

SBORNÍK

ČESKOSLOVENSKÉ SPOLEČNOSTI ZEMĚPISNÉ

ROČNÍK 1973 • ČÍSLO 3 • SVAZEK 78

PAVOL PLESNÍK

K OTÁZKE VEGETAČNÝCH STUPŇOV A HORNEJ HRANICE LESA NA VÝCHODNÝCH ÚBOČIACH KANADSKÉJ ČASTI ROCKY MOUNTAINS

Z príležitosti 22. svetového geografického kongresu (v auguste 1972) v Kanade zasadala aj Komisia IGU pr geokológiu vysokých pohorí, v rámci ktorej sme sa zúčastnili exkurzie do kanadskej časti Rocky Mountains. Navštívili sme východný okraj pohoria. Hornú hranicu lesa ako aj lesné spoločenstvá sme mali možnosť študovať v Marmot Creek Basin a v oblasti Plateau Mountain. Okrem toho sme pozorovali vegetáciu, vrátane hornej hranice lesa a činiteľov, ktoré ju evidentne ovplyvňujú, aj pozdĺž trasy exkurzie v dolinách Kananaskis až po Highwood Pass, v doline rieky Bow a i. (Plesník 1973).

V príspevku napred podáme stručný obraz o vegetačných pomeroch navštívenej oblasti a potom sa dotkneme problémov hornej hranice lesa, aby sme hranicu lesa mohli posúdiť zo širšieho aspektu, ako súčasť vegetačnej pokrývky a zároveň ako zložku zemepisnej krajiny.

1. V drevinnom zložení lesov východnej časti kanadských Rocky Mountains suverénne dominujú ihličnaté stromy. Na niektorých, predovšetkým na zamokrených miestach, najmä pri tokoch, miestami stretávame topoľové porasty (*Populus tremuloides*), ktoré prenikajú do pohoria zo suchých predhorských oblastí. Na horských tokoch bobry z nich stavajú povestné „bobrie hrádze“ (ide o mäkké drevo, ktoré ľahšie rozhrýzú). Z ostatných druhov topoľov sa tu ešte vyskytujú topoľ balzamový (*Populus balsamifera*) a topoľ *Populus trichocarpa*. Z listnáčov prichádza ešte breza *Betula papyrifera* (Ogilvie 1968).

Najrozšírenejšou drevinou vo východnej časti kanadských Rocky Mountains je borovica Murrayova (*Pinus contorta* var. *latifolia*; podľa Klika, Šiman, Novák, Kavka 1953 *Pinus Murrayna* Balfour a Murray). Tvorí rozsiahle, obyčajne čisté lesné porasty, ktoré dominujú najmä v nižších a stredných horských polohách (foto 1). Na východných úbočiach pohoria predstavuje až 58 % drevnej hmoty o hrúbke nad 10 cm. Je výrazne svetlomilným, pionierskym druhom, ktorý neznaša zatienenie a za svoje ohromné rozšírenie vďačí v prvom rade lesným požiarom. Mladé *Pinus contorta* (do 20 r.) plodia väčšinou otvorené šišky. Po 20 roku stromy zväčša donášajú šišky, ktoré zostávajú zatvorené po dlhé desaťročia. Pri požiari živica, uzatvárajúca šišky, sa roztopí, šišky sa otvoria a uvoľnia razom obrovské množstvo semena, takže *Pinus contorta* v období 3 až 5 rokov ľahko kolonizuje plochy po požiari (Ogilvie 1972). Lesné požiare sú tu veľmi rozšíreným javom. Súvisia nielen s činnosťou človeka, ale vznikajú aj prirodzenou cestou, od blesku. Letá sú tu totiž pomerne suché. Napr. v sedle High Pass

z priemerného ročného úhrnu zrážok 922 mm len 394 mm pripadá na letný polrok (máj—október), na zimný 528 mm. Aj v Kananaskis Lakes v zimnom polroku padá (358 mm) viac zrážok než v letnom (249 mm) polroku (Some Climatic Data for the East Slopes of the Rockies in Alberta. Management Report, No 2, X. 1968). Zvlášť nebezpečné sú požiare, založené bleskom pri búrkach, sprevádzaných slabými zrážkami a silným vetrom, takže oheň sa v suchom prostredí súvislých, ľahko horľavých ihličnatých lesov rýchle šíri a nadobúda katastrofálnych rozmerov. Na vicerých miestach pozdĺž trasy exkurzie (Plesník 1973) sme videli vypálené lesné porasty od dna doliny až po hornú hranicu lesa, kde sa obyčajne udržali len solitéry alebo malé skupinky v skalných partiách. Jedno z najväčších (v dĺžke asi 10 km) dosť čerstvých lesných vyhornísk sme videli v národných parkoch Banff a Kootenay (foto 2), kde vznikol lesný požiar v júli 1968 a podarilo sa ho zahasť až po 10 dňoch (Harris 1972). Lesné požiare tu patria k najdôležitejším činiteľom, ktoré zásadne ovplyvňujú zloženie lesov.

Základnými klimaxovými drevinami horských lesov navštívenej (aj iných) oblasti sú smrek Engelmannov (*Picea engelmannii*) a jedľa plstnatoplodá (*Abies lasiocarpa* Nut.). Majú vysoké kmene s nápadne (v porovnaní s našimi smrekmi a jedlami) úzkymi korunami. Obidve dreviny sú v Rocky Mountains hojne rozšírené a vystupujú až na hornú hranicu lesa, ich výskyt sa však predsa diferencuje podľa geografických podmienok. Napr. v pohorí Front Range (v Colorado) *Picea engelmannii* vystupuje až na hornú hranicu lesa (asi v 3200 m n. m.) a prechádza postupne do krovinatých foriem (Wardle 1968). V oblastiach, kde sme študovali hornú hranicu lesa (v Marmot Creek a na Plateau Mountain) v kanadskej časti Rocky Mountains vystupuje síce vysoko a ocitá sa aj na hornej hranici lesa na miestach jej sekundárneho zníženia, ešte vyššie však vystupuje jedľa plstnatoplodá (*Abies lasiocarpa*), ktorá prechádza do nízko krovinatých až ležatých foriem nad hranicou lesa. Kým borovica Murrayova (*Pinus contorta* var. *latifolia*) ako pionierska drevina má pomerne krátky vek (200—250 rokov), *Abies lasiocarpa* žije dlhšie (300—350 r.) a *Picea engelmannii* sa dožíva do 450 až 600 rokov (Ogilvie 1972).

