

# Tundra a boreální lesy Kanady

## 1. Základní typy tundry a její zvláštnosti

Josef Rusek

Navštívit tundru a porovnat ji s ekosystémy, které jsem intenzivně studoval ve Vysokých Tátrách, bylo vždy mým velkým snem. Vyplnil se mi během ročního pobytu v Kanadě. Díky několika kanadským kolegům ekologům a půdním mikrobiologům jsem měl možnost navštívit v červenci 1975 nízkou Arktidu a zkoumat její přírodu, zejména půdní faunu. Vysokohorské ekosystémy jsou v mnohém severské přírodě podobné, ale to, co je ve vysokých horách střední Evropy reliktní povahy a většinou vzácné, ať již jde o rostliny nebo nižší živočichy, to tvoří v severské tundře dominantní součásti bohatě rozrůzněných ekosystémů a vystupuje ve vysoké biodiverzitě.

Kanada s rozlohou 9 974 375 km<sup>2</sup> je jen o 541 455 km<sup>2</sup> menší než celá Evropa. Se svými 30 miliony obyvatel má ale téměř 30× nižší hustotu obyvatelstva než náš kontinent. Nejvyšší hustota osídlení se soustřeďuje do poměrně úzkého pruhu podél hranice se Spojenými státy americkými, a to zejména do jižních částí provincií Ontario a Quebec. Ostatní oblasti mají velmi nízkou hustotu obyvatelstva, nejméně jsou osídlena severská území Kanady. V provincii Yukon žije jeden člověk na 34 km<sup>2</sup>, v Severozápadních teritoriích je průměrná hustota osídlení ještě nižší — jeden člověk na 100 km<sup>2</sup>. Těchto několik čísel uvádím proto, abych naznačil, jak málo se zatím mohl člověk se všemi svými negativními vlivy zapsat a uplatnit v destrukci kanadské přírody.

Na obrovských rozlohách jsou zachovány celé škály ekosystémů tak, jak se bez přerušování vyvíjely po ústupu posledních ledovců před 10 000 a více lety. Na území Severozápadních teritorií, Yukonu a od Britské Kolumbie na západě až po New Foundland a Nové Skotsko na východě se rozkládá několik vegetačně-klimatických pásem, která dávají přírodovědcům, ať již botanikům nebo zoologům, taxonomům či ekologům, jedinečnou možnost pochopit širší

souvislosti a zákonitosti ve vývoji přírody na rozsáhlých územních celcích. Nalezneme zde také řadu paralel s vývojem přírody v palearktické oblasti. V Evropě se fenomény, které od středověku a v některých oblastech dokonce od starověku narušovala činnost člověka vedoucí k radikální přeměně mnoha původních ekosystémů, jen obtížně studují. Naproti tomu v kanadské přírodě můžeme řadu těchto zákonitostí sledovat na rozsáhlých nenarušených plochách. Na tomto místě musím ale zdůraznit, že vývoj v poledovém období probíhal v Evropě poněkud jiným způsobem než v Severní Americe. V Evropě bránily volnému průchodu chladnomilné zvířeny a květeny na sever za ustupujícím ledovcem horstva směřující od západu k východu, kdežto v Severní Americe severo-j jižně orientované hory na západě kontinentu žádnou takovou překážku nepředstavovaly.

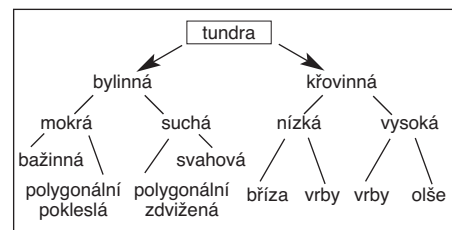
Ve vysoké Arktidě (= vysoká zeměpisná šířka) dopadá na zemský povrch více než polovina ročního úhrnu sluneční energie před roztáváním sněhu. V trvale zmrzlé půdě (permafrost) jsou celé bloky čistého ledu nebo i na led bohaté horizonty jemně zrnitých minerálních půd. Nedostatek srážek podmínil na kanadských arktických

ostrovech vznik polárních pouštních půd bez viditelné vrstvy humusu s dobrým drénováním a alkalickým pH nebo půd kameňatých. Na místech zamokřených vznikly půdy rašelinné; na mokřích, špatně odvodňovaných mírných svazích porostlých bylinnou a travinnou vegetací jsou zastoupeny tundrové gleje.

