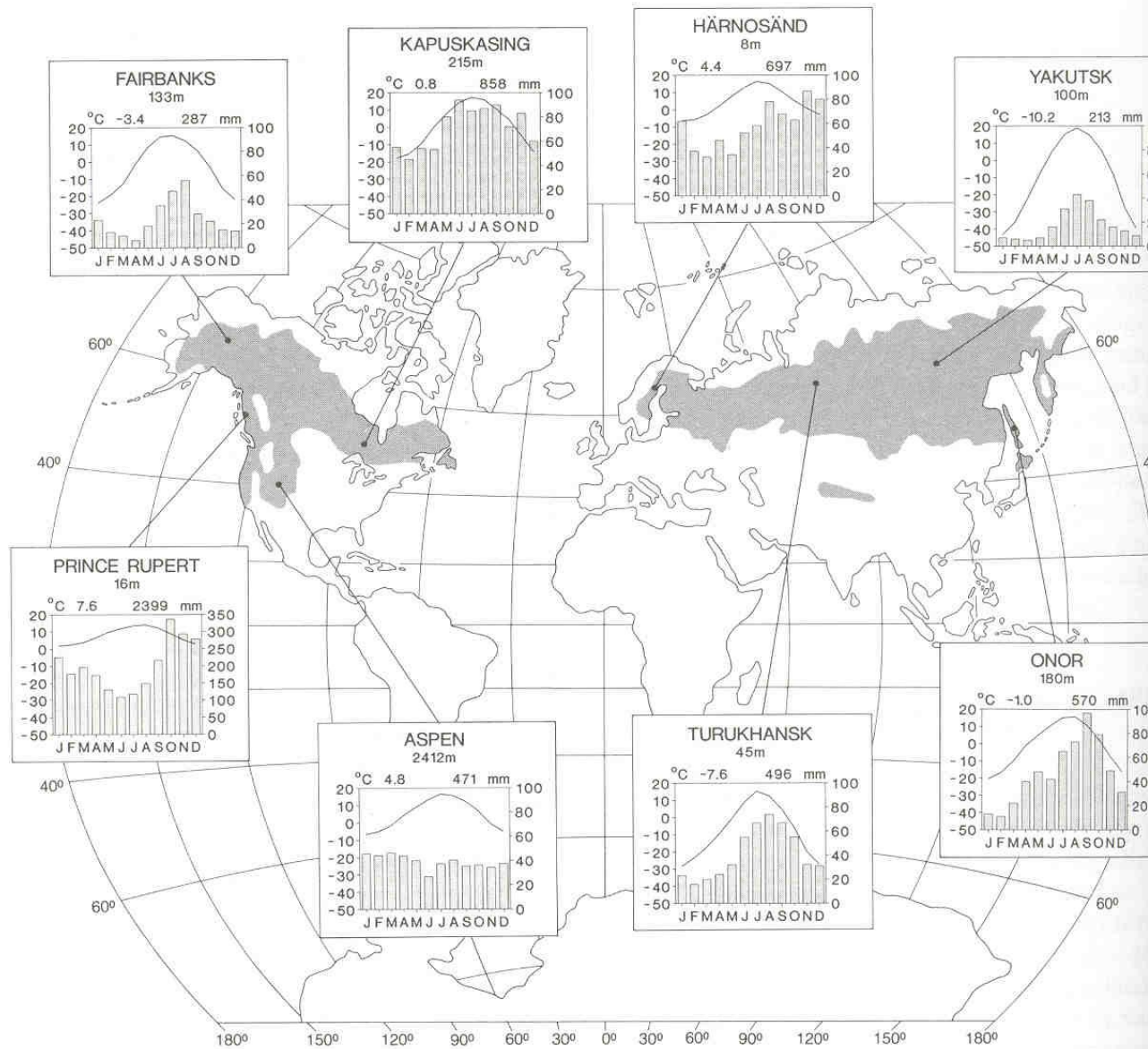


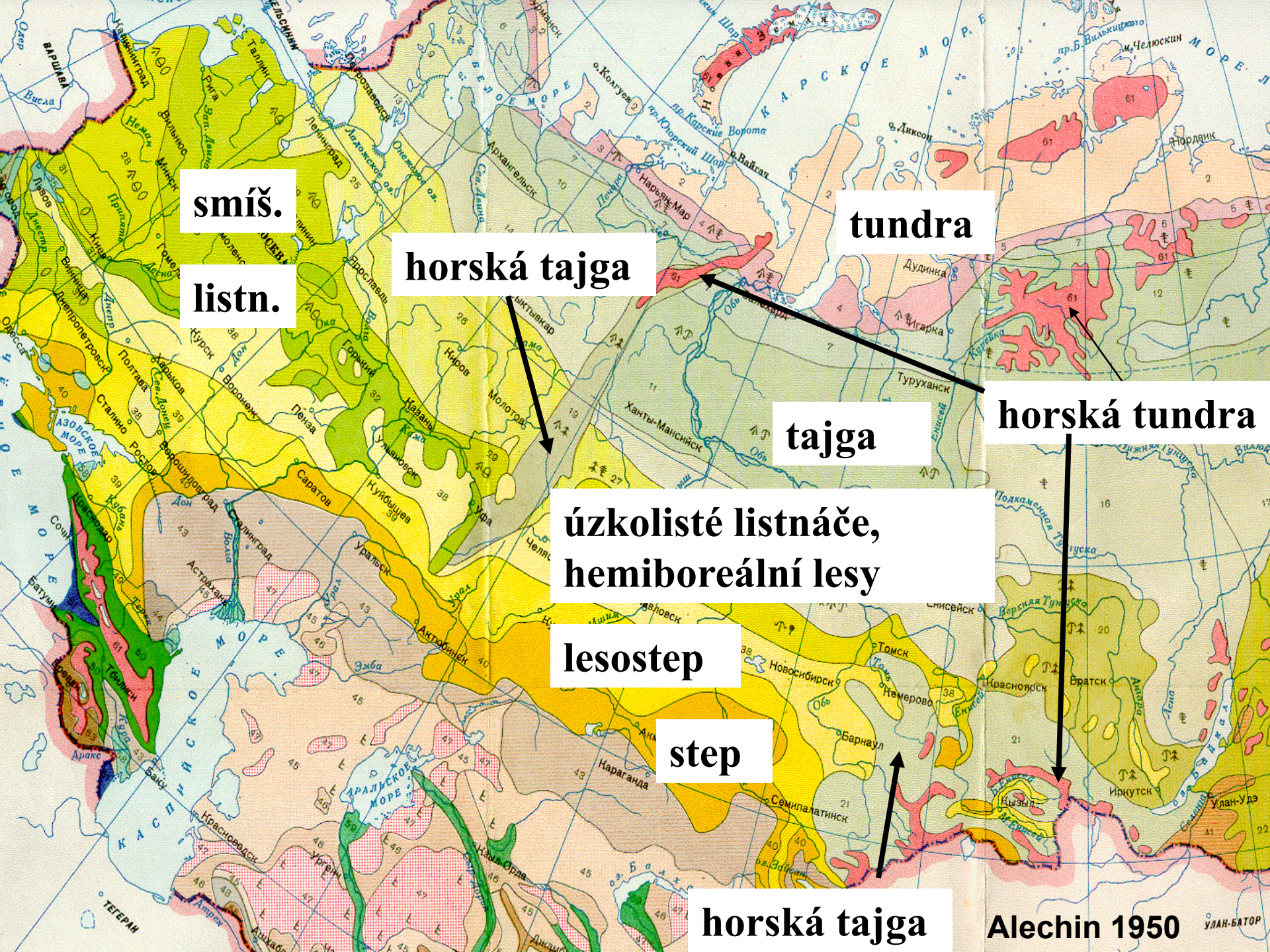
A photograph of a dense forest with tall, thin trees and a mossy forest floor. The trees are covered in moss, and the ground is also covered in moss. The overall scene is lush and green.