Ostatné dreviny sú v lesných porasoch na východných úbočiach kanadských Rocky Mountains slabozastúpené. V nízkych polohách sme nachádzali dúglasku tisolistú (*Pseudotsuga menziesii*) a borovicu ohybnú (*Pinus flexilis*), ktoré prechádzajú až do oblasti dolnej, préríjnej hranice lesa. Z ostatných smrekov sa vyskytujú ešte smrek čierny (*Picea mariana*) a smrek biely (*Picea glauca*), ktoré majú boreálne rozšírenie.

Na úzký pás rozšírenia v oblasti hornej hranice lesa sa obmedzujú borovica bielokôrá (*Pinus albicaulis*) a smrekovec Lyallov *Larix lyallii*). Prv spomenutý druh rastie napr. v oblasti hornej hranice lesa v Highwood Pass. Smrekovec Lyallov sme mali možnosť vidieť na oboch miestach (Marmot Creek a Plateau Mountain), kde sme študovali hornú hranicu lesa.

Na svahu Plateau Mountain pozdĺž cesty na vrcholovú plošinu smrekovec Lyallov vcelku je zriedkavý a smrekovcový ostrovček sme pozorovali na dne plytkej dolinky neďaleko pod hornou hranicou lesa. Na študovanej lokalite v Marmot Creek (foto 6) smrekovec Lyallov (*Larix lyallii*) je na hornej hranici lesa na niektorých miestach dosť hojný a tvorí aj hornú hranicu lesa, najmä na miestach, kde stromové porasty silno trpia vplyvom vetra (resp. vetra so snehom), na svahoch v blízkom okolí jedľové porasty, resp. skupinky vystupujú však ešte o niečo vyššie. Ak smrekovec Lyallov, podobne ako iné druhy smrekovcov je svetlomilnou, pionierskou drevinou, potom spomenutý smrekovcový ostrovček v oblasti Plateau Mountain predstavuje sekundárny porast, zmladený na

holej ploche po zničení pôvodného lesa. Ani v Marmot Creek smrekovec nevytvára súvislý vegetačný stupeň nad smrekovo-jedľovým, aj keď lokálne vytvára na hranici lesa takmer čisté porasty. Ide pravdepodobne o miesta po zničení (najmä požiarom, pretože v Marmot Creek sa údajne vôbec nepáslo, Indiáni totiž nepraktizovali salašnícky spôsob chovu oviec a dobytky na holiach nad hranicou lesa) jedľových porastov v oblasti hornej hranice lesa, resp. o stanovištia, kde tŕňomilnejšia a konkurenčne silnejšia jedľa nemôže vytvoriť súvislý zápoj korún z iných dôvodov (edafických, veterných). Tak sa nám tento problém javí na základe poznatkov, získaných na hranici lesa v rôznych pohoriach. Bolo by však ešte potrebné preskúmať dlhšie úseky hornej hranice lesa v Rocky Mountains, najmä vzťah smrekovcových a jedľových, resp. smrekovo-jedľových porastov, zistiť, či jedľové porasty (*Abies lasiocarpa*) zatláčajú smrekovcové a na akých stanovištiach.

Hornú hranicu lesa v navštívenej časti Rocky Mountains tvorí v podstatnej miere jedľa plstnatoplodá (*Abies lasiocarpa*). Ak odhliadneme od vplyvu lesných požiarov na zloženie lesných porastov, zistíme, že lesy na východných úbočiach pohoria sú slabo diferencované podľa drevín v smere nadmorskej výšky. Nepozorujeme tu také zreteľné a výrazné vegetačné stupne, reprezentované určitými lesnými drevinami, ako vo väčšine našich pohorí (dubový, bukový, smrekový, kosodrevinový stupeň). Základné klimaxové dreviny smrek (*Picea engelmannii*) a jedľa (*Abies lasiocarpa*) siahajú od hornej hranice lesa hlboko nadol, do stredných až nízkych horských polôh. Podobný jav, totiž vertikálne slabo diferencovanú lesnú vegetáciu (na vegetačné stupne), pozorujeme aj v kontinentálne podfarbených častiach vysokých pohorí v Európe. Napr. v Tatrách, najvyššej a najmasívnejšej časti karpatského oblúka silno prevláda smrek [*Picea excelsa* (LAM.) LINK], ktorý vystupuje od dna priľahlých kotlín (Liptovskej, Popradskej) až na hornú hranicu lesa (Plesník 1971a). Aj v centrálnych častiach Álp a Pyrenejí sa stretávame s obdobnými tendenciami vertikálnej diferenciácie lesov. Vo vnútorných pyrenejských dolinách (Plesník 1971b) borovicové lesy (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*) vystupujú zo dna dolín (1800–1900 m, aj nižšie) až po hornú hranicu lesa (miestami takmer do 2500 m n. m.). V centrálnych partiách francúzskej časti Álp, v oblasti Briançonu čisté smerkovcové (*Larix decidua* MILL.) lesy sa na mnohých miestach rozprestierajú od dna doliny (v nadmorskej výške 1300 m) až po hornú hranicu lesa (miestami do 2450 m n. m.). Ide o javy zapríčinené najmä veľkou výškou a masívnosťou vysokých pohorí (Plesník 1972a).

