

# Středoevropský les – ekologická charakteristika

Ve střední Evropě převažuje biot **temperátních opadavých listnatých lesů**. Ve vyšších polohách (výšková členitost je pro střední Evropu charakteristická) se ostrůvkovitě vyskytují **horské jehličnaté lesy** analogické boreální tajze.

Jsou to **klimaxová společenstva**, nejsou tedy vázána na specifické lokální faktory prostředí (na rozdíl od mokřadů, luk nebo skalní vegetace).

## Základní charakteristika

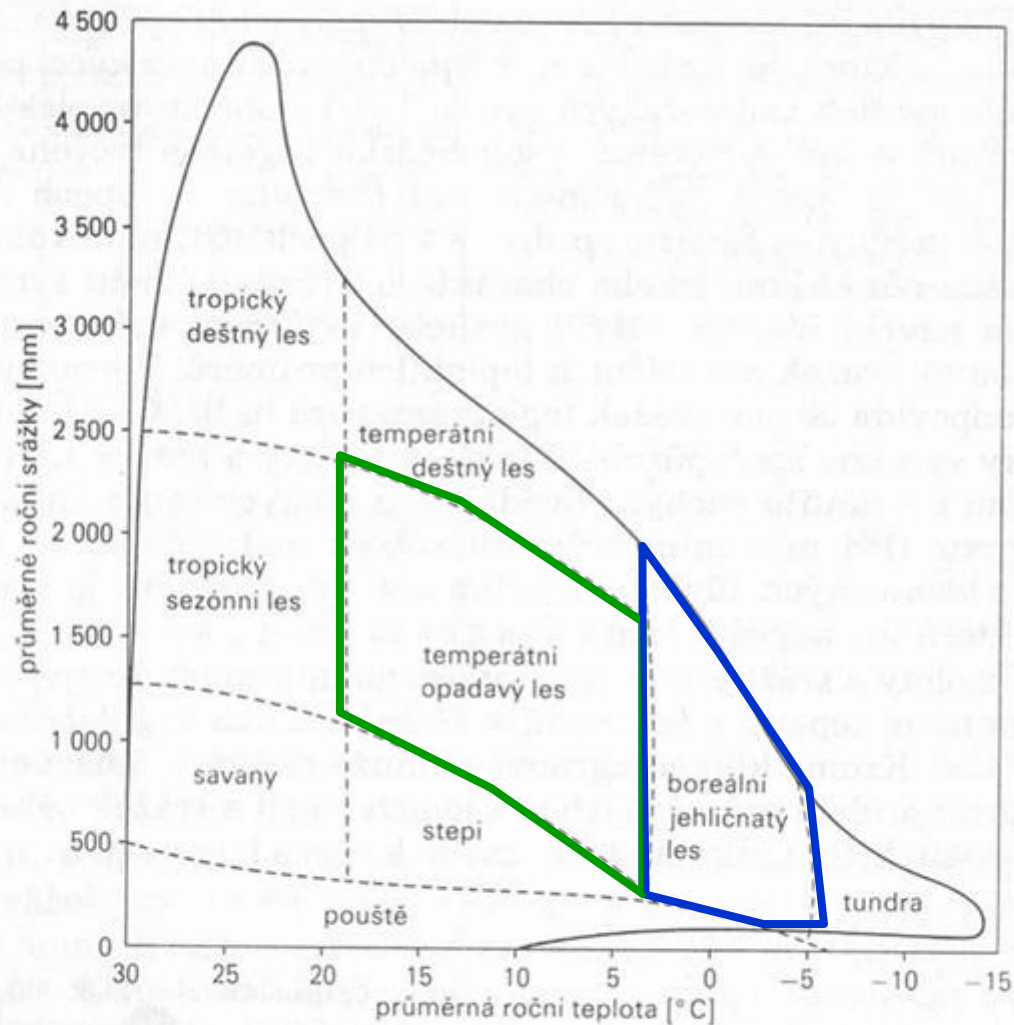
### temperátní opadavý listnatý les

- vazba na dostatečně vlhké temperátní klima, s relativně teplým a vlhkým létem a mírnou, ale často mrazivou zimou;
- ochranu před zimou řeší klidovým obdobím → cyklický vývoj.

### boreální a horský jehličnatý les

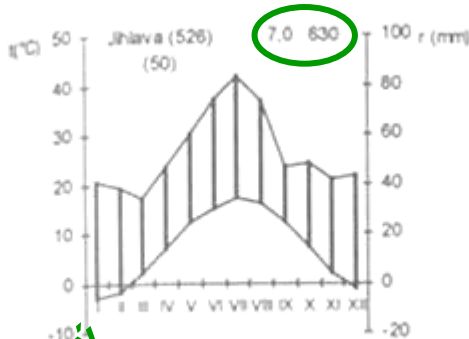
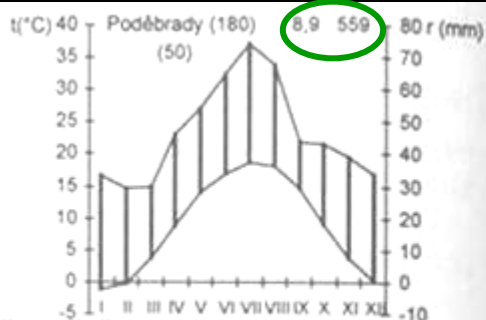
- vazba na boreálně temperátní klima s kratším létem a velmi chladnou zimou;
- krátkost vegetačního období řeší stálezeleností (kromě modřínu), ochranu před zimou (tj. chladem a fyziologickým suchem) řadou morfologických a fyziologických adaptací (jehlicovité listy, mrazuvzdorné tracheidy, uzavíratelné průduchy).

# Klimatické podmínky středoevropských lesních biomů v globálním měřítku

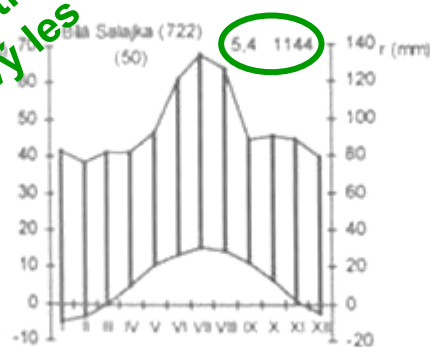
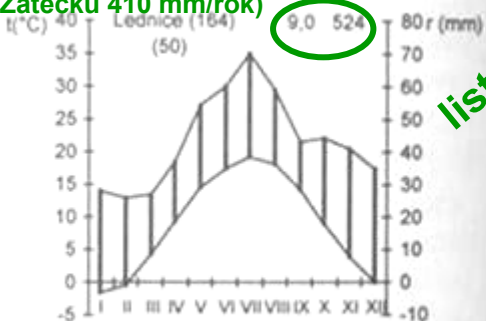


122/ Rozšíření biomů v závislosti na průměrném úhrnu ročních srážek a průměrných ročních teplotách (podle WHITTAKERA 1973)

# Klimatické podmínky středoevropských lesních biotů v ČR



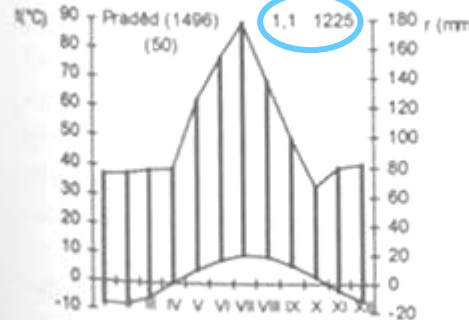
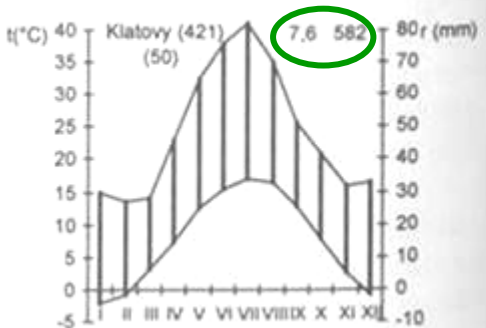
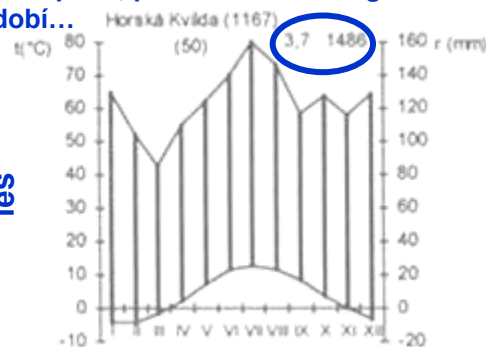
částečně limitujícím faktorem výskytu listnatých lesů v nižších polohách je nízký roční úhrn srážek, nejvýraznější v oblastech srážkového stínu (Libědice na Žatecku 410 mm/rok)