Tajga



Van der Grinten Project

Figure 8.1 Distribution of coniferous forest and representative climatic conditions. Mean monthly temperatures are indicated and mean precipitation for each month is shown by the bars. Station elevation, mean annual temperature and mean annual p appear at the top of each climograph.



smiš.

listn.

horská tajga

tundra

tajga

horská tundra

**úzkolisté listnáče,
hemiboreální lesy**

lesostep

step

horská tajga

Alechin 1950

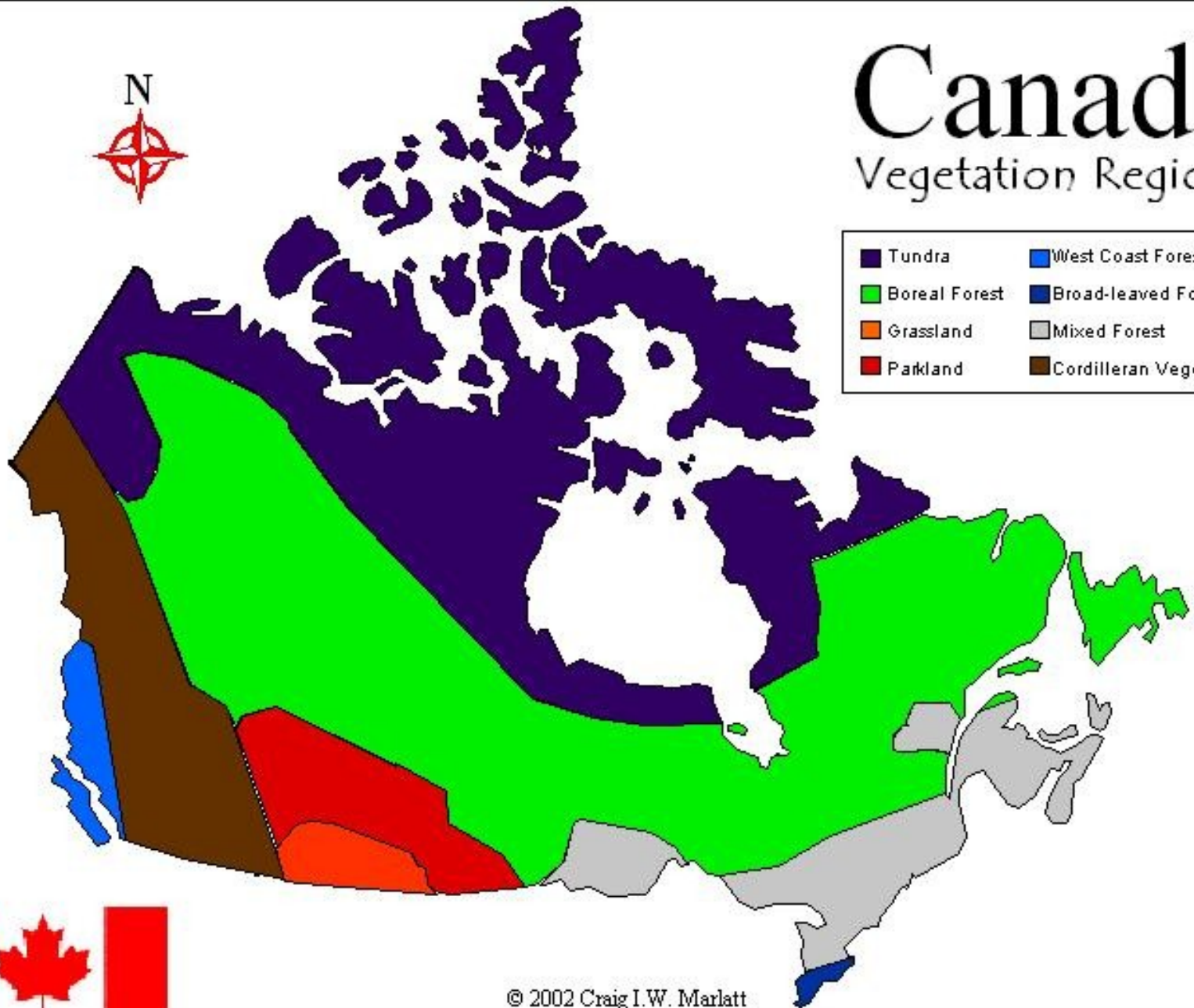
УЛАН-БАТОР

Canada

Vegetation Regions



- | | |
|---------------|------------------------|
| Tundra | West Coast Forest |
| Boreal Forest | Broad-leaved Forest |
| Grassland | Mixed Forest |
| Parkland | Cordilleran Vegetation |