2. Celková výška hornej hranice lesa na východných úbočiach kanadských častí Rocky Mountains v zásade nezaostáva za výškou v európskych pohoriach, ak berieme do úvahy rozdiely v zemepisnej šírke u porovnávajúcich pohorí. V nižšej, okrajovej časti pohoria, v horskej partii Kananaskis, horná hranica lesa leží vo výške asi 1976 m (Kananaskis Research Forest 1968). Smerom dovnútra pohoria s rastúcimi výškami vrchov stúpa aj horná hranica lesa. V závere doliny Kananaskis už siahá až do oblasti sedla Highwood Pass, ležiacom vo výške 2206 m n. m. (Hanson 1972). V oblasti národného parku Banff, rozprestierajúceho sa na východnej strane pohoria (severne až severozápadne od Kananaskis) horná hranica lesa prebieha vo výškach od 1976 do 2280 m, zakrpatelé stromky vystupujú až do 2432 m n. m. (Ogilvie 1972; detailné, nezaokrúhlené údaje v metroch vznikli prepočtom zo zaokrúhlených nadmorských výšok, udaných v stopách).

Podľa orientačných meraní (aneroidom) horná hranica lesa na lokalite, ktorú sme navštívili v Marmot Creek siahá zhruba do 2250–2300 m, na susedných

svahoch miestami o niekoľko desiatok m ešte vyššie. Na svahu Plateau Mountain leží o niečo nižšie (ide o najvyššie siahajúce úseky hranice lesa), výškový rozdiel voči Marmot Creek však nie je podstatný.

Porovnávať výšku hornej hranice lesa v Rocky Mountains a v európskych pohoriach je veľmi zložitá a porovnanie má len orientačný charakter. Ťažko porovnávať priebeh horných hraníc lesa, zložených z rôznych drevín, ktoré majú odlišné ekologické nároky. Okrem toho je nesnadné vyhodnotiť vplyv niektorých činiteľov, ktoré zásadne ovplyvňujú (aj nepriamo) celkovú výšku hranice lesa. Ide najmä o klimatické pomery (predovšetkým o teploty v lete), podstatne ovplyvnené zemepisnou šírkou, výškou a masívnosťou pohoria, vzdialenosťou od oceána a orografickou štruktúrou, najmä orientáciou vysokých chrbtov a hrebeňov voči vetrom, ktoré prinášajú zvýšené množstvo zrážok. Pokiaľ ide o zemepisnú šírku, navštíveným lokalitám v Rocky Mountains (ležia asi na 51° s. z. š. sa najviac približujú Západné Karpaty, ktoré sa rozprestierajú na 49—50° s. z. š. Výškové rozdiely hornej hranice lesa sú medzi porovnávanými pohoriami príliš veľké, pretože najvyššie úseky klimatickej hranice lesa v našich Karpatoch dosahujú len 1730 m n. m. (na juž. úbočiach Vysokých Tatier), v niektorých nižších a menej masívnych orografických jednotkách ležia aspoň o 250 m ešte nižšie (v Krivánskej Malej Fatre). Tieto zásadné rozdiely vo výške hornej hranice lesa v Rocky Mountains a v našich pohoriach sú zapríčinené najmä rozdielnou rozlohou, výškou, masívnosťou a orografickou štruktúrou porovnávaných pohorí. Oveľa lepšie sa dá porovnať výška hornej hranice lesa vo východnej časti kanadských Rocky Mountains s Alpami, ktoré sice ležia o niečo južnejšie (44—48° s. z. š.), sú však rozľahlé, vysoké a masívne. V centrálnych častiach Álp najvyššie úseky klimatickej hranice lesa siahajú do výšky 2450—2500 m n. m., takže rozdiely vo výške lesnej hranice nie sú podstatné a ťažko odhadnúť, či jej väčšia výška v naposledy spomenutých oblastiach je zapríčinená nižšou zemepisnou šírkou a do akej miery sa tu uplatňujú iné činitele.

Zásadný rozdiel v charaktere hornej hranice lesa v navštívených častiach v Rocky Mountains v porovnaní s našimi pohoriami spôsobuje nedostatok druhov, ktoré vytvárajú súvislé husté porasty mohutných krov nad hornou hranicou lesa, ako je to v prípade kosodreviny [*Pinus mugo* ssp. *mughus* (SCOP.) DOMIN]. Dreviny na hornej hranici lesa spravidla majú veľmi dobre vyvinutú vlastnosť vegetatívne sa zmladzovať [buk — *Fagus silvatica* L., smrek — *Picea excelsa* (LAM.) LINK., kosodrevina, menej smrekovec — *Larix decidua* MILL.] z vetiev, ktoré sa steliú po zemi. Vegetatívne sa výborne zmladzujú aj dreviny na hornej hranici lesa vo východnej časti kanadských Rocky Mountains, najmä jedľa plstnatoplodá (*Abies lasiocarpa*) a smrek Engelmannov (*Picea engelmannii*), menej smrekovec Lyallov (*Larix lyallii*). V našich pohoriach nad klimatickou hranicou lesa kosodrevina, steliúca sa po zemi, prekáža dotyku smrekových vetiev so zemou, čím zabraňuje vegetatívnej zmladeniu smreka z vetiev a tým aj jeho šíreniu sa. Generatívna obnova smreka [*Picea excelsa* (LAM.) LINK.] v spomenutých polohách je slabá, najmä v dôsledku nečastého výskytu semenných rokov, takže semeno nestačí na dopĺňanie lesného porastu do tej miery, aby tento zostal zapojený. Preto dochádza k rozpadu lesa a k vzniku hornej hranice lesa. Aj v našich pohoriach však nachádzame miestami veľmi husté smrekové skupiny až ostrovky, nápadne vysoko nad klimatickou hranicou lesa, ktoré sa skladajú z nízučkých (2—3 m vysokých) smrečkov špatného vzhľadu. Nachádzame ich často v najvyšších častiach tých pohorí, kde len vrcholové partie siahajú do výšky klimatickej hranice lesa alebo ju len slabo presahujú, takže je tu nedostatok kosodreviny,

ktorá bola človekom zničená a ťažko sa regeneruje (napr. v Lúčanskej Malej Fatre), prípadne jej autochtónny výskyt je otázný a jej rozširovanie sa z umeľých výsadiieb prebieha pomaly (napr. v Hrubom Jeseníku). Stretli sme sa s nimi však aj v Nízkych Tatrách (a inde) na rozsiahlych holých plochách, kde bola kosodrevina zničená.