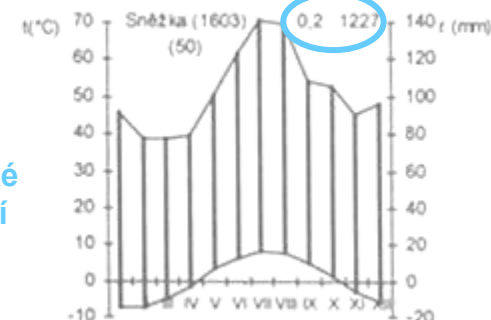
limitujícím faktorem výskytu listnatých, a posléze i jehličnatých lesů ve vyšších polohách je především nízká průměrná roční teplota, potažmo krátké vegetační období...

horský jehličnatý les

...ale roli hrají i další faktory, spjaté se specifickým horským klimatem (sněž, námraza, vítr, rychlé střídání teplot, vyluhované půdy aj.)



alpínské bezlesí



listnatý a smíšený temperátní opadavý les

# Středoevropský les – ekologická charakteristika

Vedle horských poloh, kde jsou zvýhodněny drsnými klimatickými podmínkami, se **jehličnaté lesy** vyskytují i na řadě neklimaxových, **azonálních stanovišt'**, kde je oslabena konkurenceschopnost listnatých dřevin.

- kyselá a podmáčená stanoviště od nížin do hor (březové bory, rašelinné bory s břízou pýřitou nebo smrkem, blatkové bory, podmáčené a rašelinné smrčiny);
- extrémně kyselá nebo kyselá a suchá (často skalnatá) stanoviště nižších a středních poloh (acidofilní bory);
- bazická, ale extrémně suchá (často skalnatá) nebo toxická stanoviště nižších a středních poloh (bazifilní a hadcové bory).

<http://www.sci.muni.cz/botany/galerie>



acidofilní skalní bor



hadcový bor

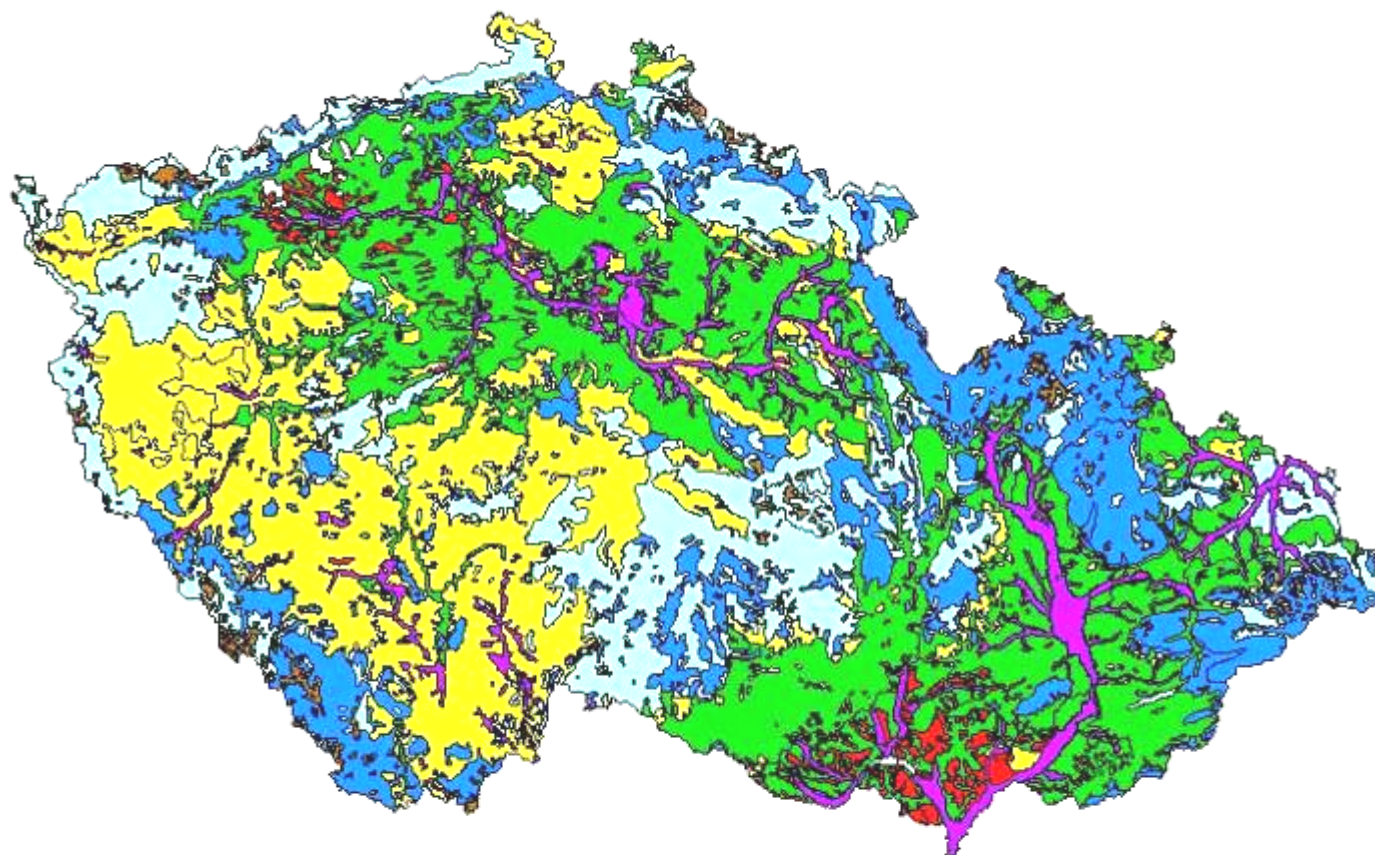


podmáčená smrčina



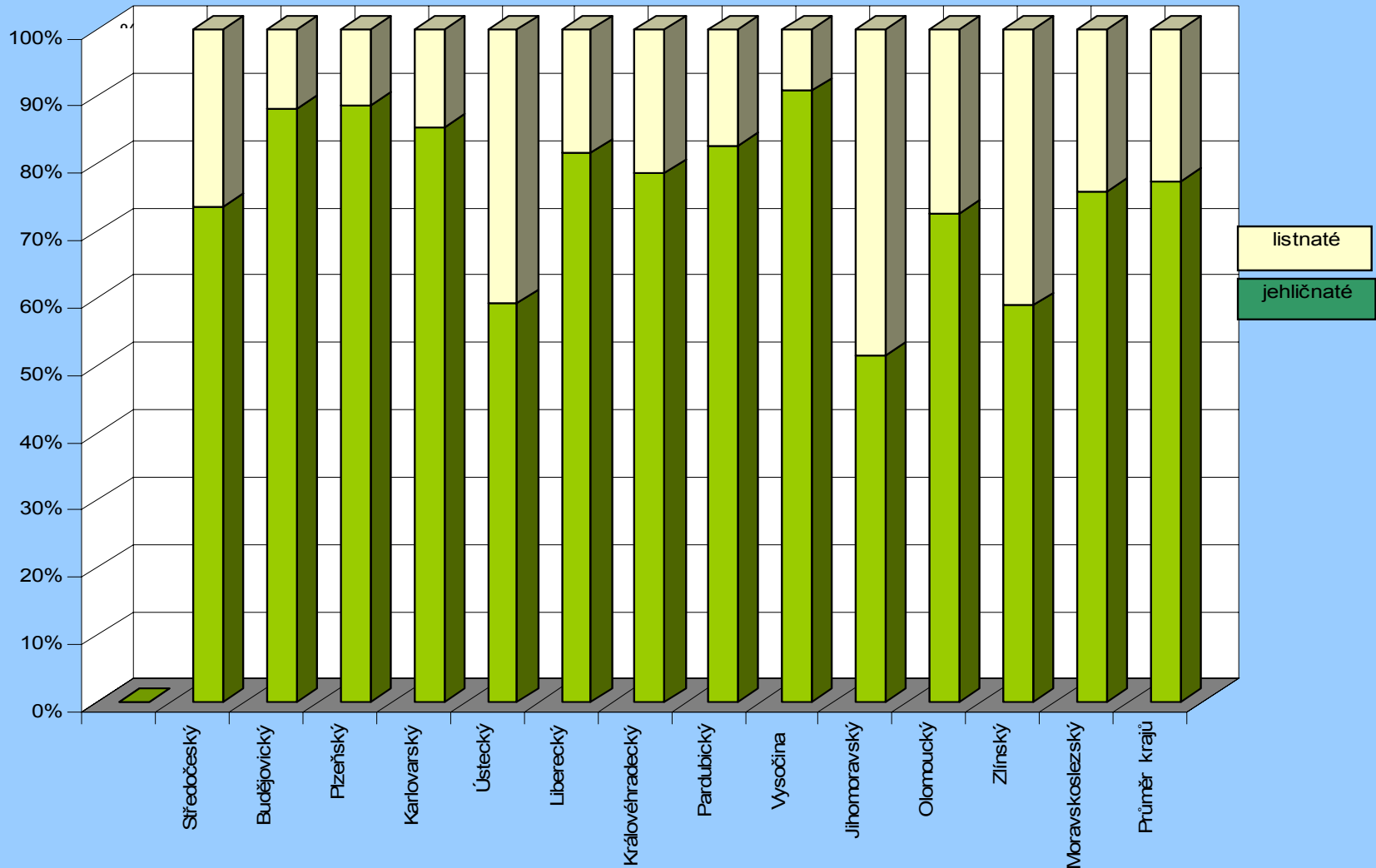
# Zastoupení různých typů lesa v potenciální vegetaci ČR