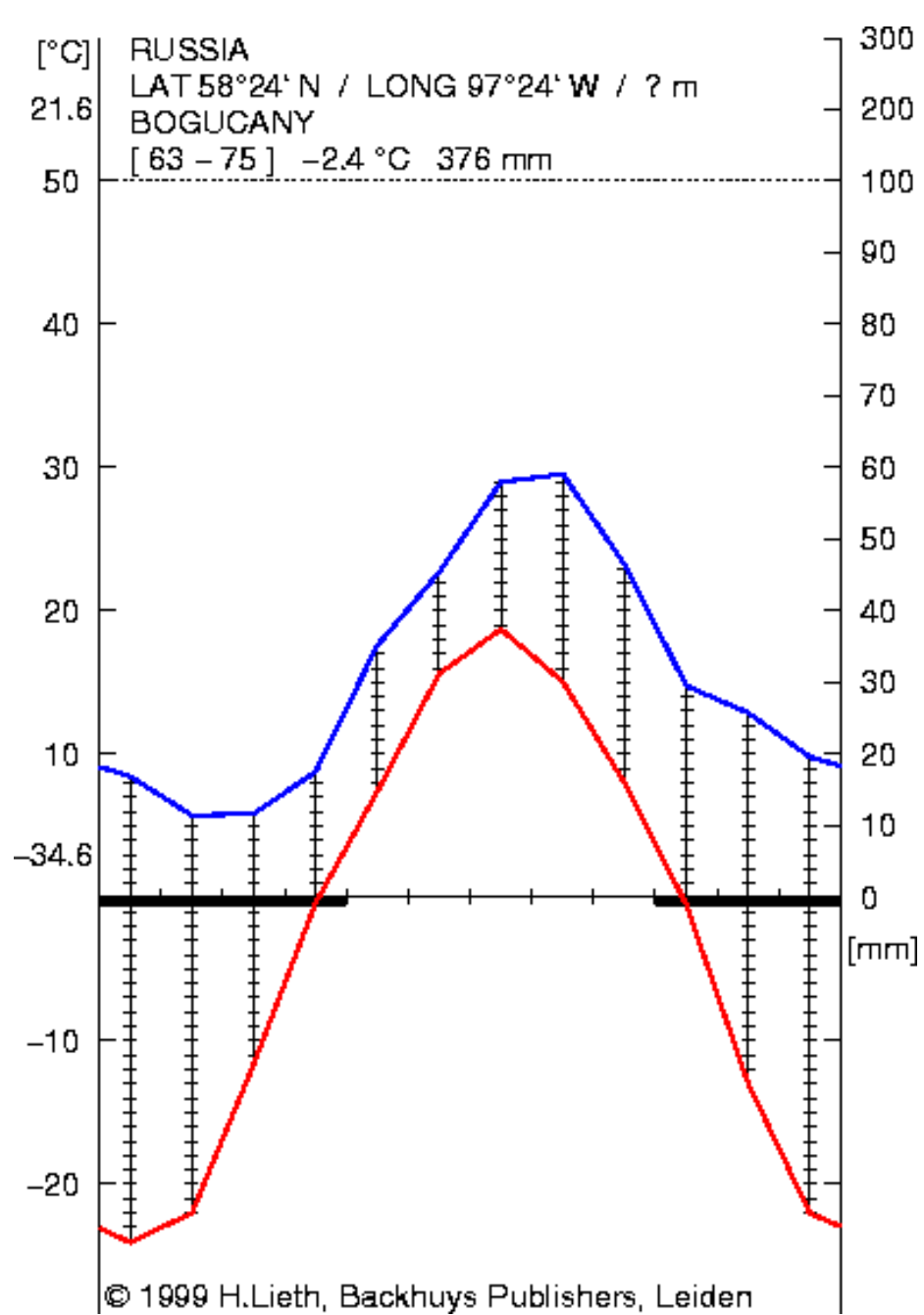
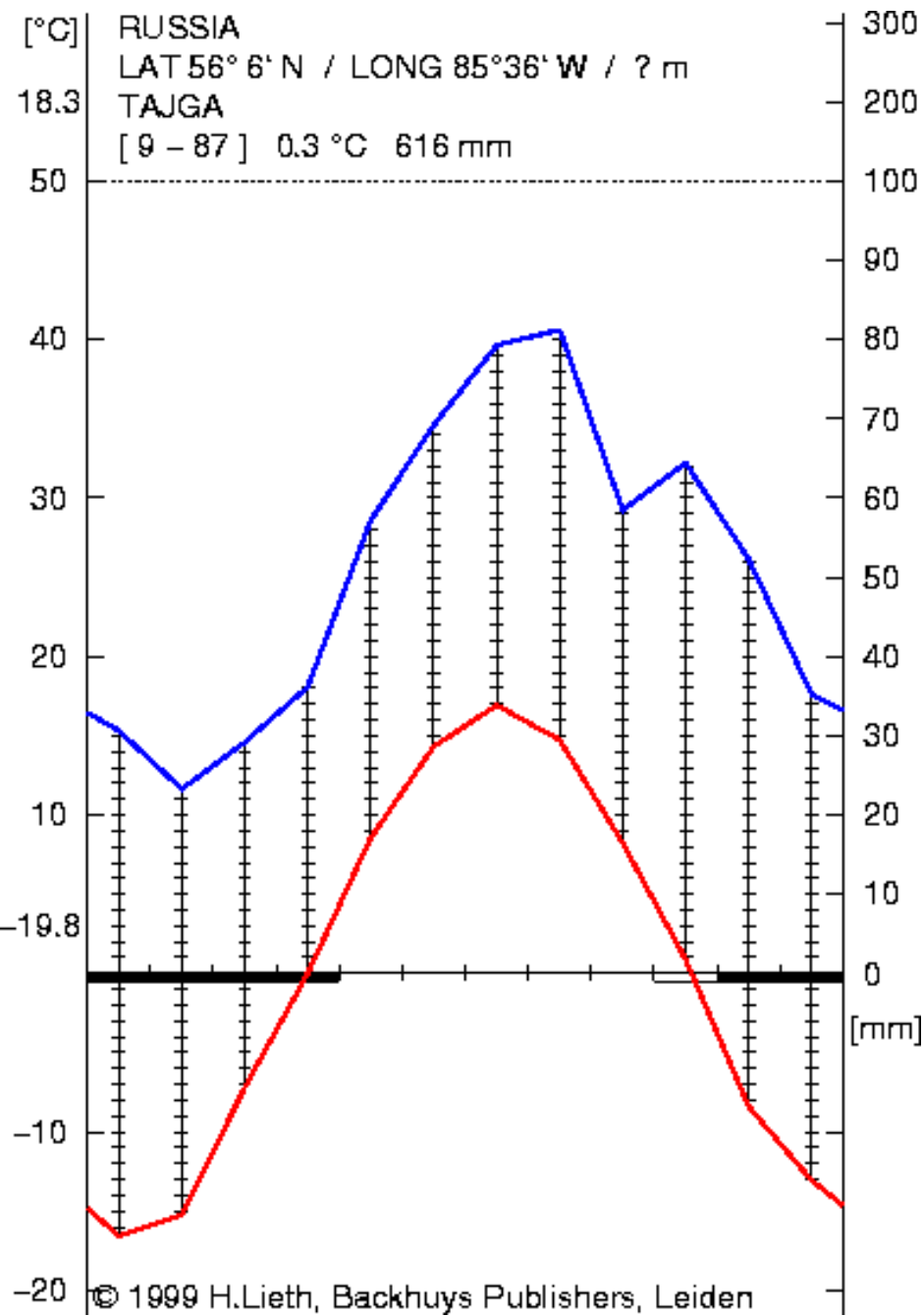