Nedostatok krovitých druhov (ako takých, nie tých, ktoré zo stromovitých foriem prechádzajú do krovitých) v oblasti hornej hranice lesa na lokalitách, ktoré sme študovali v Rocky Mountains, vytvára teda vhodné podmienky pre vegetatívne šírenie sa lesných drevín aj nad hornou hranicou lesa a ich prechod zo stromovitých do krovitých foriem. Na viacerých miestach sme pozorovali veľké ostrovy jedle plstnatoplodej (*Abies lasiocarpa*), v ktorých výška jediel sa s rastúcou nadmorskou výškou postupne zmenšovala natoľko, že stromovitý porast nenápadne prešiel až do krovitého bez toho, že by sa zápoj uvoľňoval. Naopak, práve jedľové kroviny boli veľmi husté a prechádzali do nízučkých, len niekoľko dm vysokých kríčkov (najmä na miestach, kde je nízka snehová pokrývka). Je tu problém s vyznačením hranice lesa. Tento jav je v súlade s koncepciou Scharfettera (1938) a Ellenberga (1966), podľa ktorej klimatická hranica lesa splýva s klimatickou hranicou stromu a lesný porast s rastúcou nadmorskou výškou sa rozpadáva len tam, kde nie je súvislá, pre strom dostávajúca pôdna pokrývka, alebo kde človek a najmä jeho dobytok poškodzuje lesný porast, takže stromy v ňom odumierajú.

Na spomenutých návštevých lokalitách, ale aj inde pozdĺž trasy exkurzie (Plesník 1973), sme pozorovali, že les sa obyčajne rozpadal na skupiny stromov alebo končil (v smere nahor) náhle pomerne vysokými stromami na celistvom hornom okraji porastu, vytvárajúc hornú hranicu lesa. Podľa informácií pracovníkov Marmot Creek Experimental Watershed v oblasti Marmot Creek nad hornou hranicou lesa sa nepáslu (pasenie býva najčastejším dôvodom pre jej zníženie v európskych pohoriach) a horná hranica lesa nebola dotknutá ani rubaním lesných porastov. Veľmi silno tu však pôsobia lesné požiare (J. G. Nelson, A. R. Byrne 1966), následky ktorých sme pozorovali na mnohých miestach v Rocky Mountains. V študovanej oblasti sme videli veľké ostrovy (foto 3) porastov jedle plstnatoplodej, ktoré v smere nahor prechádzali zo stromovitých až do krovinatých foriem. Na iných miestach sme však našli oddelené skupiny stromov, hoci medzi nimi boli plochy s dostatočne hrubou pôdou, potrebnou pre existenciu stromu. Najpravdepodobnejší dôvod rozpadu lesa (okrem skalnatých miest s nedostatkom jemnozeme) sú lesné požiare, takže les sa regeneruje diferencovane. Nemožno však vylúčiť ani iné dôvody (napr. odumretie stromových skupín, resp. ostrovkov lesa, následky dlho ležiaceho snehu, ktorý sa môže nahromadiť v medzerách medzi ostrovkami regenerujúceho sa lesa a pod.). Problém si vyžaduje podrobnejší výskum.

Návštevníka zo strednej Európy upúta priestorové usporiadanie stromov a ich vzhlad v smreko-jedlinách, resp. jedlinách (*Abies lasiocarpa*) na východných úbočiach kanadskej časti Rocky Mountains. Kým u nás v kmeňovinách sú stromy vyvetvené a majú spravidla len malú korunu na konci kmeňa, v jedlinách, resp. smrečinách, ktoré sme videli v Rocky Mountains, kmene vysokých stromov (vysokých 30 m aj viac) sú zavetvené už dolu, takmer po zem (foto 5), pričom porasty tu majú silné zakmenenie, takže kmene (aj vysoké a hrubé) sa zdajú ešte hustejšie zastúpené na plošnú jednotku než u nás. Toto silné zakmenenie je umožnené už spomenutými veľmi úzkymi korunami stromov, ktoré umožňujú lepší prístup svetla do porastu, čo má za následok ďalší, u nás nie bežný jav — vegetatívne zmladzovanie (z vetiev) v kmeňovinách.

V Marmot Creek sme si všimli, že malé (do 1—2 m výšky) jedličky v starších porastoch boli totiž zavetvené až po zem a ich prízemné vetvy po dotyku s pôdou sa zakorenili, šablovito sa ohli nahor a rástli ako nové jedličky — a to sa odohrávalo v normálne hustom lesnom poraste, ležiacom hlboko (niekoľko 100 m) pod hranicou lesa.

Výskyt niektorých životných foriem nad hornou hranicou lesa poukazuje na drsné zimy s kontinentálnym podfarbením. Ide o stolové formy a stolové formy s vrcholom, ktoré sa vyskytujú aj v našich pohoriach (Plesník 1971a), ako aj pásovité, postupne sa premiestňujúce nízucké kričkovité formy, ktoré sme doteraz nepozorovali v žiadnou pohorí.

V oblastiach s drsnými zimnými pomerami časti krov a stromčekov, vyčnievajúce nad snehom, poškodzuje vietor, vlečúc kryštály snehu po povrchu snehovej pokrývky ako aj suchosť z mrazu (Frosttroknis), rezultujúca najmä z teplotných rozdielov medzi povrchom vetiev ohriatych slnečnými lúčami a medzi veľmi studeným vzduchom nad snehom. Silno trpia najmä ihličnaté dreviny, ktoré nezahadzujú listie na zimu. Ak sú pomery nad snehovou pokrývkou extrémne nepriaznivé, všetky vetvy a vrcholky, ktoré vyčnievajú nad sneh, sú zničené, vznikajú pravé stolové formy (Plesník 1971a). Ak sú životné podmienky v zime síce veľmi drsné, ale o niečo menej nepriaznivé než v predchádzajúcom prípade, silnejším vrcholovým vetvám sa podarí preraziť cez úsek s najnepriaznivejšími podmienkami, ktorý sa rozprestiera tesne nad snehom (asi do 2—3 m nad povrchom snehovej pokrývky). Bočné vetvičky v spomenutom úseku sú zničené, takže kmienik býva holý alebo takmer holý a vetvičky sa udržia a koruna sa znovu rozvíja až nad úsekom s najnepriaznivejšími životnými podmienkami. Tak vznikajú stolové formy s vrcholom (foto 4), ktoré sa dosť často vyskytujú aj v našich pohoriach v oblasti hornej hranice lesa. Výrazné a hojne rozšírené pravé stolové formy sú vo vrcholovej oblasti Plateau Mountains, kde plochý reliéf rozsiahlej vysoko položenej plošiny umožňuje intenzívnu činnosť vetra so snehom.

