

PAVOL PLESNÍK

VPLYV GEOMORFOLOGICKÝCH POMEROV NA HORNÚ HRANICU  
LESA VO VYSOKÝCH TATRÁCH

A strongly dissected glacial relief is fully reflected also in the course of the upper timber-line in the High Tatra. The various forms of rock in the trough area on the southern side of the mountain range lower the upper timber-line usually only little under 1 500 m, whereas on the northern and northeastern side, where deep troughs run lower, the rocky scarps of troughs lower the timber-line in some places downward under 1 300 m. In glacial valleys opened to south on the southern side of the mountain range, the climatic timber-line is lowered at most 70 – 80 m owing to influence of concave form of valleys, while on the northern side of the mountain range, in the deep troughs orientated to north, the timber-line lowers as many as 150 m. The reduction of the timber-line on uparched forms (summits, ridges, crests) owing to influence of summit conditions, of which mostly wind and snow participate, is represented by values from 0 to 40 m.

V teoretických a metodických otázkach odkazujeme čitateľa na práce o hornej hranici lesa, najmä z roku 1956 (14) a 1959 (15), v otázke geografických pomerov Vysokých Tatier predovšetkým na práce Lukniša (8, 9) a Klimaszewského (5, 6). Reliéf vplýva na hornú hranicu lesa, a to nepriamo, najmä cez pôdne a klimatické pomery, vo Vysokých Tatrách glaciálna morfológia však do takej miery zvyrazňuje jednotlivé zložky zemepisnej krajiny, že aj jej vzťah k priebehu a charakteru hornej hranice lesa je očividný. Z celého komplexu morfológických javov sa najviac uplatňujú rôzne skalné formy, vyhlbené glaciálne tvary a vyklenuté formy (hrebene, chrby, kopce). Dotkneme sa aj vplyvu lavín na hornú hranicu lesa, pretože ich rozšírenie úzko súvisí s reliéfom.

Glaciálny reliéf vo Vysokých Tatrách sa vyznačuje hojným výskytom rozmanitých *skalných útvarov*, zráznych skalnatých svahov a brál, skalných stien a stupňov, blokovísk a pod., kde sa ťažko vytvára pôdna pokrývka s dostatočným obsahom jemnozeme, potrebné na rozvoj lesnej vegetácie. Vcelku možno konštatovať, že hrúbka a rozsah pôdneho krytu na skalných formách určuje mieru zníženia hornej hranice lesa. Na veľmi strmých stráňach, kde sa striedajú pôdne ostrovčeky s holými skalnými ploškami, lesné porasty vyznievajú v smere nahor pomalšie, tvoriac výbežky, ostrovčeky až skupiny stromov a solitéry s nepravidelným rozložením (obr. 1). Preto pásmo boja býva široké a hranica lesa menej výrazná. Takéto pomery často nachádzame pri okrajoch trógov (Prostredný hrebeň, Mlynár, Patria a i.).

Ľadovcom silno podtaté svahy s vysokými skalnými stenami a bralami nedovoľujú rozvoj lesných porastov, ktoré sa končia spravidla náhle pri päte brál, vytvárajúc typickú orografickú hranicu lesa (prívlastok „orografickú“ používame len s ohľadom na všeobecné používanie pojmu v literatúre, hoci nie je vhodný, pretože ide o vplyv geomorfologických



Obr. 1. Horná hranica lesa na strmom bralnom svahu Mlynára (Bielovodská dolina vo Vysokých Tatrách). Foto P. Plesník.

pomerov). Veľká výška stromov (často až vyše 20 m) na hranici lesa prezrádza, že ide o polohy hlboko pod klimatickou hranicou lesa, takže klimatické podmienky pre rast stromu a lesa sú ešte relatívne priaznivé, a nie sú príčinou vzniku hranice lesa. Miera zníženia hornej hranice lesa závisí od nadmorskej výšky päty príslušnej skalnej steny. Vo veľkých trógoch s nízko ležiacim dnom (Bielovodská dolina, Mengusovská dolina, Dolina Roztoky — svahy Opaloneho, Dolina Rybieho potoka — svah Žabieho a i.) skalné steny výrazne znižujú hornú hranicu lesa, často pod 1500 m, zriedkavejšie pod 1400 m a v Bielovodskej doline miestami až pod 1300 m n. m.

