes*). Nejsušší pouště jsou téměř bez bylinného patra, rostou zde hlavně trávy a nízké keříčky.

Chladné pouště - poušť **Gobi**.

Adaptace rostlin

Drought-escaping plants (suchu unikající rostliny)

jednoletky, které rostou a plodí jen za takové vlhkosti, která je dostatečná k dokončení jejich životního cyklu.

Drought-evading plants (suchu vyhýbající se rostliny)

nesukulentní vytrvalé rostliny, které omezují růst na vlhké období. Např. opadavé keře - dormantní v suchém období.

Drought-enduring plants (sucho snášející rostliny)

např. xerofytní keře s rozsáhlým kořenovým systémem a ekofyziologickými adaptacemi na sucho.

Drought-resisting plants (suchu odolné rostliny)

sukulentní vytrvalé rostliny - vodu drží v pletivech a využívají ji šetrně (CAM-rostliny).

Suchu odolné rostliny

Sukulenty

Adaptace:

- **zadržování vody v pletivech.**

Sukulenty nerostou na nejsušších pouštích a ani tam, kde někdy může mrznout (chladné pouště).

- **ostny.** Brání se herbivorům, ale i vedro. Zjistilo se, že se pletiva ostnatých rostlin nepřehřívají

- **CAM cyklus**

Cereus giganteus



Produkce pouštní vegetace

Aby rostliny rostly, potřebují ca 25-75 mm srážek / rok (jednoletky - ca 15 mm/rok, vytrvalé rostliny ca 40 mm/rok).

PP pouští: 0-200 kg/ha/rok

PP polopouští: 200-1200 kg/ha/rok

Průměrná roční produkce dosahuje 20-40% biomasy u opadavých vytrvalých rs.; 10-20% u vždyzelených). V chladných pouštích je tato hodnota asi jen 5%.

Nízké hodnoty PP jsou spojeny s vysokým poměrem R:S (*Ceratoides lanata* v Sev. Americe 6,8).

Řada pouštních rostlin má
ale R:S pod 1.



Vliv člověka

pastevci **Nomádi**. Stěhují se s deštěm, jejich ovce a kozy jsou plemena adaptovaná na dehydrataci.

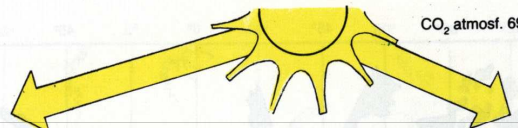
Při přepasení jsou vytrvalé rostliny nahrazovány jednoletými. Snížení pokrývnosti vegetace vede k erozi a **dezertifikaci**.

Dezertifikací rozumíme ztrátu produktivní půdy, která nastává při:

- přepasení
- obdělávání půdy v oblastech se srážkami pod 250 mm/rok
- při „těžbě“ dřevin na palivo, vosk a vlákna
- stavební činnosti (např. silnice pro turisty)
- „off-road“ zábavě (rallye Paříž-Dakar, severoamerické radovánky)
- dlouhodobých suchých obdobích
- umělém zavlažování, které vede k **zasolování**

POVRCH OCEÁNŮ
362.10⁶ km²
71 %

POVRCH SOUŠE + ANTARKTICKÉ PEVNINY
135.10⁶ km² 27 %
13.10⁶ km² 2 %

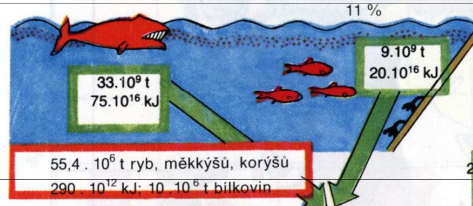


15.10²⁰ kJ za rok 20.10²⁰ kJ za rok 60.10²⁰ kJ za rok
42.10⁹ t org. hmoty za rok

102.10⁹ ORG. HMOTY / ROK

VOLNÉ MOŘE 89 %

Pobřežní pásma a výstupné proudy 11 %



K DISPOZICI V KG NA OSOBU A ROK
BELGIE 6
JAPONSKO 23
USA 5

Přes ohromnou produktivitu poskytuje moře až dosud jen 2 % lidské potraviny / 8 % bílkovin /

DILEMA BÉLOCHA /lord Boyd Orr:
Orientovat průmysl a zemědělství na zvyšování produktivity, a uživit všechny lidi.
Orientovat průmysl na válku a zničit lidstvo

Využito 190.10¹² kJ
6.10⁶ bílkovin

SALTUS 25%
37.10⁶ km²

28.10⁹ t / 7 - 8 t / ha /
50.10¹⁶ kJ

3,3 · 10⁹ kusů dobytka
5,10⁹ kusů drůbeže poskytuje
95.10⁶ t mléka
393.10⁶ t mléka
17.10⁶ t vajec
BELGIE 2 - 3 kusy dobytka na hektar / ARGENTINA 1 kus dobytka na 10 hektarů / rohov na rančích /