Vysoko na severu Kanady se na arktických ostrovech rozprostírá arktická poušť (viz obr.), která jižněji přechází v celou škálu vegetačně i faunisticky bohatších tundrových ekosystémů. Tundra lemuje severská část kanadské pevniny hluboko do Hudsonova zálivu. Na jihu přechází v lesotundru a ještě jižněji ve více či méně souvisle zapojený široký biom boreálního lesa — tajgy. V jižní části Manitoby, Saskatchewanu, Alberta a částečně i Britské Kolumbie se rozprostírají rozsáhlé prairie — stepi, které přesahují hluboko do USA. K těmto vegetačně-klimatickým zónám či biotům přistupuje v Britské Kolumbii, Albertě a v Yukonu rozsáhlý systém pohoří s ekosystémy horských lesů a subalpínským, alpínským a niválním vegetačním pásmem. Tichomořské pobřežní pásmo má opět jinou lesní zónu chladných deštivých pobřežních lesů s vysokými ročními úhrny srážek a zcela odlišnou skladbou dřevin (Živa 2005, 6: 260–261). V nejjihozápadnějším cípu Britské Kolumbie rostou listnaté lesy s opadavými i stálezelenými stromy a keři. Na jihovýchodě země, v oblasti velkých kanadských jezer přesahují do Kanady opadavé listnaté lesy ze Spojených států (viz mapa na str. 26).

### Členění tundry

Studium rostlinných společenstev nemá v Kanadě takovou tradici jako v Evropě a ubírá se i odlišnými směry. Jedním z nich

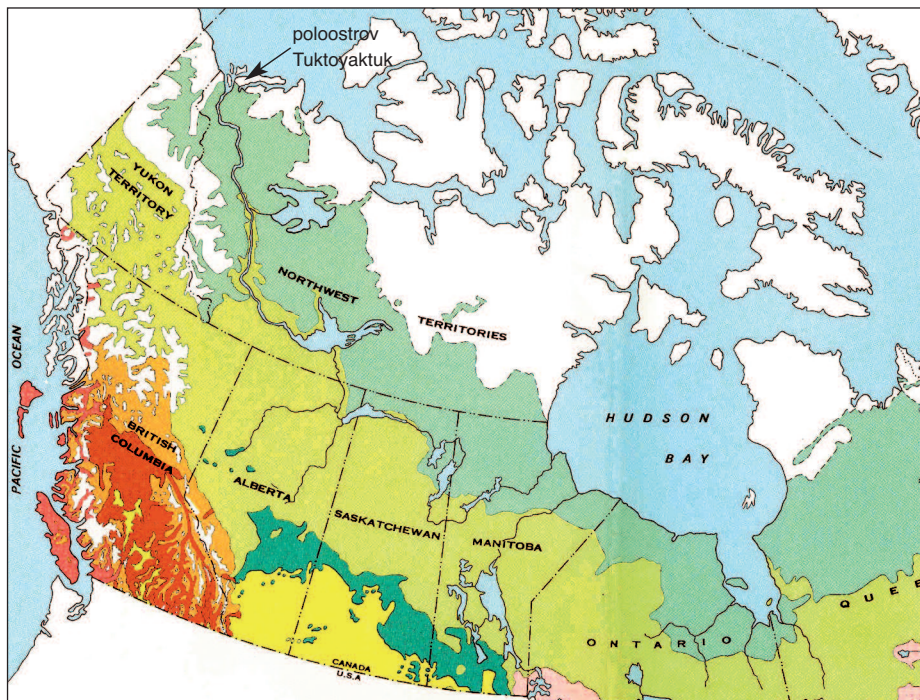


Nahoře fyziognomické členění kanadské nízké tundry ♦ Porost tundry s vysokými křovinami tvoří až pětmetrové vrby. Takové porosty jsou typické na východních svazích a terasách ostrova Richards Island obtékávaného mohutným východním ramenem delty řeky Mackenzie, vlevo