Na plochom chrbte v Marmot Creek Basin nás prekvapil neobvyklý jav, ktorý sme v európskych pohoriach nevideli. Podľa výskytu periglaciálnych foriem a prítomnosti početných pionierskych rastlinných druhov (najmä *Dryas octopetala* a i.) možno usúdiť, že sneh je na vrchole chrbta v zime často sfukovaný, takže snehová pokrývka je tu nízka, prípadne na určitý čas v zime chýba. Vyskytujú sa tu nízucké porasty jedle plstnatoplodej a smrekovca Lyallovho (*Larix lyallii*), usporiadané (foto 7) do úzkych a dlhých (do 8, prípadne aj viac m) pásov. Niektoré z nich (s najnižšími, len niekoľko dm vysokými kričkami) veľmi pripomínali dlhé formy girlandových pód, s ktorými majú viacero spoločných rysov. Vznik pásov si vysvetľujeme nasledovne: vetvy na náveternej strane ako aj na bokoch krička vietor so snehom ničí veľmi silno, kým vetvy na záveternej strane jedinca sú chránené a môžu rásť do dĺžky a postupne sa zakoreniť. Tým sa kriček predlžuje v smere vetra, vytvárajúc úzky dlhý pás. Na návetrnom konci spomenutých pásov sme nachádzali usychajúce alebo už suché jedince, prípadne len zvyšky pôvodných nízuckých kmienikov. Niekde len korene prezrádzali, že až sem kedysi siahal pásik jedle plstnatoplodej (obr. 1). Na



1. Schéma krovitého pásu jedle plstnatoplodej (*Abies lasiocarpa*). Odumreté kričky, resp. len ich pníky a korene prezrádzajú postupný ústup krovitého pásu na náveternej strane.

prednej, náveternej strane je kričok intenzívne ničeny a hynie, na záveternej strane sa predlžuje a zakoreňuje, takže sa postupne presúva v smere vetra. Pásky sú usporiadané husto vedľa seba, oddelené spravidla holými, štrkovitými pásmi (resp. pásmi so štrkovitým povrchom a riedkou, nezapojenou bylinnou vegetáciou) a sú vcelku rovnobežné, usporiadané v smere vetrov, ktoré sú rozhodujúce pre ich vznik.

Na navštívených lokalitách v oblasti hornej hranice lesa v Rocky Mountains sú pomerne slabo rozšírené bajonetové a iné formy stromov, ktoré vznikajú v dôsledku odlomenia vrcholových vetiev, oťažených obyčajne námrazou. Rozšírenie týchto foriem v rámci našich a iných pohorí ukazuje na úzky súvis s výskytom námrazy. Napr. vo Vysokých Tatrách s kontinentálne podfarbeným podnebí (ide o „vysokohorskú“ kontinentalitu v rámci pohorí) je podstatne slabší výskyt bajonetových foriem smreka (Plesník 1971a), než napr. v Krivánskej alebo aj v Lúčanskej Malej Fatre. Zvlášť silné deformácie smrekov v dôsledku námrazy a ťažkého snehu sme videli na Brockene v Harzi, čo tu iste súvisí s oceánickejším podnebí s miernejšími a vlhšími zimami. Vo Vysokých Tatrách výskyt námrazy v oblasti hornej hranice lesa je hodne slabší (v porovnaní napr. s Malou Fatrou). Aj keď menší výskyt a slabšia výraznosť bajonetových a im podobných foriem na východných úbočiach kanadskej časti Rocky Mountains môže súvisieť aj s inými okolnosťami (napr. s väčšou pružnosťou a vôbec s väčšou odolnosťou príslušných lesných drevín voči zlomeniu), predsa je v súlade s ostatnými javmi, ktoré sú odrazom kontinentálneho podfarbenia podnebia danej oblasti.

Hornú hranicu lesa v časti Rocky Mountains, ktorú sme navštívili, hodne znižujú lavíny. Lavínové dráhy sa vyskytujú pomerne husto, a zbiehajú hlboko do lesných porastov. Pozorovali sme to nielen v doline Kananaskis, ale aj Bow, v národných parkoch Banff a Kootenay. Prekvapili nás lavínové dráhy aj poniže krátkych a nie príliš strmých svahov, na miestach, na akých by sme v našich pohoriach nepredpokládali pád lavíny, hoci u nás padá viac zrážok (s ohľadom na príslušnú nadmorskú výšku). Z toho vyplýva, že tu musia pôsobiť ďalšie faktory, umožňujúce vznik lavín. Ide predovšetkým už o spomenuté rozdelenie zrážok, z ktorých až 60 % padá v zimnom období. Počas dlhej a drsnej zimy sa nahromadí množstvo snehu, ktorý pri náhlom oteplení (počas krátkeho prechodu zo zimy do leta) sa ľahko dáva do pohybu. Určitú úlohu pri vytváraní lavínových podmienok môžu hrať aj krátke oteplenia vplyvom vetra chinook (föhnového charakteru), prichádzajúceho od Tichého oceána, kedy povrch snehovej pokrývky napred zmäkne, potom ale zamrzne a vytvorí veľmi labilný podklad pre ďalšie vrstvy snehu, ktoré sa naň nahromadia.