Map of the Potential Natural Vegetation of the Czech Republic



- Alluvial woodlands (Mapping units 1-6)
- Oak-hornbeam oak-lime woodlands (MU 7-12)
- Herb-rich beech and silver fir and calcicolous beech woodlands (MU 14-21)
- Acidophilous beech and fir woodlands (MU 24-27)
- Thermophilous oak woodlands (MU 28-35)
- Acidophilous oak woodlands (MU 36-39)
- Climax, waterlogged and form-rich spruce forest (MU 43-45)
- Mires (MU 47-50)

## Současné zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin v lesích ČR



To vše při celkové lesnatosti 33,5% a vyšší lesnatosti výše položených „tajgových“ poloh.

## Opadavost a stálezelená jehličnatost jako dvě kompetující evoluční strategie: trade-off

**Opadavost** je považována za primárně subtropickou adaptaci na sezónní sucho: opadavé stromy snižují spotřebu vody shazováním listů (evapotranspirace totiž jinak běží dost mechanicky a na její regulaci jsou třeba speciální adaptace).

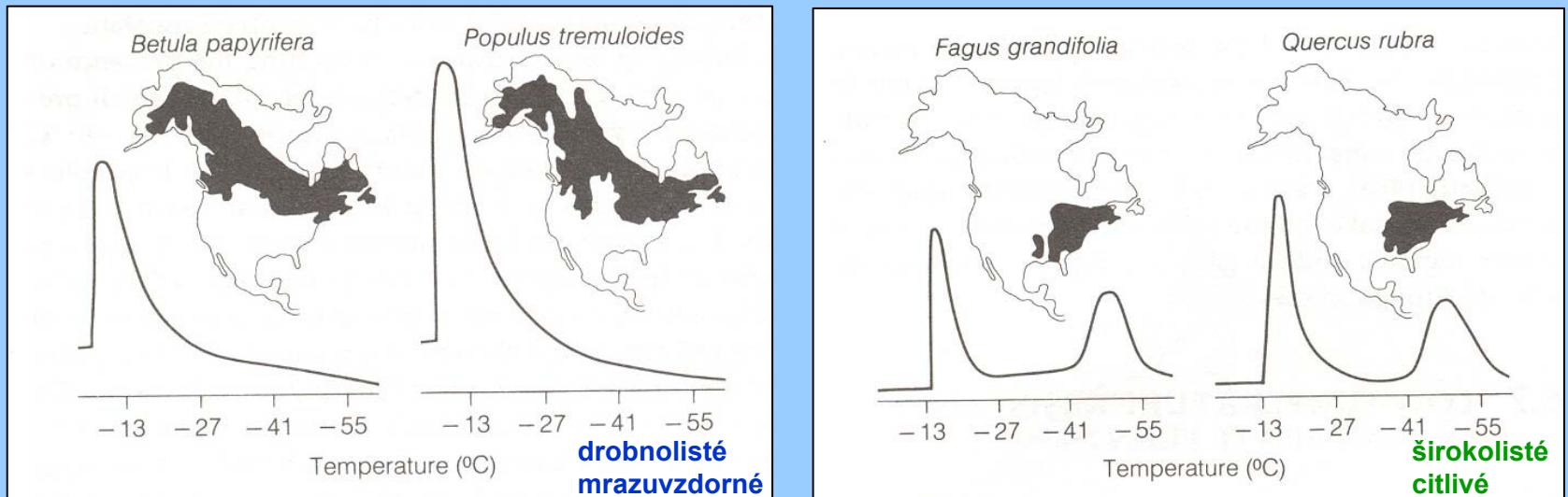
**Jehličnatost** je takovou speciální adaptací na efektivnější nakládání s vodou.

K **opadavosti** se u listnatých dřevin fylogeneticky pojí výskyt **trachejí** v dřevní části cévního svazku. Tracheje díky své stavbě vedou vodu vzhůru stromem značnou rychlostí (1-60 m/h), což opadavým druhům umožňuje udržovat vysoké tempo fotosyntézy a tím konkurenčně potlačit jehličnany. Tato výhoda se však ztrácí v suchých oblastech a v oblastech, kde je růst listnáčů limitován dlouhou zimou.

K **jehličnatosti** se fylogeneticky pojí výskyt **tracheid**, jež kvůli své stavbě vedou vodu mnohem pomaleji – maximálně 0,5 m/h. Fotosyntéza je potom (i z dalších důvodů) méně efektivní. Tracheidy ovšem, stejně jako jehlice, dobře odolávají mrazu, takže fotosyntéza může začít okamžitě po oteplení a rozmrznutí půdní vody (za dostatku vody může u některých druhů běžet i v hlubokém mrazu). Jehličnany mají navíc větší listový povrch než listnáče.