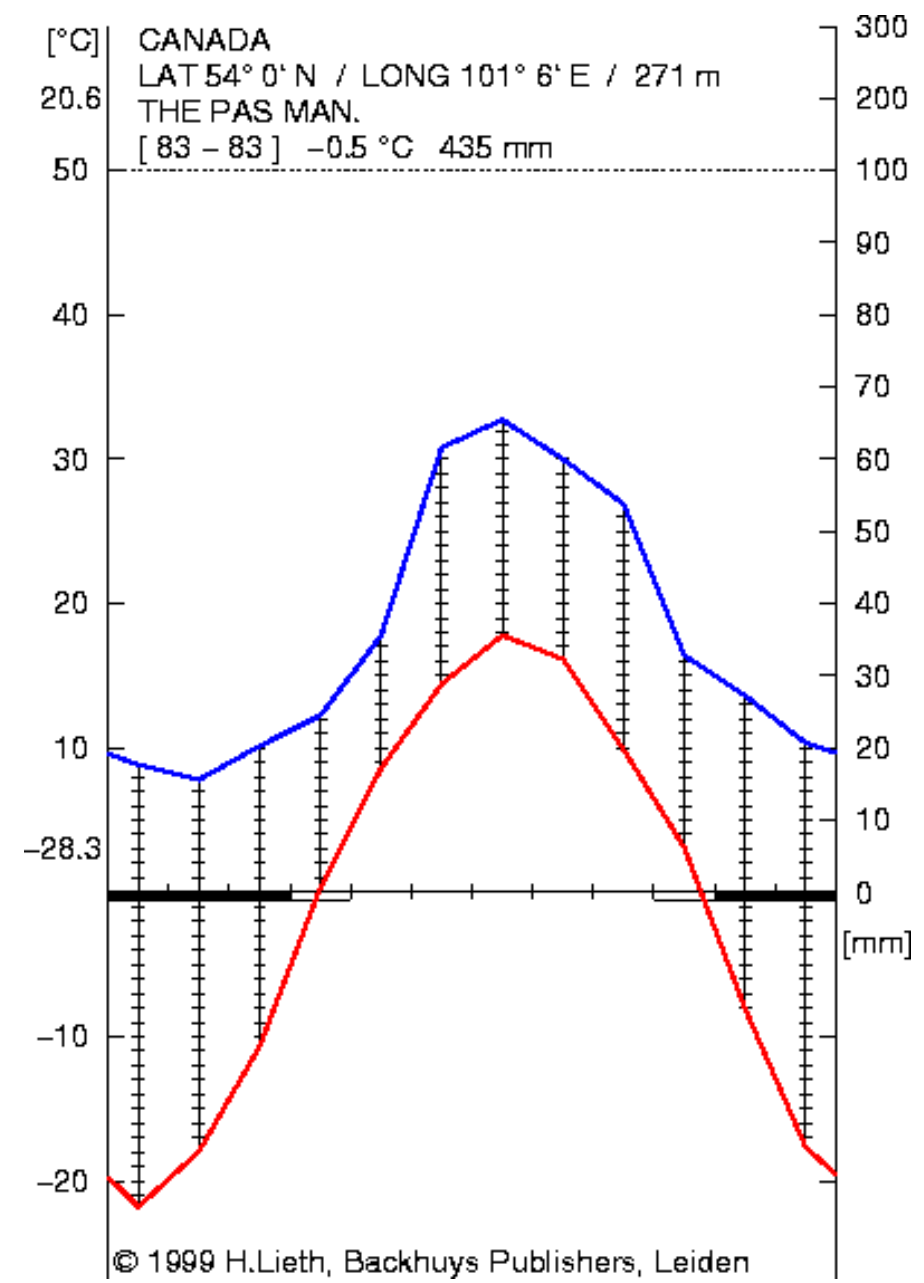
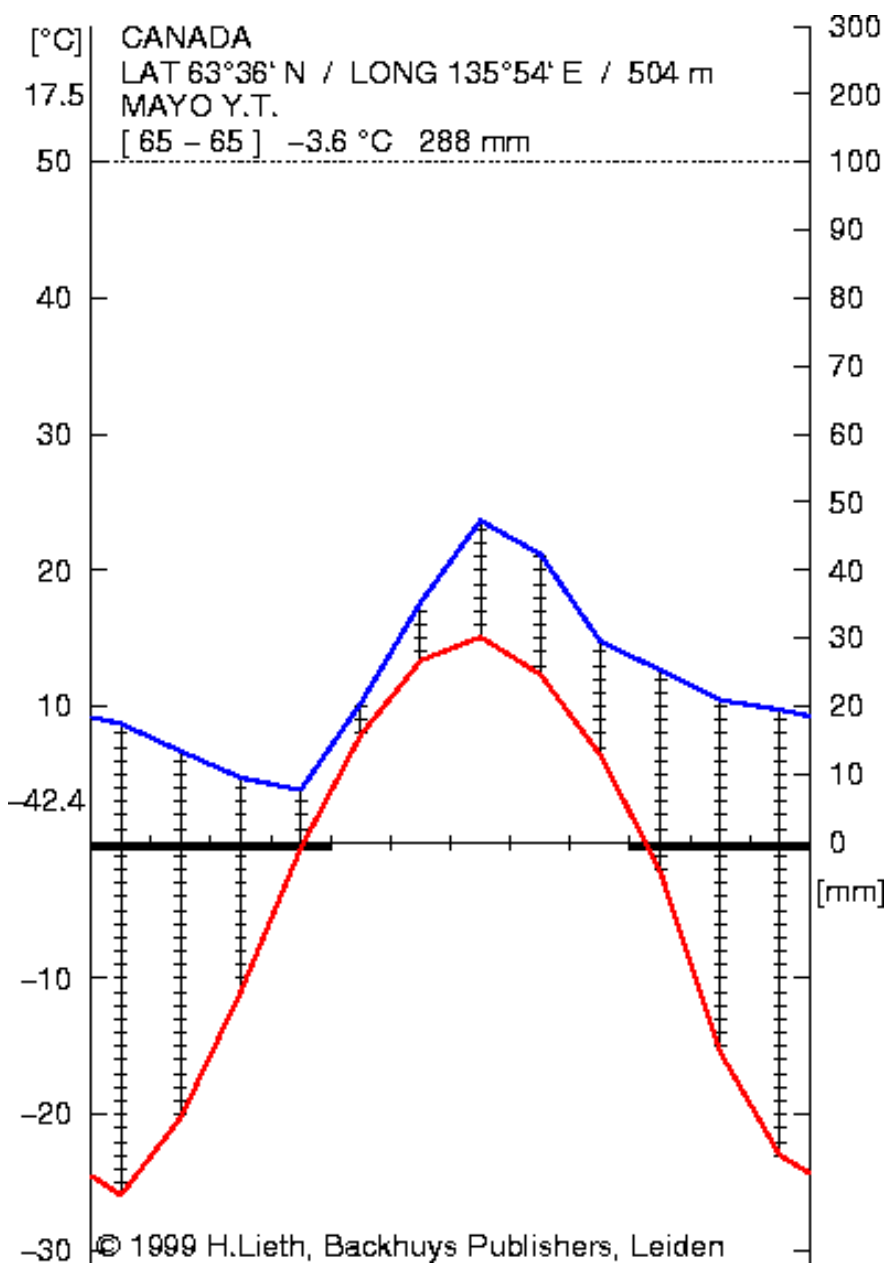
Biom tajgy je vždy na západě posunut severněji. Příčinou jsou teplé mořské proudy (Golfský proud), ovlivňující klima v oceanických oblastech. Příklady: Aljaška, Norsko

Mezi tajgou a opadavým lesem vzniká přechodná **boreo-nemorální zóna**.

Ve středním Švédsku bylo zjištěno, že opadavé stromy dominují na plochách, které byly v minulosti prokazatelně obhospodařovány (mladá sukcesní stadia).

Na jižní polokouli tajga není (nebo jen fragment v jižním Chile), protože v příslušných zeměpisných šířkách kolem 60° C se nenachází žádná pevnina.





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 $15\text{-}20^{\circ}\text{C}$, v zimě teploty klesají až na -30°C , amplituda teplot až 100°C (Ojmjakon -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). Velký rozsah ($200\text{-}2500\text{ mm}$). Maximum srážek v létě, v zimě asi 1 m sněhu. **Horská tajga má vyšší úhrn srážek, včetně horizontálních.**

Půdy

Spodosoly

podzoly: A+E+B+B/C+C. Podzolizace: typ eluviace, posun sloučenin Fe a Al, spolu s organickými látkami. Jsou kyselé, bez kationtů, bez živin, často s permafrostem (1-1,5 m hluboko).