je studium fyziognomických typů rostlinné pokrývky, tj. celkový vzhled a charakter rostlinného pokryvu doplněný o seznamy v něm zjištěných rostlinných druhů. Při pobytu ve zdejší tundře jsem měl jednu takovou publikaci k dispozici — velmi mi pomohla v základní orientaci nejen ve zdejším vegetačním pokryvu, ale také v rozlišování základních typů ekosystémů, v nichž jsem pak mohl rozpoznat i jemné ekologické rozdíly v závislosti na vodních a půdních poměrech či jiných faktorech. Základní členění (viz schema) je založeno na převládajícím bylinném nebo křovinném porostu. Bylinná tundra se dělí na mokrou a suchou a dále na bažinatou a polygonální s pokleslou centrální částí naplněnou vodou, v suchší variantě mají zdvižené polygony vodu jen na okrajích. Křovinnou tundru tvoří buď





Výsek z kanadské mapy vegetačních pásem. Bílé plochy na severu tvoří arktická poušť a tundra, na ni navazuje severský boreální les s bažinatým bezlesím (šedozeleň) přecházející k jihu v souvislý lesní porost (žlutozeleň) lemovaný dále k jihu Alberty, Saskatchewanu a Manitoby lesostepí (tmavozeleně) a ještě dále k jihu stepními porosty (žlutě). V Britské Kolumbii převládají subalpínské (světle hnědě) a horské (tmavě hnědě) lesy, na pobřeží a na ostrově Vancouver pobřežní dešné jehličnaté lesy (tmavě růžově) a v dešném stínu vnitrozemí stepní porosty (žlutě). Rowe (1972), upraveno

Z dvoukřídlých jsou druhově nejpočetnější pakomáři (*Chironomidae*); např. v severní části ostrova Ellesmere Island bylo zjištěno 152 druhů dvoukřídlých, z čehož 58 druhů připadá na pakomáry, na ostrově Ellef Ringnes Island bylo zjištěno jen 26 druhů dvoukřídlých, z toho 17 druhů pakomárů. Těto skupině se proto ve vysoké kanadské Arktidě věnuje velká pozornost nejen po stránce taxonomické, ale i ekologické. Arktické druhy pakomárů mají řadu důležitých přizpůsobení, která jim umožňují vývoj a život ve velmi drsných klima-



Při letu nad tundrou je vidět velké množství oválných, pravidelně kruhovitých i zcela nepravidelných jezer lemovaných rozlehlými plochami polygonálních půd s různými vegetačními typy tundry. Rovná přímka táhnoucí se na snímku šikmo zleva doprava je tzv. seizmická linie (podobná seizmickým zlomům), což není nic jiného než vegetace poškozená pásovými vozidly při zimních přejezdech zmrzlé tundry podle přímého azimutu k cíli. V krátkém arktickém létě slunce více prohřívá odkrytý černý povrch arktické půdy, ryhy se propadají a vzniká tak rozsáhlá liniová eroze tundry

nízké keřky zakrslé břízy a nízké vrby nebo vysoký porost vrb či olší.

Malá území (méně než 3 %) ostrícové a travinné tundry a nízkokřovinné tundry se rozkládají na pobřeží arktických ostrovů nebo v širokých údolích východních kanadských arktických ostrovů. Jsou důležitými zdroji pastvy pro pižmony (*Ovibos moschatus*), lumíky (*Dicrostomys* spp.) a vodní ptactvo. V těchto porostech dominují ostrice, trávy a mechy, v menší míře byliny a zakrslé vrby, břízy a jiné keřky. Obrovské plochy vysoké Arktidy zaujímá polární polopoušť s 5–20% pokryvem cévnatých rostlin. Mechy a lišejníky (většinou s korovitou stélkou) zvyšují na některých