## Speciální adaptace drobnolistých listnáčů na nízké teploty: bříza a osika versus buk a dub

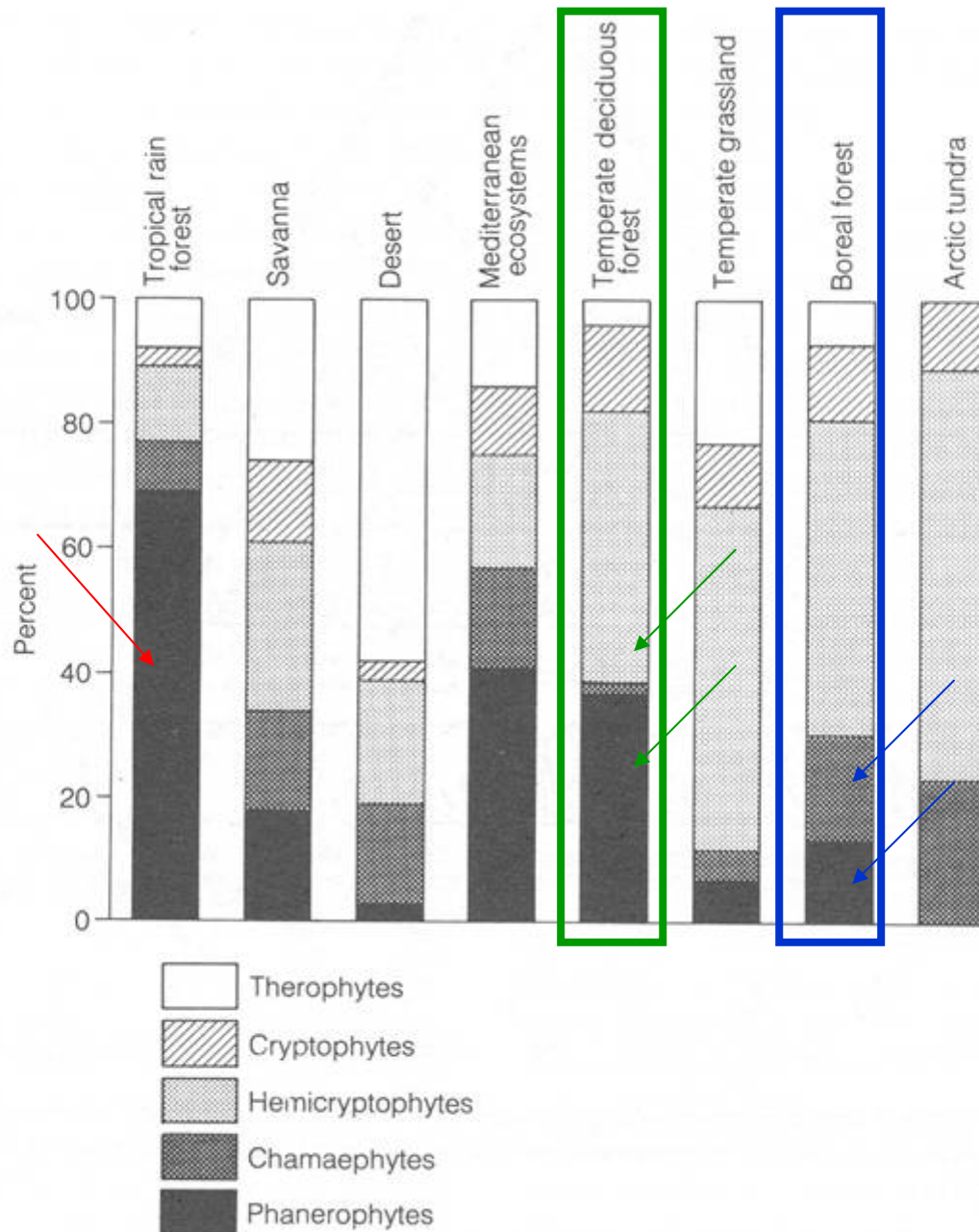
Drobnolisté dřeviny stromovitého vzrůstu (bříza, osika) jsou spíše R-S strategy a dlouhověkým jehličnanům v chladných oblastech většinou významně nekonkurují. Přesto s nimi koexistují, především v raných sukcesních stádiích boreálního lesa. Mrazuvzdornost si zajišťují fyziologickou adaptací, kterou sdílejí s jehličnany – **dehydratací** buněk vodivých pletiv spojenou s **tvorbou mimobuněčného ledu**. Širokolisté druhy naproti tomu spoléhají na **hluboké podchlazování vody** v buňkách vodivých pletiv, které však funguje maximálně do teplot kolem  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



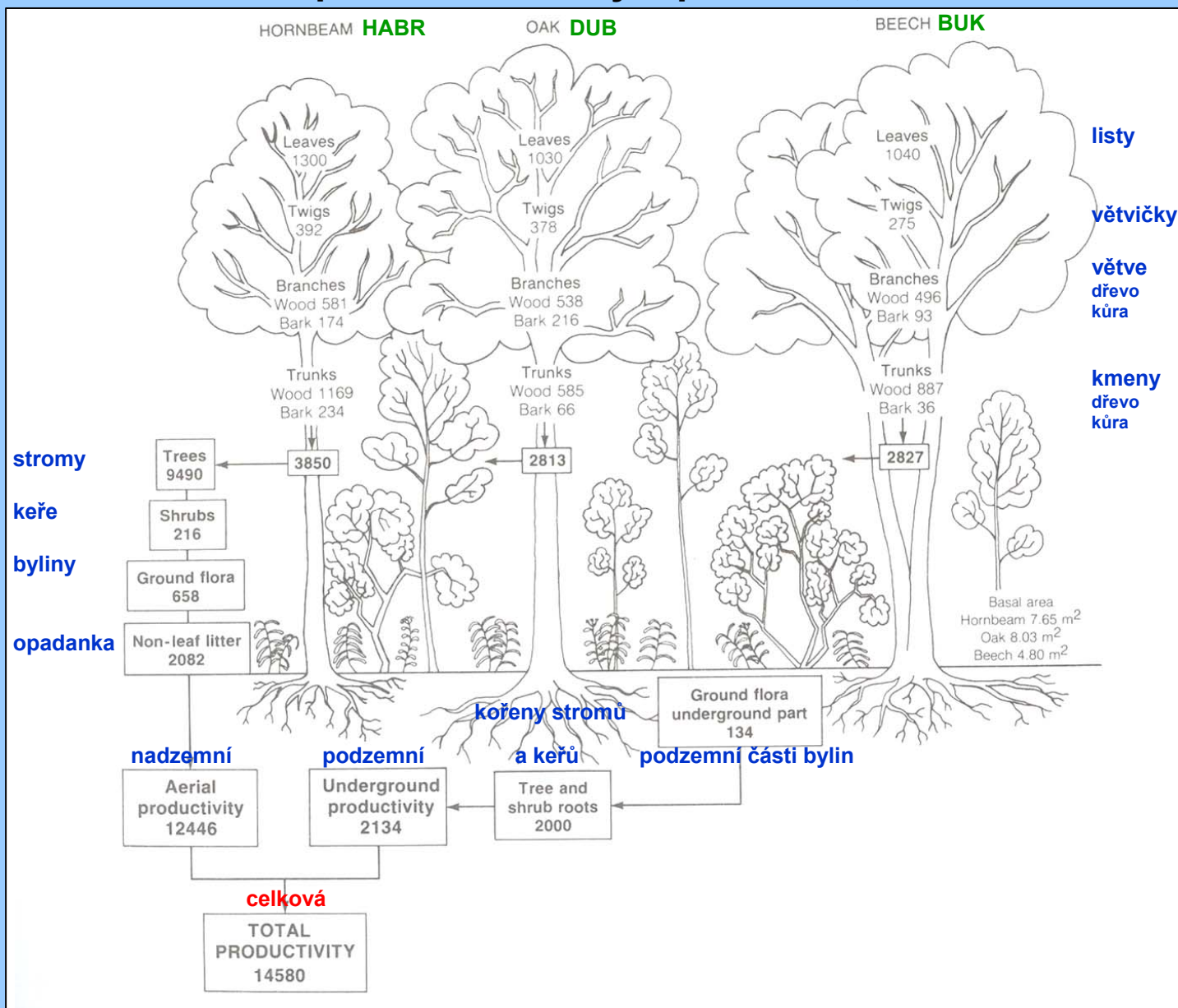
Diferenciální tepelná analýza dvou severoamerických druhů širokolistých, silný mráz nesnášejících dřevin, a dvou druhů drobnolistých mrazuvzdorných dřevin. U druhů k mrazu citlivých (buk, dub) dochází při teplotách pod  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  k letálnímu mrznutí buněčné vody, provázenému výrazným uvolňováním tepla.



# Středoevropské lesní biomy – zastoupení životních forem



# Středoevropské lesní biomy – produkce, biomasa



Primární produkce (kg sušiny/ha) různých složek středoevropského smíšeného lesa.

## Středoevropské lesní biomy – produkce, biomasa

- listnaté i jehličnaté stromy – C<sub>3</sub> rostliny
- teplotní optimum fotosyntézy mezi 10 a 20 °C
- teplotní rozsah fotosyntézy: **listnáče** – většinou 5 až 25 °C  
**jehličnany** – dolní teplotní kompenzační bod fotosyntézy u většiny druhů mezi -3 až -8 °C (u *Abies alba* pozorováno až -18 °C)
- rychlost fotosyntézy (rychlost asimilace CO<sub>2</sub>) silně závisí i na stáří listů, typu listů v rámci stromu (stinné vs. slunné listy) a, jako u ostatních rostlin, na dostupnosti světla (důležité je i spektrální složení), vody, živin, na koncentraci CO<sub>2</sub> aj.;
- s ohledem na dostupnost výše uvedených zdrojů se tedy mění i produktivita stanoviště:

Roční nadzemní produkce dubového lesa se změnila od 4 500 kg/ha na živinami chudých jílech po 21 000 kg/ha na aluviálních půdách.