POTŘEBA: na den
Lehká práce 10 500 - 12 600 kJ
Průměr. práce 12 600 - 14 700 kJ
Těžká práce 14 700 - 21 000 kJ
tj. pro světovou populaci 13,5 · 10¹⁵ kJ za rok
71.10⁶ t bílkovin z toho 26.10⁶ živočišných

SILVA 28,5 %
42.10⁶ km², z toho 11,4 · 10⁶ využíváno

4.10⁹ t / 8.10¹⁶ kJ

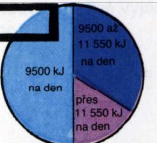
Všeobecné informace
Tři tisíce tun chemických odpadů rychle odvézt a zničit
5,4 · 10⁶ km² LISTŮ
287.10⁶ m³ dřeva
6 · 10⁶ km² JEHLIČ
350.10⁶ m³ dřeva

84,6 · 10⁶ t PAPIRŮ

VÝZKUM
INTELEKTUÁLNÍ PRODUKCE

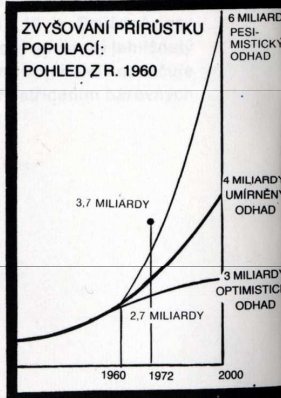
OBNOVA TROPICKÝCH KRAJIN A VYUŽITÍ JEJICH ZDROJŮ - BÍLKOVINY Z LISTŮ

K dispozici: 15.10¹⁵ kJ za rok
98.10⁶ t bílkovin / z toho pouze 27.10⁶ t živočiš. původu /



NEROVNOMERNÝ PODÍL
kJ na den Bílk. g/den cel. živoč.

Vyspělé státy	12 800	90	44
Rozvoj. státy	9 000	58	9



BOJ PROTI EROZI
UCHOVÁNÍ PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ
A OCHRANA PŘÍRODY

AGER 10 %
15.10⁶ km²

10,5 · 10⁹ t / 7 t / ha /
20.10¹⁶ kJ

OBILNINY	1112.10 ⁶ t	Obilí:	Výnos kg/ha
CUKŘ	68.10 ⁶ t	BELGIE	4 100
BRAMBORY	318.10 ⁶ t	SSSR	1 320
JEDLE KOŘENY	220.10 ⁶ t	USA	1 920
OLEJNINY	30.10 ⁶ t	ARGENTINA	980
BAVLNA	11.10 ⁶ t	KUKURICE:	
KÁVA	5.10 ⁶ t	USA	4 330
VÍNO	28.10 ⁶ t	SSSR	2 640

DESERTUS 31 %
46.10⁶ km²

3,8 · 10⁹ t / 0,8 t / ha /
6 · 10¹⁶ kJ

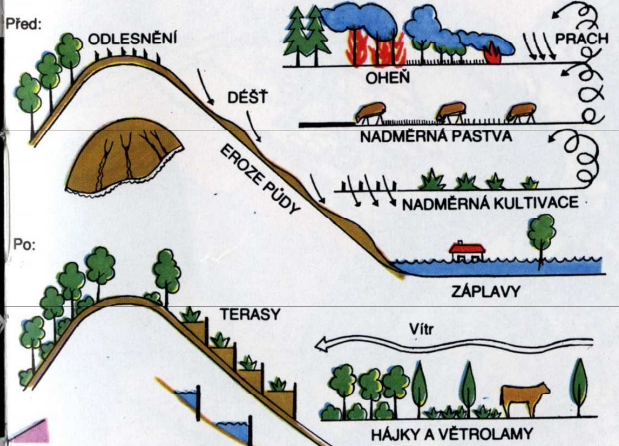
84,6 · 10⁶ t PAPIRŮ

BIOLOGICKÉ PROBLÉMY
POUŠTÍ
VYUŽITÍ SUCHÝCH OBLASTÍ

TUNDRA 5,5 %
8.10⁶ km²

1,2 · 10⁹ t / 1,5 t / ha /
2 · 10¹⁶ kJ

84,6 · 10⁶ t PAPIRŮ



Jeden z nejvýznamnějších jevů EROZE
Ničení železem, ohněm a pastvou
VYČERPÁNÍ PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ

NADĚJE

3 600 000 000 lidí

REGULACE PORODNOSTI

Bílkoviny z ropy Kultyry řas

Vyšší produktivita oceánů