místech pokryvnost až na téměř 50 %. Tato vegetace se vyskytuje od mořské hladiny až do 100–200 m n. m. Na místech s tímto porostem žijí sobi karibu (*Rangifer tarandus caribou*), lumíci, pižmoni a zajíc polární (*Lepus arcticus*). Nad 200 až 300 m n. m. nebo i u mořské hladiny v místech s ledovými krami je vegetace ještě chudší — cévnaté rostliny v ní dosahují zřídka 1–2% pokryvnosti a velké plochy jsou zcela bez rostlinstva. Na úbočích hor je pouze skalnatá poušť nebo kamenná moře. V takových oblastech bez primární rostlinné produkce jsou i vyšší živočichové — ptáci a savci — velmi vzácní. Celková živá i neživá biomasa rostlin (včetně kořenů) je ve vysoké Arktidě o dva řády nižší než v nízké Arktidě.

#### Členovci ve vysoké Arktidě

Fauna hmyzu je ve vysoké Arktidě podstatně chudší než v tundře nízké Arktidy. Vážky (*Odonata*) a rovnokřídlí (*Orthoptera*) zde scházejí úplně. Rovněž jepice (*Ephemeroptera*) a pošvatky (*Plecoptera*) jsou zastoupeny velmi nízkým počtem druhů pouze v nízké Arktidě. Mezi suchozemským hmyzem převládají dvoukřídlí (*Diptera*), pak následují blanokřídlí (*Hymenoptera*).

Ve vnitrozemí kanadských severovýchodních ostrovů převládají ledovce a skalnaté nebo sutové pouště (*Baffin Island*)

tických podmínkách. Většina jejich larev žije ve vodě nebo ve vlhkých příbřežních biotopech, několik druhů však má i zcela terestrické (půdní) larvy. Vodní a semiakvatické (bažinné) biotopy poskytují méně drsné životní podmínky než půda, protože ve vodě se neprojevují bezprostřední změny teploty během dne. Celková „letní“ sezona je zde velmi krátká. U většiny druhů proto probíhá vývoj larev déle než jeden rok, často 3–4 roky, ale i déle. Obecně je možno říci, že vývoj závisí přímo na teplotě a není vázán na určitý počet let. Některá léta jsou teplejší a vývoj pak bývá rychlejší, v jiných letech rozmrzně led na velkých jezerech jen částečně a vývoj larev ve vodě s nízkou teplotou je pomalý. Synchronizovaný výlet dospělců nastává asi týden po roztání sněhu a ledu. Rovněž denní aktivita výletu je synchronizována a neřídí se periodicitou světla a tmy jako v mírném pásmu, ale teplotou vody. Výlet dospělců dosahuje maxima okolo arktického poledne (v létě v Arktidě slunce nezapadá).

Z ostatních skupin členovců bylo ve vysoké Arktidě na souši zjištěno několik





Vlevo nahoře: V sušším typu bylinné tundry jsou nápadně nízké modře kvetoucí vlčí boby arktické (*Lupinus arcticus*) ♦ V bažinaté tundře poloostrova Tuktoyaktuk jsou typické porosty suchopýru úzkolistého *Eriophorum angustifolium* subsp. *triste*, který roste i v mohutných přikopovitých lemech polygonální tundry s vyvýšenými středy, vpravo nahoře. Všechny snímky J. Ruska

druhů pavouků (*Aranea*), roztočů (*Acarina*), chvostoskoků (*Collembola*), červců (*Coccinea*), drabčků (*Staphylinidae*), všenek (*Malophaga*), všů (*Anoplura*), blech (*Siphonaptera*), chrostíků (*Trichoptera*) a motýlů (*Lepidoptera*).

Vraťme se ale poněkud jižněji do nízké Arktidy.

### Let do tundry

Během pobytu v Kanadě se mi poštěstilo pracovat i za polárním kruhem v kanadské nízké Arktidě v deltě řeky Mackenzie, na ostrově Richards Island, na poloostrově Tuktoyaktuk (čti taktajaktak) a v přechodové lesotundře i v boreálních lesích kolem hlavního města Severozápadních teritorií Inuviku a několik desítek kilometrů od něj na jih.