Peet 1981 ex Archibold 1995

# Středoevropské lesní biomy – produkce, biomasa

Čistá primární produkce ( $P_N$ )				
Biom	plocha $10^6 \text{ km}^2$	rozsah produkce $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$	průměr $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$	celkem v biomu $10^{12} \text{ kg}\cdot\text{a}^{-1}$
1 tropický deštný les	16,0	1,00–3,50	2,20	35,2
2 deštný monzunový les	7,5	1,00–2,50	1,60	12,0
3 neopadavý les mírného pásma	5,0	0,60–2,50	1,30	6,5
4 opadavý les mírného pásma	7,0	0,60–2,50	1,20	8,4
5 boreální les	12,0	0,40–2,00	0,80	9,6
6 lesostepi a tvrdolisté porosty	8,5	0,25–1,20	0,70	6,0
7 savany	15,0	0,20–2,00	0,90	13,5
8 stepi mírného pásma	9,0	0,20–1,50	0,60	5,4
9 tundra	8,0	0,01–0,40	0,14	1,1
10 polopouště	18,0	0,01–0,25	0,09	1,6
11 pouště a ledovce	24,0	0,00–0,01	0,003	0,07
12 kulturní ekosystémy	15,0	0,10–4,00	0,65	9,75
13 terestrické ekosystémy celkem	145,0		0,78	109,2
14 mokřady	2,0	0,80–6,00	3,00	6,0
15 jezera a řeky	2,0	0,10–1,50	0,40	0,8
16 sladkovodní ekosystémy celkem	4,0		1,70	6,8
17 otevřená moře	332,0	0,002–0,4	0,125	41,5
18 pásma se vzestupnými proudy	0,4	0,40–1,00	0,50	0,2
19 šelfová moře	26,6	0,20–0,60	0,36	9,6
20 porosty řas a korálové útesy	0,6	0,50–4,00	2,50	1,6
21 ústí řek	1,4	0,20–4,00	1,50	2,1
22 mořské ekosystémy celkem	361,0		0,155	55,0
23 celkem Země	510,0		0,336	171,0



# Středoevropské lesní biomy – produkce, biomasa

Biom	Biomasa (sušina) (B)			Energie		
	rozsah kg.m <sup>-2</sup>	průměr kg.m <sup>-2</sup>	celkem v biomu 10 <sup>12</sup> kg	Energie vázaná v P <sub>N</sub> průměr 10 <sup>3</sup> kJ.m <sup>-2</sup> .a <sup>-1</sup>	Energie vázaná v P <sub>N</sub> biomu 10 <sup>12</sup> kJ.a <sup>-1</sup>	
1 tropický deštný les	6–80	45	720	37,6	601,9	1
2 deštný monzunový les	6–60	35	260	28,2	211,2	2
3 neopadavý les mírného pásma	6–200	35	175	25,5	127,4	3
4 opadavý les mírného pásma	6–60	30	210	23,0	161,3	4
5 boreální les	6–40	20	240	16,1	193,0	5
6 lesostepi a tvrdolisté porosty	2–20	6	50	13,7	117,6	6
7 savany	0,2–15	4	60	15,0	225,5	7
8 stepi mírného pásma	0,2–5	1,6	14	10,0	90,2	8
9 tundra	0,1–3	0,6	5	2,6	20,7	9
10 polopouště	0,1–4	0,7	13	1,7	30,1	10
11 pouště a ledovce	0–0,2	0,02	0,5	0,1	1,3	11
12 kulturní ekosystémy	0,4–12	1	15	11,1	166,7	12
13 terestrické ekosystémy celkem		12	1786		1 946	13
14 mokřady	3–50	15	30	52,8	105,6	14
15 jezera a řeky	0–0,1	0,02	0,05	7,5	15,0	15
16 sladkovodní ekosystémy celkem		7,5	30		121	16
17 otevřená moře	0–0,005	0,003	1	2,5	834,2	17
18 pásma se vzestupnými proudy	0,005–0,1	0,02	0,008	10,1	4,0	18
19 šelfová moře	0,001–0,04	0,001	0,27	7,2	193,0	19
20 porosty řas a korálové útesy	0,04–4	2	1,2	47,0	30,1	20
21 ústí řek	0,01–4	1	1,4	28,2	39,5	21
22 mořské ekosystémy celkem		0,01	3,9		1 100	22
23 celkem Země		3,6	1 797		3 167	23

# Středoevropské lesní biomy – produkce, biomasa

**Table 6.7** Biomass and productivity of temperate deciduous forests (after DeAngelis *et al.*, 1981)

Forest type	Location	Age (yr)	Growing season			Biomass		Production	
			length (days)	mean temp. (°C)	precip. (mm)	above-	below-ground (t ha <sup>-1</sup> )	above-	below-ground (t ha <sup>-1</sup> )
Mixed oak	Belgium	80	155	13.8	450	121.0	35.0	12.2	2.3
Beech	Denmark	85–90	145	14.1	277	221.3	43.2	15.0	3.8
Mixed oak	UK	80	244	10.0	797	128.4	75.2	9.9	2.7
Oak–hornbeam	Czechoslovakia	50–70	245	13.7	450	161.0	76.1	10.7	–
Oak	Hungary	65	190	17.0	316	221.9	35.6	7.2	–
Beech–maple	USA	110	110	17.5	–	132.8	28.5	9.6	1.9
Tuliptree–oak	USA	50	180	18.1	584	133.8	36.0	7.4	7.1
Oak–hickory	USA	30–80	180	18.1	584	121.6	33.3	7.8	2.0
Chestnut oak	USA	30–80	180	18.1	584	137.9	33.3	9.5	2.0
Beech	Japan	150	244	16.4	1182	292.4	45.2	10.1	1.5

(Source: D. L. DeAngelis, R. H. Gardner and H. H. Shugart, Productivity of forest ecosystems studied during the IBP: the woodlands data set, in *Dynamic Properties of Forest Ecosystems*, ed. D. E. Reichle; published by Cambridge University Press, 1981.)

## Produkce a biomasa různých typů **temperátních opadavých lesů**...

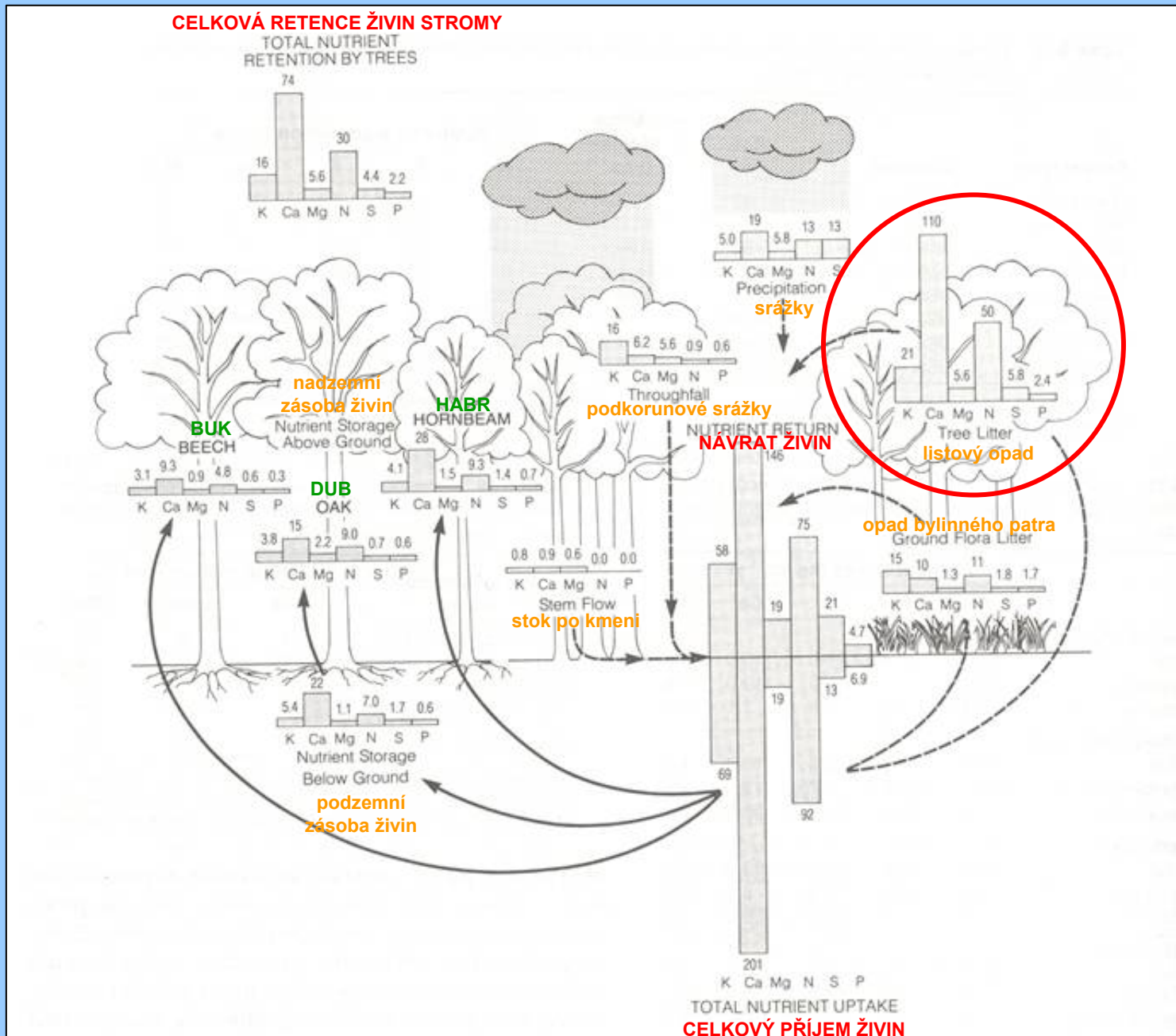
**Table 8.1** Annual production and biomass in selected boreal and montane coniferous stands (after Cannell, 1982)