Hornú hranicu lesa v Rocky Mountains všeobecne silno ovplyvňujú aj sústavné podmery. Východné úbočia kanadskej časti pohoria majú veľmi perstré geologické zloženie. Zvlášť silno sú zastúpené paleozoické série, z ktorých odolnosťou vynikajú mohutné pruhy najmä paleozoických masívnych vápencov, dolomitických vápencov a dolomitov (Map 1265 A, 1266 A Geology, Canmore 1:50 000), vyvetrávajúcich v podobe skalných štítov, hradieb, hrebeňov (foto 1, 2, 3, 5) a iných skalných makroforiem. Divokosť reliéfu zvyrazňujú následky ľadovcovej činnosti. Zvislé, viac sto m vysoké skalné steny, strmé skalné zrážky s mohutnými sutinami v pásoch vystupujúcich odolných karbonátových komplexov sa bežne vynárajú z lesnej pokrývky, výrazne znižujú hornú hranicu lesa, takže jej edafický resp. orografický typ je tu hojne rozšírený. Aj pre túto časť pohoria pomenovanie „skalnaté vrchy“ (Rocky Mountains) je naozaj príliehavé.

- ELLENBERG H. (1966): Leben und Kampf an der Baumgrenze der Erde. Naturwissenschaftl. Rundschau, Bd. 19, Heft 4, 133—139.
- HANSON W. R. (1972): Alpine to grassland tour High Altitude Geocology. Commission IGU, aug. 4, 1972. Nepublikovaný sprievodca k exkurzii. Calgary.
- HARRIS S. A. (1972): Vermillion Pass Fire Study. Nepublikovaný sprievodca k exkurzii Komisie IGU pre geológiu vysokých pohorí (Calgary, 1.—8. VIII. 1972).
- Kananaskis Research Forest. Roger Duhamel, F. R. S. C. Ottawa 1968 — Cat. No. Fo — 42-3868.
- KLIKA J., ŠIMAN K., NOVÁK F. A., KAVKA B. (1953): Jehličnaté. Praha 311 s. Map 1265 A, 1265 B, Geology (1:50 000). Canmore 1970.
- NELSON J. G., BYRNE A. R. (1966): Fires, Floods and National Parks in the Bow Valley, Alberta. Geographical Review. Vol. LVI (1966), s. 226—38.
- OGILVIE R. T. (1972): The Mountain Forest and Alpine Zones of Alberta. Calgary (nepublikovaný rukopis, rozmnožený pre účastníkov zasadania Komisie IGU pre geológiu vysokých pohorí v Calgary 1.—8. VIII. 1972).
- PLESNÍK P. (1971a): Horná hranica lesa vo Vysokých a v Belanských Tatrách. Bratislava 238 s.
- PLESNÍK P. (1971b): Différenciation verticale et horizontale des formations forestières des Pyrénées. Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, T. 42, Fasc. 1, s. 31—48.
- PLESNÍK P. (1972a): Obere Waldgrenze in den Gebirgen Europas von den Pyrenäen bis zum Kaukasus. Geocology of the High-Mountain Regions of Eurasia. Erdwissenschaftliche Forschung, Bd. IV, s. 73—92. Wiesbaden.
- PLESNÍK P. (1972b): Some problems of the timberline in the Rocky Mountains. Boulder, Colorado (v tlači).
- PLESNÍK P. (1973): Sympózium o geoekológii vysokých pohorí (1.—8. VIII. 1972 v Calgary). Geografický časopis XXV:2:166—175.
- SCHARFETTER R. (1938): Das Pflanzenleben der Ostalpen, Wien.
- Some Climatic Data for the East Slopes of the Rockies in Alberta. Management Report, No. 2, X. 1968.
- WARDLE P. (1968): Engelmann spruce (*Picea engelmannii* ENGEL.) at its upper limits on the Front Range, Colorado. Ecology, Vol. 49, No. 3, Late Spring.

ZUR FRAGE DER VEGETATIONSSTUFEN UND DER OBEREN WALDGRENZE AN DER OSTABDACHUNG DES KANADISCHEN TEILES DER ROCKY MOUNTAINS

Die wichtigsten Klimaxgehölze der Wälder im Ostteile der kanadischen Rocky Mountains sind die Tanne *Abies lasiocarpa* und die Fichte *Picea engelmannii*. Sie steigen (besonders *Abies lasiocarpa*) von den Talsohlen bis zur oberen Waldgrenze auf. Im Bereich der oberen Waldgrenze kommen, hier und da, auch die Lärche *Larix lyallii* (Photo 6) und die Föhre *Pinus albicaulis* vor, sie bilden aber keinen zusammenhängenden vertikalen Gürtel, keine ausgeprägte Vegetationsstufe oberhalb der Tannen-Fichtenstufe. In der vertikalen Richtung werden die Wälder wenig differenziert (nach der Gehölzzusammensetzung) ähnlich, wie in der Zentralpartien der europäischen Hochgebirgen (der Alpen, der Pyrenäen, der Westkarpaten).

In den heutigen Gebirgswäldern ist die Föhre *Pinus contorta* var. *latifolia* (Photo 1) am meisten vertreten (58 % der Bestände mit Stammdiameter 10 cm mindestens). Sie stellt ein Pioniergehölz dar, welches die Waldbrandflächen sehr rasch kolonisiert (Ogilvie 1972), reine oder fast reine Waldbestände bildend. Die Waldbrände sind in den Ostrandteilen des Gebirges sehr häufig. In mehreren Gebirgstteilen haben wir umfangreiche (oft von der Talsohle bis zur Waldgrenze) niedergebrannte Waldbestände beobachtet (Photo 2). Das Feuer breitet sich in den ausgedehnten zusammenhängender Nadelwäldern sehr rasch, besonders im Sommer, wann relativ trockenes Wetter zu herrschen pflegt (der grössere Teil der Niederschlagssumme fällt hier im winterlichen Halbjahr). Die Waldbrände werden nicht nur durch die Menschentätigkeit, sondern auch (oft) durch den Blitz verursacht, besonders während der regenarmen Gewitter.