Obdobne pôsobí aj bralný reliéf so skalnými stupňami, zrázmi a stenami, ktorý sa viaže na vyvetrávajúce odolné mezozoické série, vo Vysokých Tatrách sa však menej uplatňujú a ako činiteľ, výraznejšie znižujúci hornú hranicu lesa, prichádza do úvahy v skupine Širokéj (najmä na Zámkoch).

Výrazne *vhlbené tvary* ľadovcového reliéfu spôsobujú klimatické inverzie, ktoré znižujú priebeh hornej hranice lesa. Slnko tu neskôr vychádza a skôr zapadá, často sa v nich hromadí ťažší chladnejší vzduch, vo zvýšenej miere sa hromadí sneh, ktorý sa tu neskôr roztopí, čím sa oneskoruje a výrazne skracauje vegetačná doba. Všetky spomenuté okolnosti zhoršujú rastové podmienky lesa a znižujú jeho hornú hranicu.

O vplyve vhlbených tvarov na priebeh hornej hranice lesa nachádzame zmienku aj v literatúre. Pokles hornej hranice lesa v dolinách si všimol už Fries (4, str. 154) a nazval ho dolinným javom (Talphanomen). Veľký význam pripisuje vetru, ktorý najsilnejšie prúdi stredom doliny (v prípade, že fúka pozdĺž doliny), pretože na okrajoch ho brzdia nerovnosti svahov (4, str. 155). Niet pochyby o tom, že ladovcové doliny usmerňujú časť vzdušných prúdov, o čom svedčí napr. výskyt zástavovitých foriem korún, ktoré sú však rozložené nielen na dne, ale aj na svahoch dolín. Väčšie rozdiely v ošlahaní korún pozorovať u malých smrečkov, jednostranne obrúsených snehovými kryštálkami, vlečenými vetrom, ako pri pravých zástavovitých formách. To nasvedčuje skutočnosti, že podstata zníženia hornej hranice lesa na dne dolín v porovnaní so svahmi spočíva v nepriaznivejších teplotných pomeroch dna trógov a karov. Schröter (18, str. 30—31), odvolávajúc sa na Reishauera, spomína prípady zo Stubaiských Álp a zo skupiny Adamello, kde rozdiely vo výške hranice lesa na dne doliny a na svahoch sú často až 200—300 m, pričom horná hranica lesa vo zvýšenej miere klesá v dolinách, v pozadí ktorých sú ladovce.

Na vplyv dolín v Tatrách poukazuje Kotula (7). Dôležitú úlohu (okrem iných už spomenutých činiteľov) prikladá plesám ako rezervoárom dlhotrvajúcich ladov a veľmi studenej vody, ktoré silno znižujú teplotu vzduchu. Ako príklady, kde zo spomenutých príčin kosodrevina schádza až k plesám, uvádza (okrem Morského Oka a Popradského plesa) aj Štrbské pleso (7, str. 27). Pri pozornejšej obhliadke lokality a logickej úvahe ľahko možno usúdiť, že výskyt kosodrevinových enkláv v oblasti Štrbského plesa zapríčínujú extrémne hydrologicko-pôdne podmienky. Vysoký les na nezamokrených úsekoch schádza až ku brehom plesa, kým kosodrevinové porasty sa viažu na zamokrené miesta s vrstvou rašeliny, a to nielen pri plese, ale aj ďaleko od neho, v hĺbke lesných porastov. Rozdiely medzi výškou hornej hranice lesa na dne dolín a na najbližších chrbtoch uvádza Sokołowski (19, str. 82—88). Väčšinu tatranských dolín zoradil do dvoch tabuliek podľa polohy dolín. V desiatich (z dvadsiatich, ktoré uvádza Sokołowski) dolinách sú rozdiely od 44 do 70 m, v štyroch dolinách sa pohybuje od 103 (Veľká studená) do 250 m (Dolina Morského Oka), v Javorovej je 151 a v Kačej (záver Bielovodskej doliny) 218 metrový rozdiel medzi výškou hornej hranice lesa na dne a najbližšom chrbte. Ide o rozdiely vo výškach súčasnej hranice lesa a výsledok vplyvu nielen klimatických, orografických, ale aj hospodárskych vplyvov. Výškové rozdiely hornej hranice lesa vo Vysokých Tatrách uvádzajú aj Fekete—Blattny (3, str. 213) a Blattny—Šťastný (2, str. 69). Horná hranica medzernatého lesa podľa nich prebieha v údoliach v 1439, na hrebeňoch Vysokých Tatier v 1479 m n. m., stromová hranica však prebieha podľa nich vyššie v dolinách (v 1458 m) ako na hrebeňoch (1451 m), čo je v rozpore s doterajšími poznatkami o klimatickej hranici lesa a stromu v našich oblastiach.