Dominant species	Elevation (m)	Age (yr)	Annual production (t ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> )	Stand biomass				
				Trunks	Branches	Foliage	Total	
<b>Boreal forests</b>								
Alaska	<i>Picea mariana</i>	–	130	1.6	86.1	13.0	8.9	108.0
Canada	<i>Abies balsamea</i>	500	43	10.5	93.0	16.8	18.3	128.1
	<i>Picea mariana</i>	–	65	–	88.5	10.3	8.3	107.7
	<i>Pinus banksiana</i>	420	44	4.1	73.2	8.8	4.4	86.4
Finland	<i>Picea abies</i>	270	260	1.6	67.3	17.1	6.6	91.0
	<i>Pinus sylvestris</i>	140	45	5.1	60.9	7.4	4.4	72.7
USSR (former)	<i>Picea abies</i>	140	138	3.2	176.0	17.1	7.4	202.5
<b>Montane forests</b>								
Canada	<i>Pinus contorta</i>	1400	100	–	213.3	13.9	12.5	239.7
Japan	<i>Abies veitchii</i>	2440	118	8.4	130.3	15.7	14.3	160.3
	<i>Tsuga diversifolia</i>	1790	290	5.8	139.9	51.7	9.9	201.5
Nepal	<i>Abies spectabilis</i>	3530	–	–	231.0	28.0	10.7	269.7
	<i>Tsuga dumosa</i>	2760	–	–	429.0	70.0	12.0	511.0
USA	<i>Abies lasiocarpa</i>	2720	106	8.6	290.0	50.0	16.2	356.2
	<i>Picea engelmannii</i>	3300	250	–	150.0	28.0	18.0	196.0
	<i>Pinus ponderosa</i>	2500	49	3.9	121.0	20.2	10.6	151.9

(Source: M. G. R. Cannell, *World Forest Biomass and Primary Production Data*; published by Academic Press Inc., 1982.)

...a jehličnatých lesů.

# Středoevropské lesní biomy – koloběh základních živin

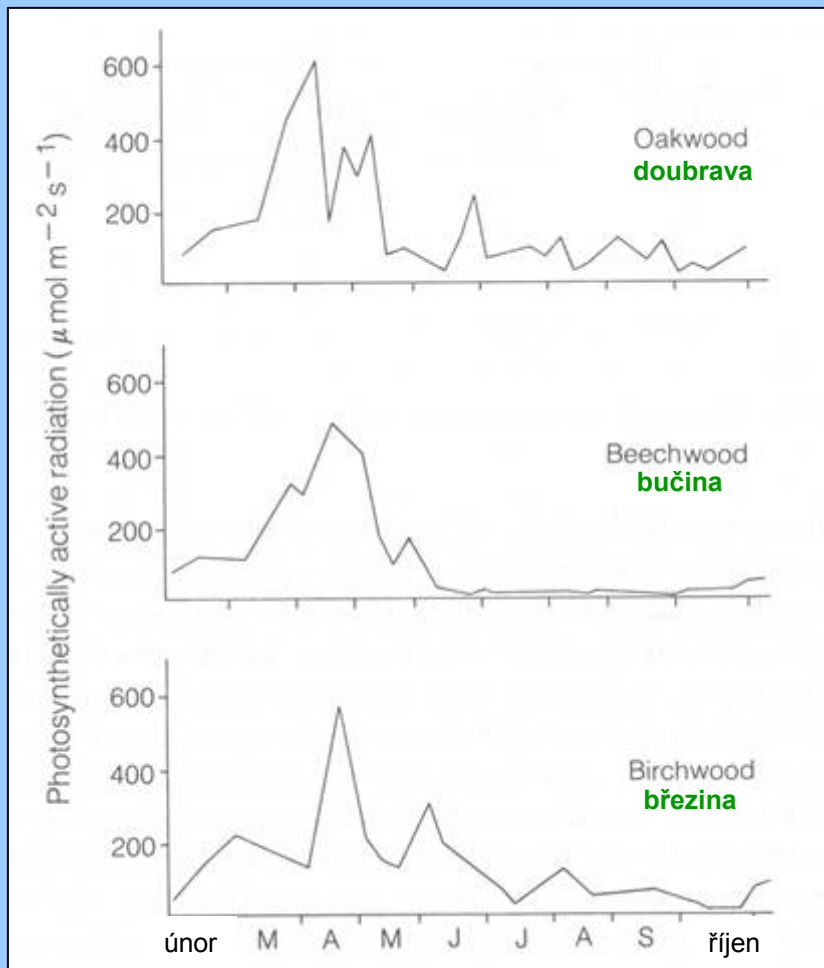


Koloběh hlavních živin ve středoevropském opadavém lese.

# Středoevropský les – faktory prostředí

## lesní klima vs. klima bezlesí

- **stinnější**: v lesním interiéru je snížena intenzita záření vlivem zástínu korunami stromů, druhy podrostu proto musejí tolerovat stín



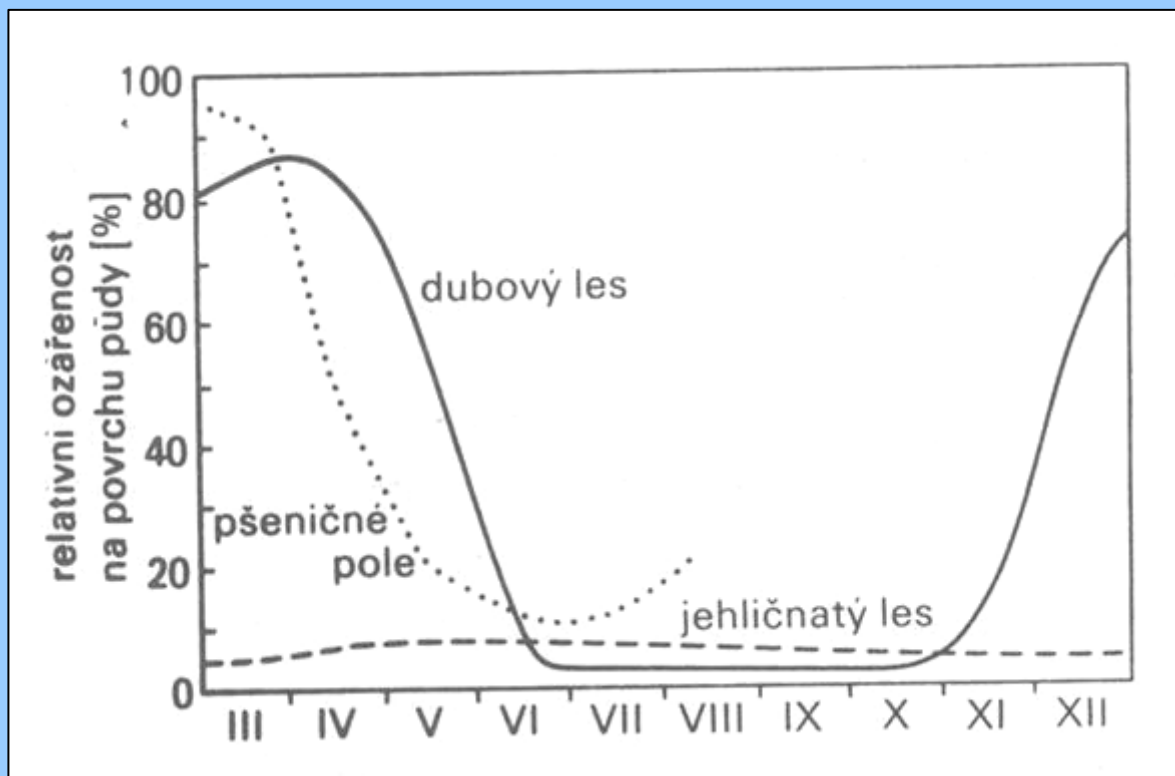
Archibold 1995



# Středoevropský les – faktory prostředí

## lesní klima vs. klima bezlesí

- **stinnější**: v lesním interiéru je snížena intenzita záření vlivem zástiny korunami stromů, druhy podrostu proto musejí tolerovat stín; **v opadavém lese ovšem existuje výrazná sezónnost**