Die grössten symmorphologischen Unterschiede zwischen der oberen Waldgrenze in den besuchten Gebirgstteilen der Rocky Mountains und in den mitteleuropäischen Hochgebirgen liegt darin, dass im früher genannten Gebirge kein Holzart, welcher oberhalb der Waldgrenze nur in Strauchform, nur als Krummholz (wie zum Beispiel

Pinus mugo ssp. *mughus* in den Karpaten) vorkommt. Die dichten Latschenbestände verhindern im Bereich der klimatischen Waldgrenze in den mitteleuropäischen Hochgebirgen die niedrigsten Fichtenäste den Boden zu berühren und sich einzuwurzeln. Da die vegetative Verjüngung (durch das Einwurzeln der Äste) der Fichte verhindert wird, zerfallen die Waldbestände und entsteht die klimatische Waldgrenze.

In den besuchten Gebirgstteilen der Rocky Mountains, wo keine Strauchgattungen (die nur in Strauchform vorkommen, mächtigere Strauchbestände bildend) im Bereich der oberen Waldgrenze vorhanden sind und deswegen keine Hindernisse der vegetativen Verjüngung im Wege stehen, gehen die hochstämmigen Waldbestände ganz allmählich bis in die niedrigen Strauchformationen (ohne Kronenschluss zu lockern) über, am öftesten handelte es sich hier um die Tannen- (*Abies lasiocarpa*), weniger um die Lärchensträucher (*Larix lyallii*). Also, in diesem Falle ist die klimatische Waldgrenze problematisch oder vielmehr mit der Baumgrenze indentisch (Ellenberg 1966).

Auf einem flachen windexponierten Rücken in Marmot Creek haben wir sehr merkwürdige parallele Strauchstreifen beobachtet (Photo 7). Es handelt sich um lange (bis 8 m oder noch mehr) und niedrige Tannen- und Lärchensträucher (*Abies lasiocarpa* und *Larix lyallii*). Die niedrigsten, nur einige dm hohe Strauchstreifen ähneln den langen Girlandenböden. Auch in der Entwicklung beider erwähnten Erscheinungen sind einige gemeinsame Züge zu beobachten. Die Entstehung der Strauchstreifen hängt besonders mit den Schnee- und Windverhältnissen zusammen. Die Strauchstreifen liegen in der Windrichtung. Auf der Luvseite des Strauchstreifens dulden die Äste und Stämmchen sehr stark und sterben ab (Abb. 1). Auf der Leeseite wachsen die Äste viel besser, sie verlängern sich und wurzeln sich ein, so dass der Strauchstreifen in der Windrichtung sich verlagert.

Texte zu den Aufnahmen:

1. Die Föhrenwälder (*Pinus contorta* var. *latifolia*) stellen die verbreitetsten Waldbestände an der Ostabdachung des kanadischen Teiles der Rocky Mountains. Kanadisches Tal.
2. Die niedergebrannten Waldbestände (im Hintergrund). Der Waldbrand wurde durch den Blitz im Juli 1968 verursacht und hat die Wälder auf etwa 10 km langer Fläche in den Nationalparks Banff und Kootenay (Kanada) vernichtet.
3. Die obere Waldgrenze in Marmot Creek (etwa 2250 m. ü. M.), im Wesentlichen durch die Lärche (*Larix lyallii*) gebildet.
4. Die Bauminseln der Tanne *Abies lasiocarpa* gehen mit steigender Meereshöhe allmählich bis in die niedrigen Strauchformen (im oberen Hangteil) über. Marmot Creek [kanadischer Teil der Rocky Mountains].
5. Die Waldbestände (*Abies lasiocarpa* und *Picea engelmannii*) haben relativ grosse Bestockung, wegen der sehr schmalen, schlanken Kronen ist der Waldbestand licht und die Baumkronen reichen fast bis zum Boden Nationalpark Kootenay.
6. Wipfeltischform der Tanne *Abies lasiocarpa*. Marmot Creek [kanadischer Teil der Rocky Mountains].
7. Die Strauchstreifchen der Lärche (*Larix lyallii*) oberhalb der Waldgrenze. Am windexponierten Rande (links) dulden die Sträucher sehr stark und sterben ab, am Leerande des Strauchstreifchens wachsen die Äste gut und wurzeln sich ein. Infolgedessen verlagert sich allmählich das Strauchstreifchen in der Windrichtung. Marmot Creek (die kanadischen Rocky Mountains).

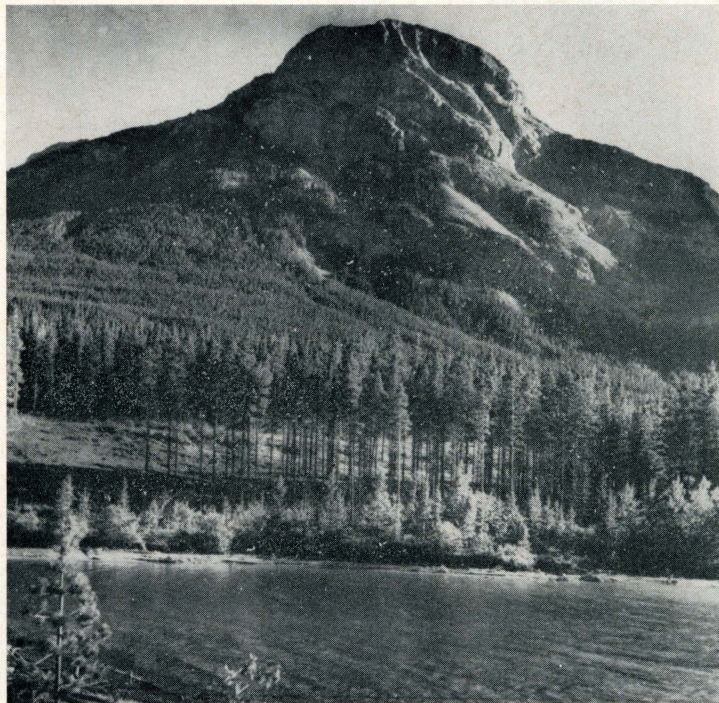
(Photo 1—7 P. Plesník)

Zur Abbildung im Texte:

1. Das Schema eines Tannenstrauchstreifchens (*Abies lasiocarpa*). Die abgestorbenen Strauchstämmchen, eventuell nur ihre Stümpfchen und Wurzeln verraten den allmählichen Rückzug des Strauchstreifchens auf seiner Luvseite.