Entisoly

regosoly: mladé, nepříliš mocné půdy (rankery)

arenosoly

zrašelinělé půdy - biot se geograficky prolíná s azonálním biotem rašelinišť (přechody: lagg, rašelinné bory).

podzoly



myceliová vrstva

uhlíky



Častá disturbance: přemíst'ování půdních vrstev při vývratech stromů (**arboriturbace**) nebo převrstvení půdy svahovinami při lavinách (horská tajga).



Dominanty

Boreální zóna EURASIE

Picea abies, P. obovata, Abies sibirica, Larix sibirica, Pinus sylvestris, Betula, Sorbus, Alnus, Populus



Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, Oxalis acetosella, Maianthemum bifolium

mechy, lišejníky, kapradiny

Dominanty

Boreální zóna SEV. AMERIKY

*Picea glauca, P. mariana, Larix laricina,
Abies balsamea, Betula, Populus, Alnus*

Horský jehličnatý les

Evropa - to známe

Kontinentální Asie - *Larix dahurica, Pinus pumila, Abies gracilis, Betula ermanii*

Severní Amerika - *P. glauca, Pinus contorta, Abies lasiocarpa*

Picea mariana



Dominanty

Východní Asie (Japonsko): jehličnatý les na kontaktu s opadavým lesem.

Japonský cedr *Cryptomeria japonica* →

Abies homolepis, *A. firma*, *Tsuga sieboldii*,

Chamaecyparis, *Thuja*, *Thujopsis*.

Velmi vzácně borovice (hory jv. Asie, Jáva)



Jižní polokoule – fragmenty: araukariové lesy v horách jižního Chile a na Novém Zélandě s nejasným postavením v rámci biomů; někdy se řadí k samostatnému biomu vždyzelených lesů teplé temperátní zóny. Též se vyskytuje *Podocarpus*. *Araucaria* a *Podocarpus* jsou známy jako fosilní z třetihor z Evropy.

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

Dynamika

- 1 cyklus obnovy v tajze trvá asi 250-300 let
- struktura gapů podobná pralesům (ale pomalejší dekompozice)
- požáry

Vliv hub

Ekologická role bazidiomycetů:

- dekompozice
- mykorrhizy



Огонь пожирает красноярскую тайгу

ТЕМНОХВОЙНАЯ ТАЙГА

tmavá tajga



<http://ru.wikipedia.org/>



Abies sibirica

Dryopteris expansa





Bergenia crassifolia

Druhy boreálních lesů



Linnaea borealis

Alberta, Kanada





Aquilegia canadensis

Cornus canadensis

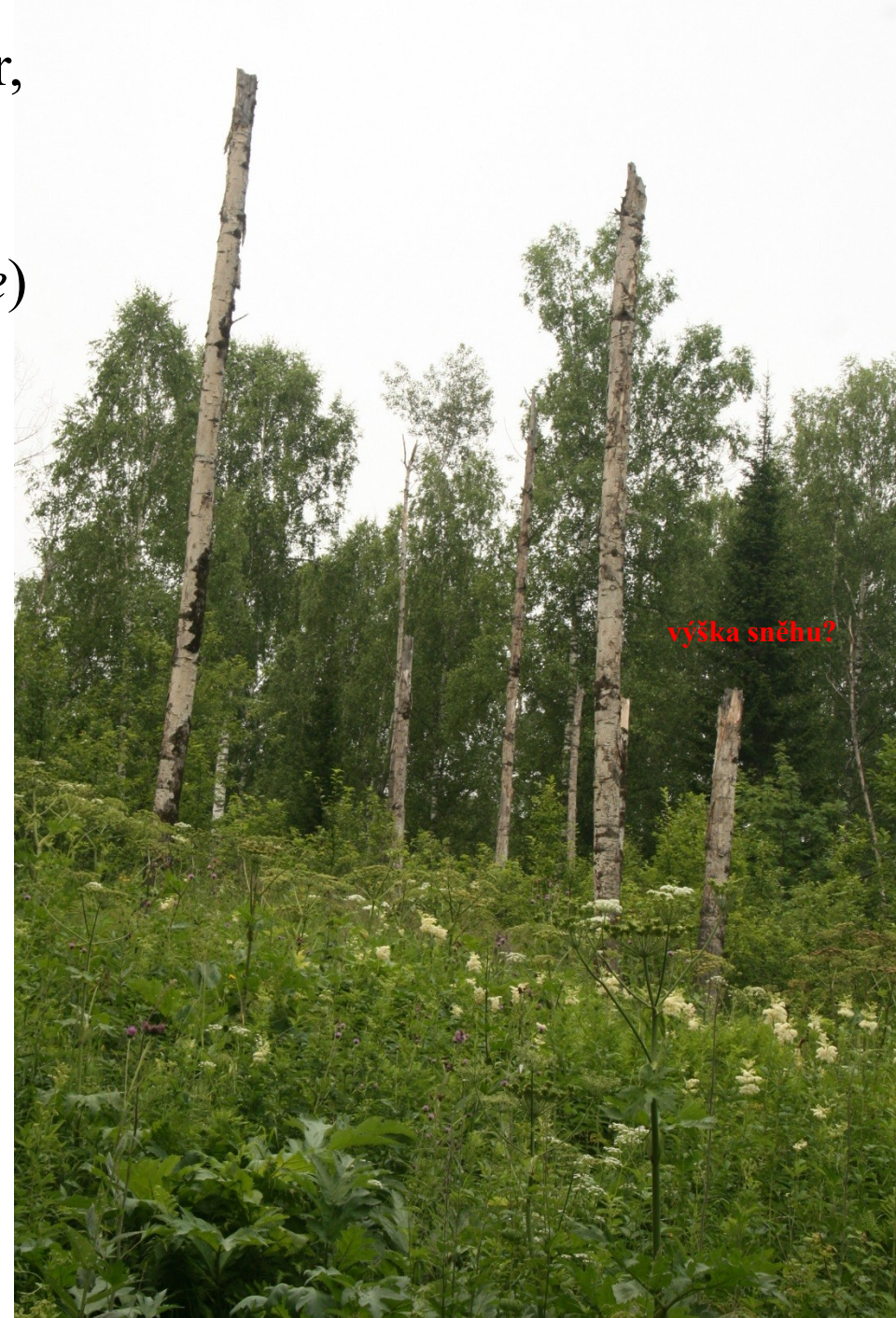


Черневая тайга

„blackish taiga; *černěvája tajga*“



- * Humidní na návětrných svazích hor, hodně sněhu
- * Převládá *Abies sibirica* a vysokobylinný podrost (*krupnotrávie*)
- * Málo *Vacciniaceae*
- * Na kontaktu s bory je požárová dynamika, která skrz vysokobylinný podrost podporuje vegetativně se množící druhy (osika)