# Středoevropský les – faktory prostředí

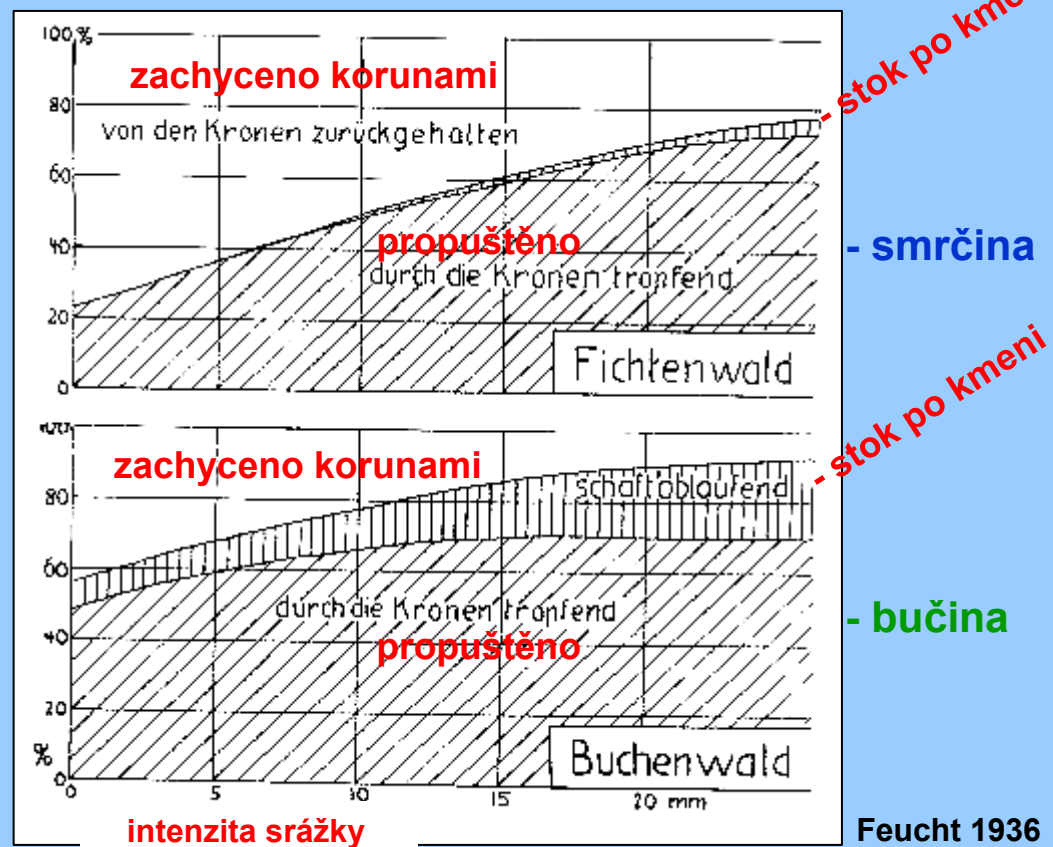
## lesní klima vs. klima bezlesí

- **vyšší vzdušná vlhkost**: stromy snižují výpar z půdy, zpomalené proudění vzduchu zase snižuje výměnu vzduchu se sušším bezlesím

- ale **nižší úhrn srážek** vlivem intercepce (zachycení srážek vegetací)

V Orlických horách činila intercepce ve smrkovém porostu v ročním průměru 210 mm (16 % srážek), v bukovém porostu jen 85 mm (7 % srážek).