Své přechodné domovské pracoviště jsem měl ve Victorii na ostrově Vancouver, hlavním městě Britské Kolumbie. Tam jsem pracoval v Pacifickém lesnickém výzkumném centru, kde byla i laboratoř pro výzkum půdní fauny. Zároveň se mnou do tohoto ústavu nastoupil na sabbatical, tj. na „vědeckou dovolenou“ mimo své stálé působiště na Univerzitě v Edmontonu prof. Fred Cook, světoznámý půdní mikro-

*Suchá bylinná tundra na poloostrově Tuktoyaktuk je typická pro rovinnatý a mírně svažité terén. Dominují trávy a různé byliny. Půdy jsou zde sušší a nejsou pozměněné mrazovými vlivy*

biolog. Jezdili jsme na řadu společných terénních výzkumů, na exkurze do moderních dřevařských závodů i na velkoplošně letecky prováděné pokusy s přihnojováním horských lesních porostů. Na seminářích v ústavu jsem přiblížil i mé výzkumy vysokohorských ekosystémů ve Vysokých Tatrách, načež prof. Cook přišel s nabídkou, zda bych měl zájem podívat se do tundry v deltě řeky Mackenzie. Samozřejmě, že jsem tuto velkorysou nabídku přijal a připravoval se na práci v nízké Arktidě. Cestu jsem naplánoval na začátek července, kdy již většina území měla být bez sněhu.

Výpravu na sever jsme zahájili v Edmontonu dopravním letadlem. Pod námi se rozprostíraly obrovské rozlohy boreálního lesa protínané nejprve na sever tekoucí řekou Atabaska. Místy jsme letěli nad rozsáhlými lesními požáry, které patří v této části Kanady k pravidelným ekologickým faktorům ovlivňujícím sukcesní obnovu lesa (viz též Živa 2006, 6: 262–264). Vliv požárů na

různé složky lesních ekosystémů je proto v Kanadě předmětem vědeckého studia.

Při letu na sever se objevuje hladina Velkého Otročího jezera a za další půlhodinu velká říční stužka řeky Mackenzie, kterou jsme sledovali až do místa přistání na jižním okraji Inuviku, hlavního města Severozápadních teritorií, kde jsem čekal na dva doktorandy z Univerzity v Edmontonu, kteří zde v Arktickém Institutu pracovali na disertacích o ekofyziologickém přizpůsobení smrku černého (*Picea mariana*) a smrku bílého (*P. glauca*) arktickým mrazům. Odpoledne jsme malým dvouplošníkem pokračovali s krátkým mezipřistáním na jižním cípu Richardsova ostrova, který zprava obtéká široké východní rameno řeky Mackenzie (viz obr.), a záhy jsme letěli dál na východ nad různorodou tundrou se spoustou pravidelně kruhovitých i protáhle oválných jezer (viz obr.), mezi nimiž v rovinnatém terénu meandrovaly pomalu tekoucí říčky, po obou stranách lemované keřovitými porosty olše *Alnus crispa*. Konečně jsme přistáli na poloostrově Tuktoyaktuk, kousek od tábora ropného průzkumu; za úzkým mořským průlivem je malé eskymácké městečko stejného jména, jako má poloostrov. Těsně před přistáním jsem si všiml modrého nádechu bylinné tundry po obou stranách přistávací dráhy. Při výstupu z dvouplošníku mě jako první ze záplavy tundrových květů přivítal onen modrý nádech miniaturních, pouze 5–7 cm vysokých modrobílých vlčích bobů arktických (*Lupinus arcticus*, viz obr.). Ty mě pak provázely v bylinné tundře spolu s dalšími botanickými skvosty během celého pobytu.

Vývoj tundrových ekosystémů výrazně formují a ovlivňují vodní a teplotní poměry v půdě, což bude předmětem dalšího pokračování.