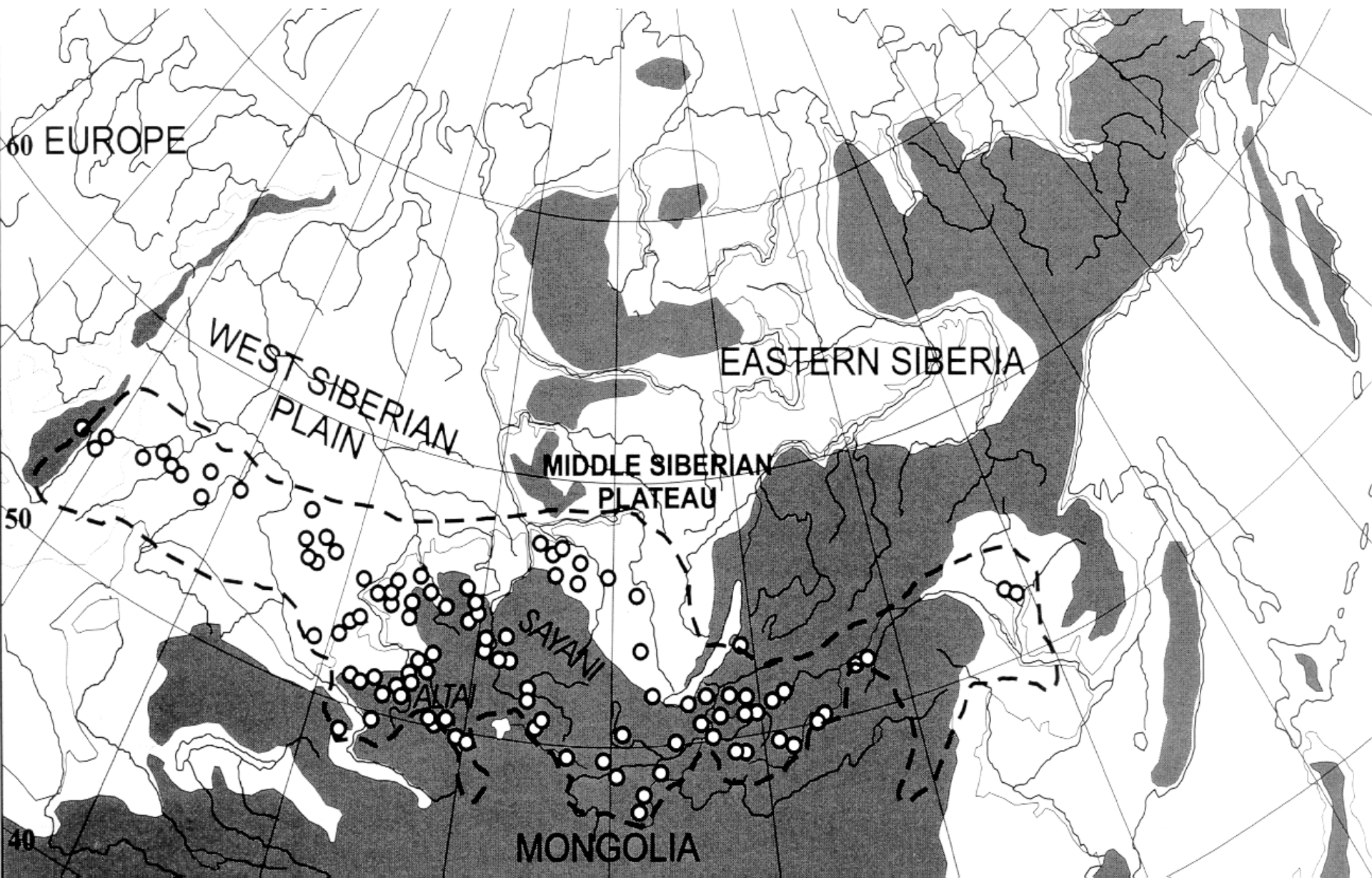
výška sněhu?

Výzkum „lipového ostrova“ u Novokuzněcku

V současnosti rozsáhlá selektivní těžba jedle (IKEA),
vznikají rozsáhlé březové nebo osikové lesy s
vysokobylinným podrostem a zmlazující jedlí.



Hemiboreální lesy



Hemiboreální lesy

- boreonemorální zóna na kontaktu s listnatými lesy nebo stepí
- Světlé lesy, dominuje modřín nebo borovice, v raných stádiích bříza
- druhově bohatý podrost, podobný našim subkontinentálním doubravám nebo bělokarpatským loukám; druhy u nás ohrožené, vzácné a disjuktní



Hemiboreální lesy



Rané sukcesní stádium s břízou

Hemiboreální lesy



Vlhký aluviální hemiboreální les

Hemiboreální lesy



Aconitum septentrionale

Hemiboreální lesy



Paeonia anomala

Hemiboreální lesy



Rubus saxatilis

Hemiboreální lesy

V březových a borových hemiboreálních lesích na jižní Sibíři se běžně vyskytuje kolem 100 druhů cévnatých rostlin v podrostu. Jsou to asi druhově nejbohatší lesy mírného pásma.



Galium boreale



Další příklady druhů hemiboreálních lesů

Serratula coronata



Aconitum krylovii



Hemiboreální lesy

V osídlených oblastech vznikly sekundární trávníky třídy *Festuco-Brometea* na místě původních hemiboreálních lesů



Bory na písku

Edaficky podmíněné, tedy do značné míry **azonální** (viz Hodonínsko, Borská nížina), zde ovšem v přechodech do rašeliných lesů a pravé tajgy



rašeliniště

Dutohlávky rozpraskané vlivem sucha

Bory na písku



Cladonia sp. div. + tajgovo-rašelinné *Ledum palustre*

Bory na písku



Písek pohlcující rašeliniště s *Empetrum hermaphroditum* po vytežení okolních lesů