K článku P. Plesníka: K otázke vegetačných stupňov a hornej hranice lesa na východných úbočiach kanadskej časti Rocky Mountains

1. Borovicové lesy (*Pinus contorta* var. *latifolia*) sú najrozšírenejšími lesnými porastmi na východných úbočiach kanadskej časti Rocky Mountains. Dolina Kananaskis.



2. Vypálené lesné porasty požiarom, ktorý vznikol od blesku v júli 1968 a zničil lesy v dĺžke asi 10 km v národných parkoch Banff a Kootenay, Kanada.

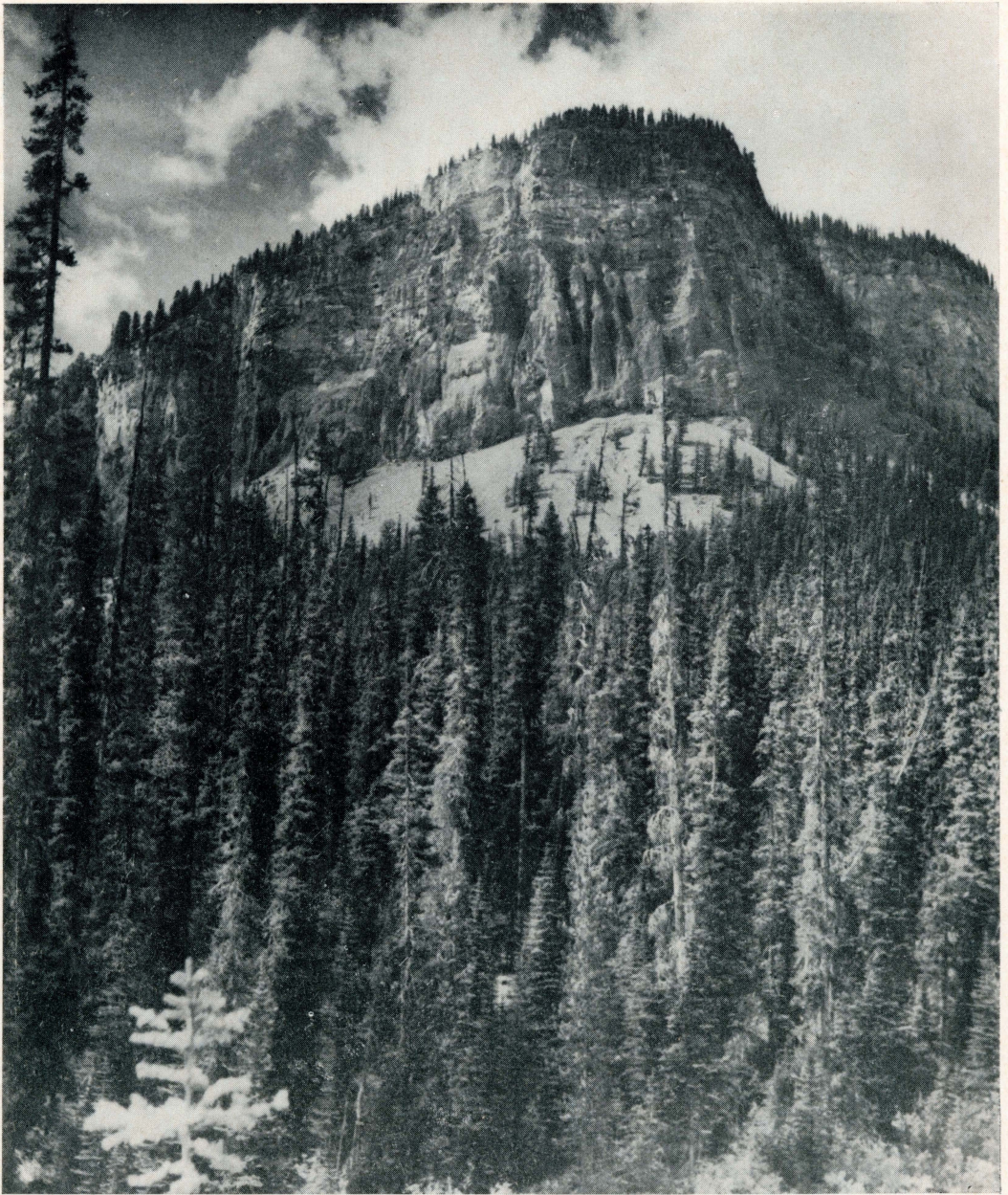




3. Ostrovky stromov jedle plstnatoplodej (*Abies lasiocarpa*) v smere nahor postupne prechádzajú až do nízkokrovitých foriem (v hornej časti svahu). Marmot Creek, kanadská časť Rocky Mountains.



4. Stolová forma s vrcholem u jedle plstnatoplodej (*Abies lasiocarpa*). Marmot Creek, kanadská časť Rocky Mountains.



5. Lesné porasty (jedľa plstnatoplodá — *Abies lasiocarpa*; smrek Engelmannov — *Picea engelmannii*) majú pomerne veľké zakmenenie, stromy sú však zavetvené takmer po zem, pretože ich koruny sú veľmi úzke, štíhle. Národný park Kootenay, Kanada.



6. Horná hranica lesa v Marmot Creek (asi 2250 m n. m.). Tvorí ju v podstatnej miere smrekovec Lyallov (*Larix lyallii*).
7. Krovité pásy smrekovca Lyallovho nad hornou hranicou lesa sa postupne premiestňujú. Na náveternom konci pásu (na obr. vľavo) kry sú vetrom a snehom ničené a hynú, na závetrnom konci pásu vetvy dobre rastú a tie, ktoré ležia na zemi sa zakoreňujú. Marmot Creek, kanadské Rocky Mountains. (Foto 1—7 P. Plesník)