Detailnejšie vyhodnotiť zákonitosť klesania hornej hranice lesa v trógoch Vysokých Tatier sťažujú viaceré okolnosti. Dná trógov pre dobrú prístupnosť oddávna vypásali pastieri, takže v niektorých dolinách je hranica lesa všeobecne druhotne znížená (Javorová, Kôprová, Furkotská, Bielovodská dolina a i.). Svahy trógov sú spravidla veľmi strmé až zvislé a skalnaté, takže neposkytujú podmienky pre rozvoj lesných porastov, potrebných na porovnanie. Okrem toho situáciu komplikujú hrubé sutiny (hojne padajú zo zvetrávajúcich prilahlých brál a skalných stien trógov), hrubobalvanovité morény a blokoviská, ktoré prekážajú rozvoju zapojeného lesa. Preto údaje o miere zníženia hranice lesa v dôsledku vplyvu vyhlbených glaciálnych tvarov vo Vysokých Tatrách sú len orientačné, odvodené z rozdielnych vzrastových pomerov jednotlivých stromov, ojedinele aj skupín stromov až lesných porastov.

Glaciálny reliéf Vysokých Tatier s hojnými trógmami a karmami tak silno pôsobí na

Tabuľka 1

Stanica	Nadm. výška m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Myšlienické Turnie	1360	-5,0	-5,3	-2,7	1,2	6,1	10,3	12,3	12,0	8,4	7,4	0,2	-1,8	3,4
Morskie Oko	1400	-6,0	-6,3	-3,4	0,4	4,9	9,4	11,4	11,0	7,6	4,1	-0,2	-2,5	2,5
Hala Gąsienicowa	1520	-5,8	-6,1	-3,6	0,2	4,9	9,2	11,1	10,8	7,2	4,3	-0,6	-2,6	2,4
Lomnický štít	2633	-11,6	-12,0	-9,4	-6,4	-1,6	2,5	4,3	3,9	0,8	-1,9	-6,0	-8,5	-3,8

Tabuľka 2

Stanica	Nadm. výška m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Štrbské Pleso	1330	-5,5	-5,2	-2,3	1,9	7,3	10,3	12,2	11,7	8,6	4,1	-0,6	-3,7	3,2
Popradské Pleso	1513	-6,0	-5,6	-3,5	0,5	5,5	8,7	10,8	10,1	6,9	3,0	-1,3	-4,2	2,1
Skalnaté Pleso	1778	-6,2	-6,1	-4,1	-0,2	-4,8	7,7	9,8	9,5	6,3	2,7	-1,9	-4,4	1,5
Lomnický štít	2633	-10,6	-10,9	-9,1	-5,5	-0,7	1,8	3,8	4,0	1,2	-2,1	-6,7	-9,2	-3,7
Tatranská Lomnica	850	-5,4	-3,9	0,1	5,0	10,4	13,2	15,0	14,4	10,9	6,0	0,5	-3,2	5,2

klimatické, najmä teplotné pomery, že sotva môžeme na rozdiel od iných našich pohorí hovoriť o kompaktných vertikálnych pásmach, ale skôr o lokálnom termickom režime dolín, karov, štítov a pod., pričom režimy vhlbených foriem sa navzájom odlišujú, pretože sú veľmi závislé od tvaru doliny, najmä od jej hĺbky a šírky. Porovnajme napr. priemerné teploty vzduchu (°C) v jednotlivých mesiacoch za obdobie 1951—1960 (11) na Morskomo Oku ležiacom vo veľmi výraznej glaciálnej znížene, s Halou Gąsienicowou, nachádzajúcou sa v plytšej a širšej doline a s Myślenickými Turniami, kde má klimatická stanica svahovú polohu (tab. 1).

Podobne, aj keď nie tak výrazne ako pri uvedených staniaciach v poľskej časti Tatier, sa prejavujú teplotné rozdiely na južnej strane Vysokých Tatier. Priemerná teplota vzduchu (°C) za obdobie 1901—1950 podľa jednotlivých mesiacov v údolnej stanici Popradské Pleso a na Štrbskom a Skalnatom Plese, ktoré majú polohu svahových staníc, sa uvádza v tab. 2 (17).