Rašelinné lesy

Přechod k azonálnímu biomu
rašelinišť

vrchovištní bor: jižní Sibiř, Altaj,
Seminský průsmyk

Picea obovata

Pinus sibirica

Larix sibirica

Sphagnum fuscum

Ledum palustre



Rašelinné až vrchovištní lesy

Jižní Sibiř, Altaj, Seminský průsmyk, *Sphagnum wulfianum*



Rašelinné až vrchovištní lesy



Rašelinné až vrchovištní lesy

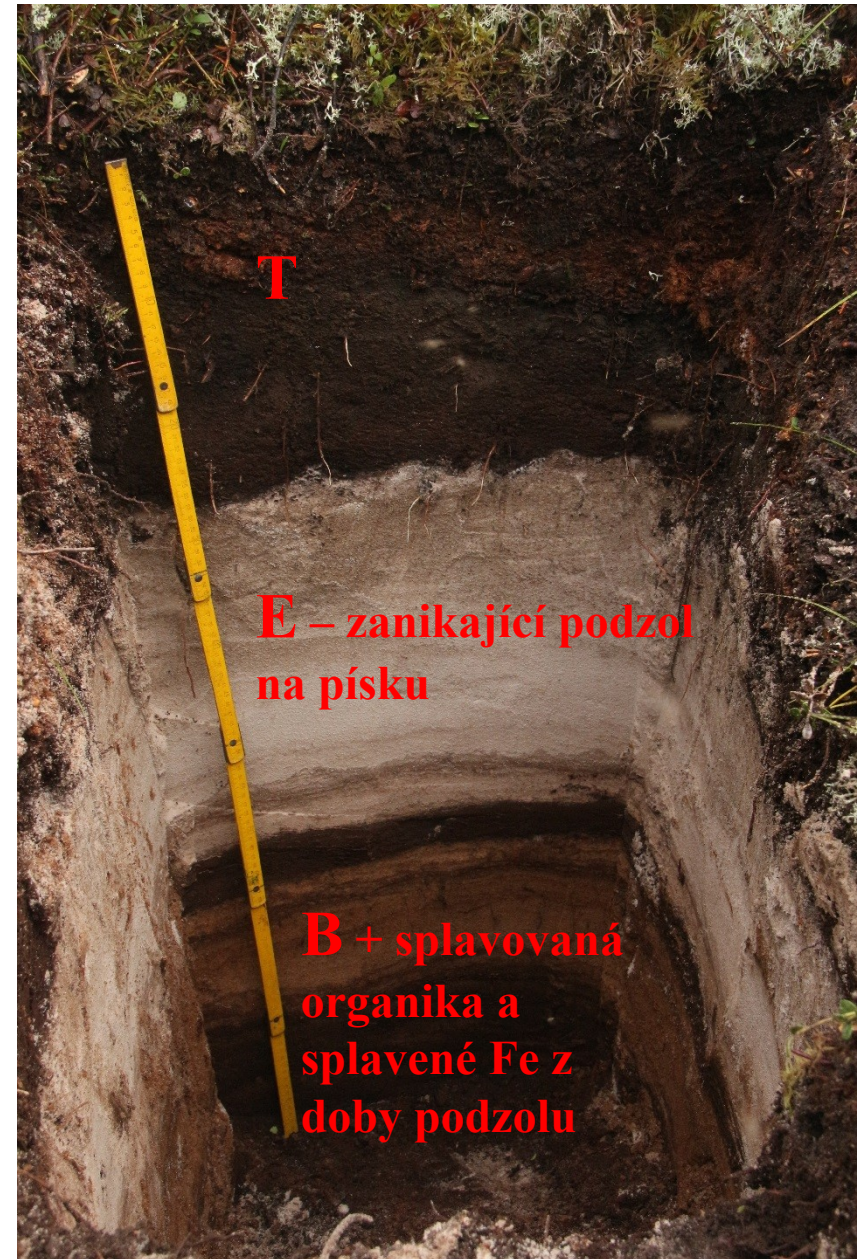


Paludifikace borové tajgy



rašeliniště

Důkaz paludifikace pomocí půdního profilu



(Azonální) rašelinné vrbové křoviny

Jižní Sibiř, Altaj, Seminský průsmyk



Ekologické faktory

- mráz
- permafrost
- nedostatek světla v podrostu
- chladné léto, sucho (v zimě zmrzlá půda. Některé typy suché i v létě)
- pomalá dekompozice
- požáry
- vítr: vývraty, polomy
- krátká vegetační sezóna (adaptace: vždyzelenost podrostu pod sněhem)

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

Ekofyziologické adaptace

- jehlice jsou odolnější vůči mrazu než jiné typy listů
- silně xeromorfní stavba jehlic, zanořené průduchy, silná kutikula.
- opadavé jehlice: v oblastech s extrémními mrazy převládají opadavé modříny. Jsou výhodné též při nástupu tepla když je půda ještě zmrzlá.
- menší účinnost fotosyntézy je vyrovnána delším obdobím kdy probíhá - často i v zimě. Biom tvoří C3 rostliny s nejvyšší účinností fotosyntézy při 10-20st.
- slunné a stinné jehlice
- regulace stomatální aktivity: u některých druhů popsáno, že zavírají své průduchy okamžitě poté co noční teloty klesnou pod bod mrazu.

Produkce a biomasa

Biomasa 60-400 t/ha

Produkce 4-20 t/ha

R:S 0.6

Mělký kořenový systém stromů kvůli permafrostu a kopmetici o živiny s podrostem (zvláště smrk).

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% |

Cykly živin

- půdy jsou chudé živinami a jejich fertilita závisí především na rychlosti dekompozice opadu
- jehličnany mají nižší potřebu živin než listnáče (neshazují listy)
- souvislá vrstva mechů a lišejníků brání oteplování půdy (další snížení dekompozice) a odebírá rozpuštěné živiny ještě před tím, než se dostanou ke kořenům.
- 2/3 organického uhlíku je vázáno v nekromase (opadanka, kmeny)
- 90% N je v nepřístupné formě v půdě (včetně opadanky)
- méně organického podílu se akumuluje u horské tajgy - rychlejší dekompozice (teplejší léto, menší pokrývnost mechů a lišejníků)

Dekompozice opadu

Kmeny

- staré kmeny leží velmi dlouho, rozkládají se postupně - velká diverzita mechorostů a lišejníků tlejícího dřeva. Houby. Substrát pro cévnaté rostliny - *Linnaea borealis*.

Pomalý rozklad je způsoben vysokým obsahem vody ve dřevě (málo kyslíku pro mikroorg.) a nízkým obsahem živých pletiv - tedy nízkou koncentrací cukrů, škrobů a minerálních živin.

Jehlice

- rozkládají se až po zvětrání voskového povrchu. Mineralizace často nastane ohněm

Ekologický význam světla

- boreální vs. hemiboreální les; smrk vs. borovice a modřín

- zapojený les vs. gap



Vliv ohně





- mineralizace živin
- tvorba prostorové mozaiky
- udržování populací některých druhů (sukcese)
- cyklická požárová sukcese na principu hromadění opadu (nehasit!)





Strategie pro přežívání disturbance ohněm

invaders - světlomilné rostliny, jejichž semena a spory se dobře šíří větrem (*Epilobium angustifolium*)

evaders - jsou schopni regenerovat (ze semen) i když jsou všichni jedinci zničeni ohněm. Patří sem byliny a keře a také některé druhy borovic, které shraňují semena v pozdních šiškách.

avioders - konifery. Snadno shoří a regenerují jen v případě, že přežijí někteří dospělí jedinci a přinesou semena.

resisters - jsou chráněni díky jejich trsnatému habitu, regenerují po ohni vegetativně (*Eriophorum vaginatum*).

endurers - oheň nepřežijí, ale obrážejí z podzemních orgánů (*Populus tremuloides*). Hlouběji koření.

Druhy využívající oheň

Borovice (např. *Pinus banksiana*) vytvářejí tzv. **serotinní šišky**, které vytrvávají v koruně. Otevírají se až když při požáru vyteče pryskyřice – semena na uvolněných místech dobře klíčí. Semena vydrží teplotu až 370 C.



Vysoká teplota ničí inhibující látky nebo shořením celulózy vznikají stimulační oligosacharidy.

Krasec *Melanophila acuminata* vyhledává pomocí receptorů čerstvá požářiště.