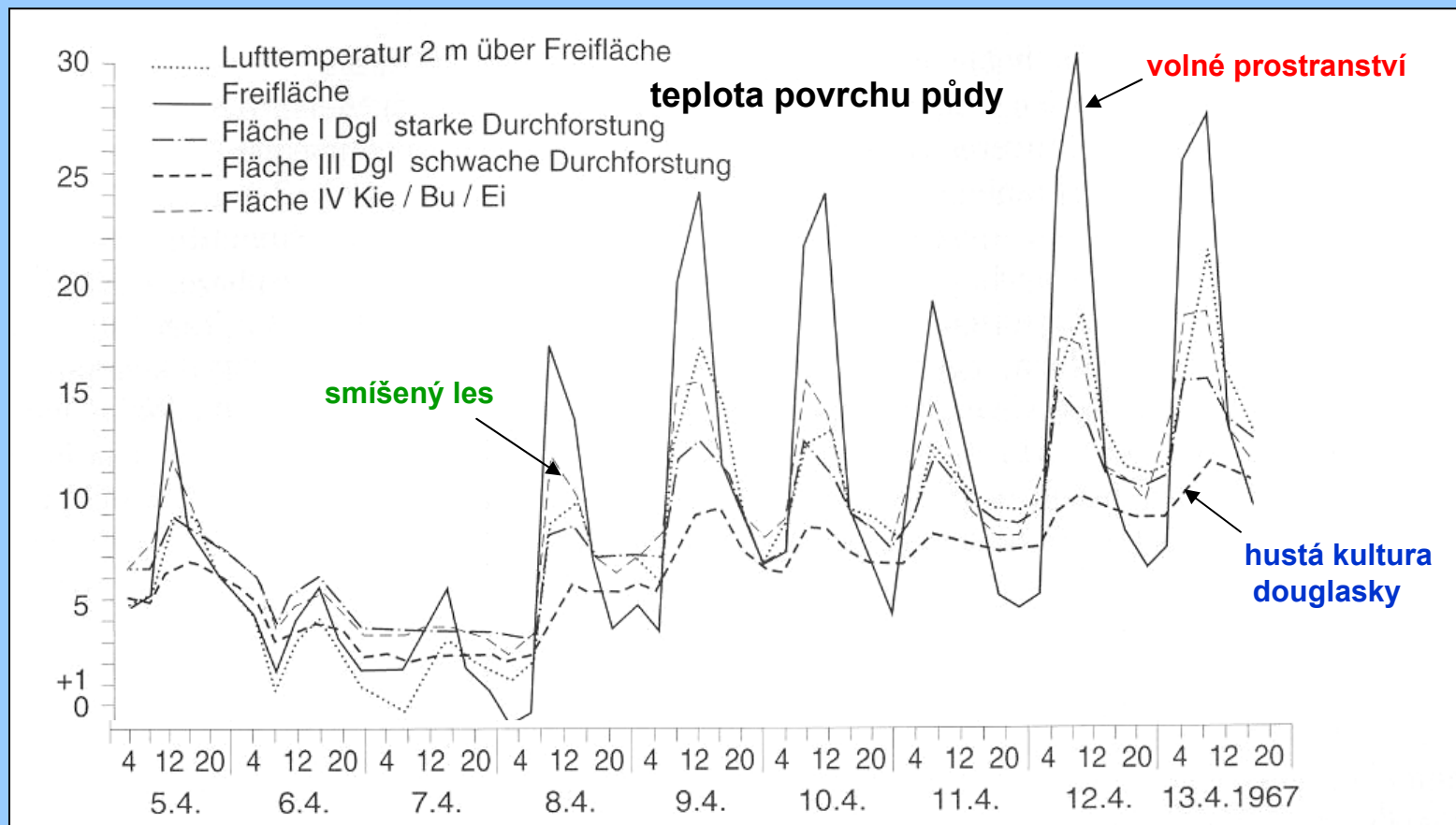
Kantor & Šach 2002



# Středoevropský les – faktory prostředí

## lesní klima vs. klima bezlesí

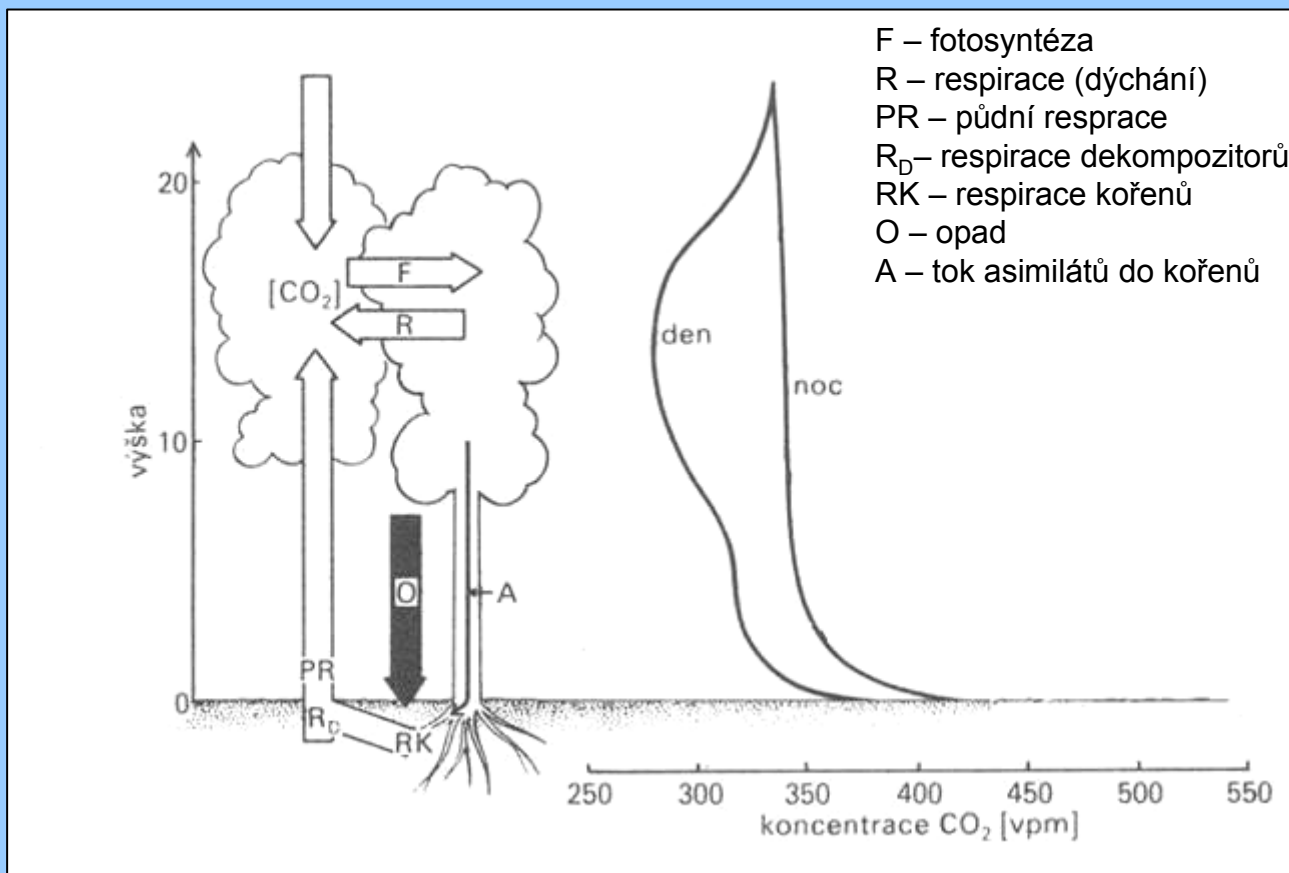
- **teplotně stabilnější**: maximální teploty nižší a minimální vyšší, zejména ve vegetačním období menší denní kolísání; teplota v koruně však může být během dne o několik stupňů vyšší než teplota okolního vzduchu.



# Středoevropský les – faktory prostředí

## lesní klima vs. klima bezlesí

- **vertikální gradient koncentrace CO<sub>2</sub>**, s odlišným průběhem během dne a noci. Ve dne dvojitý gradient od půdy a volné atmosféry, s minimem v oblasti maximální fotosyntetické produkce (tj. v korunách). V noci jednoduchý gradient s maximem nad povrchem půdy (intenzivní dýchání půdních dekompozitorů).

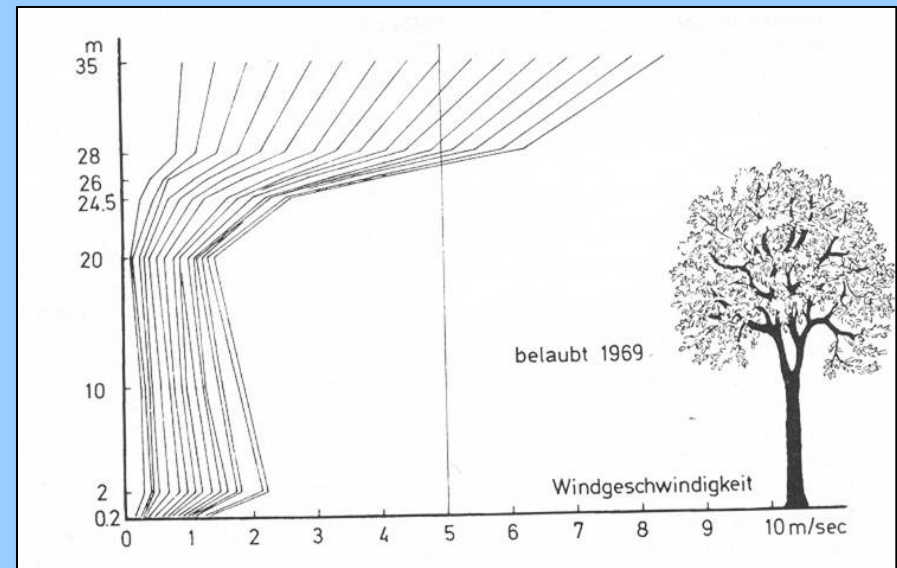
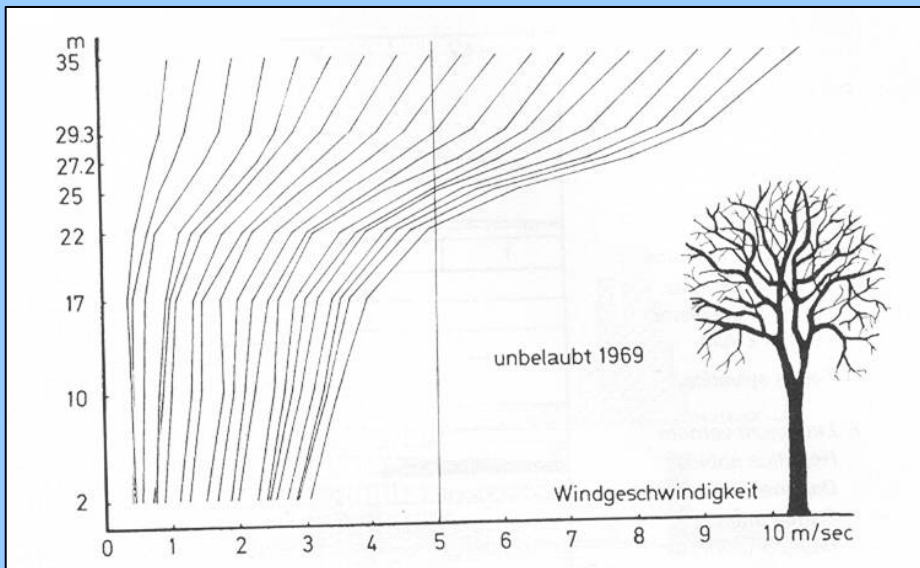




# Středoevropský les – faktory prostředí

## lesní klima vs. klima bezlesí

- **zpomalené proudění vzduchu**: jeden z hlavních faktorů, umožňujících vznik specifického lesního klimatu. Masa stromů vytváří bariéru, jež výrazně snižuje rychlost větru v lesním interiéru a naopak zvyšuje rychlost proudění nad lesem. Tento rozdíl je samozřejmě výraznější za olistění.



Ellenberg 1996

## Literatura

Archibold O. W. 1995: Ecology of World Vegetation. Chapman & Hall.

Ellenberg H. 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ed. 5. Ulmer, Stuttgart.

Feucht O. 1936: Der Wald als Lebensgemeinschaft. Verlag Hohenlohesche Buchhandlung Ferd. Rau, Oehringen.

Kantor P. & Šach F. 2002: Možnosti lesů při tlumení povodní. Lesnická práce 11.

Kimmins J. P. 2004: Forest ecology, a foundation for sustainable forest management and environmental ethics in forestry. 3rd ed. Prentice Hall, Upper Sadle River.

Slavík B. 1990: Fytokartografické syntézy ČR. 2. BÚ ČSAV, Průhonice.

Slavíková J. 1986: Ekologie rostlin. SPN, Praha.