Ak v staniaciach na južnej strane Tatier porovnáme priemernú teplotu vzduchu v júli, ktorý je vzhľadom na hornú hranicu lesa zo všetkých mesiacov najreprezentatívnejší, v dôsledku čoho sa v literatúre aj najčastejšie uvádza priebeh hornej a polárnej hranice lesa do vzťahu s júlovou izotermou 10° (prípadne blízko tejto hodnoty), vidíme, že v úseku Tatranská Lomnica—Lomnický štít priemerná teplota vzduchu v júli za obdobie 1901—1950 klesá so vzrastajúcou nadmorskou výškou v priemere o 0,62° na 100 m, v úseku Skalnaté Pleso—Lomnický štít pokles je rýchlejší (0,70°), kým v úseku Tatranská Lomnica—Skalnaté Pleso spomenutá teplota klesne v smere nahor v priemere len 0,56° na 100 m. Spôsobuje to náhly pokles teplôt vo vrcholovej oblasti Lomnického štítu v dôsledku vplyvu vrcholových podmienok, ktoré všeobecne nepriaznivo vplyvajú na rastové pomery stromovej vegetácie, preto aj horná hranica lesa, ako to uvidíme v ďalšej časti práce, v oblasti vrcholov a hrebeňov klesá.

Pokles priemernej teploty vzduchu v júli na Štrbskom Plese, ktoré má svahovú polohu, je v porovnaní s Tatranskou Lomnicou 0,58° na 100 m, čo je malý rozdiel od hodnôt v úseku Tatranská Lomnica—Skalnaté Pleso (0,56°). Ak však porovnáme teplotné pomery staníc Štrbské a Popradské Pleso, zistíme, že priemerná teplota vzduchu v júli (za spomenuté obdobie) klesne pri výstupe o 183 m (výškový rozdiel staníc) až o 1,4°, čo predstavuje pokles o 0,76° na 100 m. Spôsobuje to poloha stanice Popradského Pleso v glaciálnej doline. Pokles priemernej teploty vzduchu v júli o 1,4° (rozdiel medzi Štrbským a Popradským Plesom) v svahovej polohe by sme mohli predpokladať asi o 246 m nad stanicou Štrbské Pleso, čiže vo výškach asi 1576 m n. m., čo predstavuje „zníženie“ v dôsledku vplyvu doliny o 63 m.

Aj výška a charakter hornej hranice lesa v Mengusovskej doline v hrubých črtách súhlasí s touto skutočnosťou. V oblasti Popradského Pleso, kde dno doliny je dosť široké (½ až ¾ km) a hĺbka doliny dosahuje asi 400 m, výbežky pomerne zachovalej hranice zapojeného lesa na morénach (obr. 2) pod Popradským hrebeňom siahajú do 1560 m n. m., pričom najvyššie smrek v polohách, chránených pred intenzívnym účinkom vetrov, dosahujú na okraji lesa v 1560 m výšku do 18—20 m a ojedinele ešte viac (málo nad hornou hranicou zapojeného lesa, vo výške 1563 m, som našiel smrek 23,9 m vysoký), čo prezrádza, že aj najvyššie ležiaci úsek okraja lesa leží ešte hlboko pod klimatickou hranicou lesa, pretože klimatické podmienky rastu sú tu ešte relatívne dobré a v 1560, ani v 1563 m n. m. nie sú pre les limitujúcim faktorom.

Na južnej strane Popradského hrebeňa, teda nad spomenutým cípom lesa, som ešte vo výške 1674 m n. m. medzi skalnými stupňami v polohe, chránenej pred vetrami, našiel mladší smrek, vysoký 14,8 m. Na južnom svahu susednej Ostrvy ide hranica zapojeného smrekového lesa do 1670 m n. m., blízko hrany trógu Mengusovskej doliny smrek



Obr. 2. Horná hranica lesa v Mengusovskej doline (Vysoké Tatry). Foto P. Plesník.