Diverzita

Druhově nechudší lesní biom, s výjimkou:

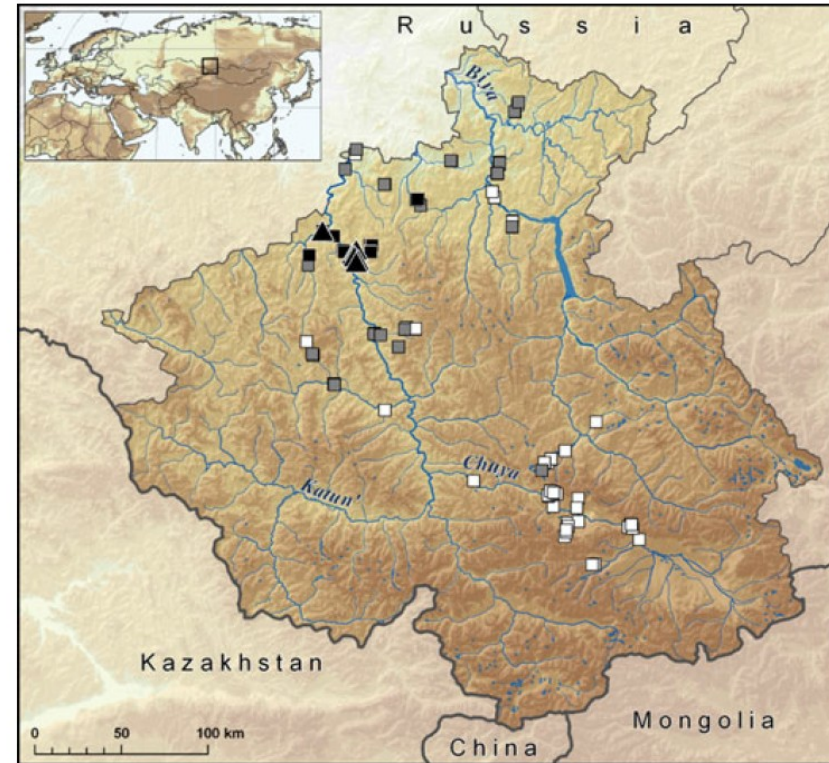
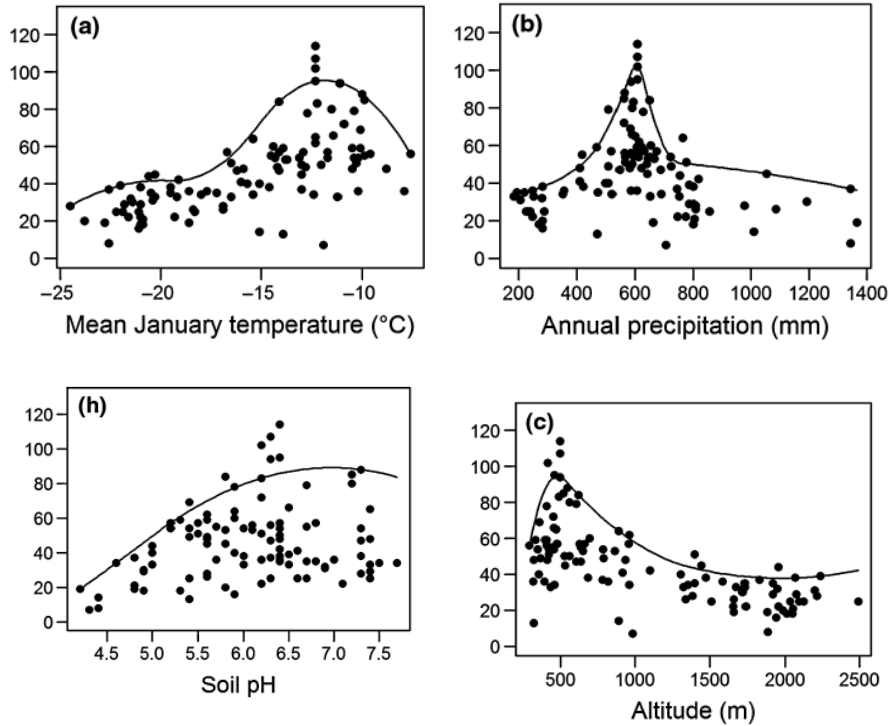
- silně oceanické oblasti na západě Severní Ameriky a nejvýchodnější Asie. Tam je velká bohatost **dřevin**, protože méně druhů vymřelo během glaciálů (trvalá refugia, snažší migrace)
- hemiboreálních lesů s *Pinus sibirica*, *Larix sibirica*, případně břízou. Tam je extrémně velká bohatost **bylin** v podrostu.



Melanophila acuminata

High species richness in hemiboreal forests of the northern Russian Altai, southern Siberia

Milan Chytrý, Nikolai Ermakov, Jiří Danihelka, Michal Hájek, Petra Hájková, Michal Horsák, Martin Kočí, Svatava Kubešová, Pavel Lustyk, Zdenka Otýpková, Barbora Pelánková, Milan Valachovič & David Zelený



Souběh (!) několika faktorů: (1) velký species pool; (2) velká kvarterní stabilita prostředí; (3) heterogenita okolní krajiny (mozaikovitost); (4) lokální podmínky (pH); (5) snižená kompetice (stres, stín, disturbance – zvěř, mrazové pochody)

Živočichové

menší potravní nabídka ve srovnání s opadavými lesy, stepmi a savanami. Často jsou to monofágové. Lepší podmínky jsou na světlinách vzniklých požáry nebo kácením, kde se uplatňují bříza a osika (chutnější listy) a byliny.

Adaptace barvy srsti na dlouhé období ze sněhem (zajíc běláček). **Šelmy** – potravní generalisti (vlk, rosomák, medvěd).

Bergmanovo pravidlo – na severu jsou živočichové větší (menší ztráty tepla, interakce lovec-kořist) – los je největší jelenovitý; kodiak je největší šelma.

Dále zde žijí např. jelen kabar, veverky (burunduk, urson), bobr, ořešník, křivka. Hodně druhů ptáků, ale jen 10% přezimuje.

Hodně druhů **hlodavců**. Například poletušky (*Glaucomys*) se živí převážně houbami

Živočichové

Interakce mezi semenožravými živočichy a rostlinami. Semenné roky u dřevin – únik z „predačního“ tlaku. Semen je tolik, že nejsou všechny sežrány. Semenné roky přispívají k cykličnosti tajgy.

Bezobratlí

-listožravý, podkorní a dřevokazný hmyz (mladé jehlice, lýko a dřevo představují zásobu pohotové energie).

- druhově chudá jsou společenstva herbivorního hmyzu (ale velké početnosti).

Cyklické přemnožení populací v závislosti na úrodě semen (borovice), plodů (keře), navazují populační cykly predátorů. V **kulturních tajgách chybí sekundární konzumenti** (predátoři), proto nastává **populační exploze** tlumená pesticidy: **populační exploze kůrovce v kulturní tajze Šumavy**

Historie a vliv člověka

Jehličnany se objevily už koncem karbonu. Biom však dosti migroval (glaciály), proto je spíš druhově chudý.

V době ledové se i u nás (například v Karpatech) vyskytovala tajga s *Pinus cembra*, *Picea cf. obovata*, *Larix*. Izolované populace *P. cembra* zůstaly v Karpatech a Alpách, na Sibiři se diferencovala *P. sibirica*.

Ovlivnění člověkem:

- Velkoplošné kácení (Sibiř)
- Zvýšení rizika požárů
- Rozšiřování biomu (v přechodných zónách) umělou výsadbou smrku

V důsledku pak menší schopnost biomu sekvestrovat uhlík.

Vliv velkoplošného kácení - shrnutí

Selektivní odstranění jednoho druhu



Z hlediska diverzity bezobratlých (např. měkkýšů) malé rozdíly vůči pralesům – rozdíl oproti biomu opadavého lesa.

... za určitých okolností (hyperhumidno, požáry) ovšem podpora některých dřevin nebo změna lesa na řídkoles s „krupnotráviem“



Efekt lípy



Změna krajinné struktury

Огонь пожирает красноярскую тайгу

Větší intenzita požárů