mladšieho veku a dosť ošľahané vetrom v 1650 m dosahujú až 17 m, čo prezrádza, že rastú ešte dosť nízko pod klimatickou hranicou smrekového lesa, ktorá tu siaha asi do 1700 m n. m., klimatická hranica zapojeného smrekovo-limbového lesa ide ešte o niekoľko málo desiatok metrov vyššie (otázku rekonštrukcie pôvodnej hranice lesa vo Vysokých Tatrách riešim v pripravovanej publikácii o hornej hranici lesa vo Vysokých

a Belanských Tatrách). Pri zohľadnení vzťahu medzi výškou a vekom porovnávaných smrekov, vplyvu vetra a lokálnych pôdnych pomerov vychádza rozdiel maximálnej výšky hranice lesa na dne trógu a na blízkyh južných svahoch asi 70—80 m ako výsledok zníženia vplyvom konkávneho tvaru doliny. Vzhľadom na značnú hĺbku doliny zníženie hornej hranice lesa je v porovnaní s inými dolinami, obrátenými na sever, relatívne malé, treba však brať do úvahy, že Mengusovská dolina v oblasti Popradského Plesa je dosť široká a otvorená k juhu, čo znižuje nepriaznivý vplyv doliny na rastové pomery stromovej vegetácie. Sokołowski (19, str. 83) uvádza rozdiel medzi nadmorskou výškou na dne Mengusovskej doliny a najbližšieho chrbta 66 m, pre porovnanie však berie svah Gerlachu, kde stanovil výšku hornej hranice lesa v 1579, a nie susedný svah Ostrvy, kde vystupuje aj dnešná hranica lesa takmer o 100 m vyššie (ako je jeho údaj zo svahu Gerlachu), kde však, ako sám spomína (19, str. 67), neuskutočnil výskum hranice lesa. Spomenutý údaj Sokołowského (rozdiel 66 m), ktorý nie je ďaleko od skutočnosti, je však viac dielom náhody, pretože neporovnával klimatickú hranicu lesa ani na svahu Gerlachu, ani v Mengusovskej doline, ale dnešnú, ktorá má edafický typ a leží hlboko pod klimatickou a okrem toho ani jeho údaj o výške hranice lesa na dne doliny nebol správny.

Zníženie hornej hranice lesa vplyvom konkávných tvarov povrchu na severnej strane Vysokých Tatier, kde sú trógy a kary rozsiahle a hlboké, je ešte výraznejšie ako na ich južnej strane. Porovnávať údaje zo staníc na poľskej strane s južnými úbočiami Vysokých Tatier, môžeme len orientačne, pretože ide o údaje z rozdielneho obdobia. Údaje zo stanice Lomnického štítu za obdobie 1951—1960 v tabuľke spolu s poľskými stanicami som uviedol len pre hrubé porovnanie.

Nápadne nízku priemernú teplotu vzduchu vzhľadom na svoju nadmorskú výšku má stanica Morské Oko. Hoci leží len o 40 m vyššie ako stanica Myšlenické Turnie, rozdiel spomenutej teploty v júli za obdobie 1951—1960 je až 0,9°, čo je zapríčinené polohou v hlbokoj glaciálnej doline s masou studených vôd. Preto priemerná teplota vzduchu v júli za spomenuté obdobie je na Morskom Oku len o 0,2° vyššia (a vo viacerých mesiacoch dokonca nižšia) ako na Hali Gąsienicowej, ktorá leží až o 120 m vyššie, nemá však tak výraznú dolinnú polohu ako Morské Oko.

Na dne hlbokých trógov, orientovaných k severu alebo k iným, vzhľadom na rozvoj lesa nepriaznivým svetovým stranám, klimatická hranica lesa prebieha nápadne nízko. V závere Bielovodskej doliny, na severnom svahu pod skalným uzáverom, oddeľujúcim Kačiu dolinu, klimatická hranica smrekového lesa dosahovala, prípadne len málo presahovala 1500 m n. m. Naproti tomu na svahu neďalekého Žabieho vystupuje horná hranica zapojeného smrekovo-limbového lesa do 1650 m n. m., smreký na hranici lesa sú však ešte vysoké (v 1642 m som našiel smrek, výška 18,2 m), takže klimatická hranica lesa tu leží ešte o niekoľko desiatok metrov vyššie. Zníženie klimatickej hranice lesa v dôsledku nepriaznivého vplyvu reliéfu v hlbokých trógoch na severných úbočiach Vysokých Tatier dosahuje (prípadne až presahuje) 150 m.

*Vyklenuté formy* reliéfu, ako sú osamelé vrcholy, slemená chrbtov, hrebene, hrany trógov a pod., nepriaznivo vplývajú na rastové podmienky stromovej vegetácie v dôsledku účinku vrcholových podmienok, ktoré predstavujú celý komplex činiteľov. Odráz zhoršených rastových pomerov na vegetácii na vrcholoch sa v literatúre všeobecne označuje ako vrcholový jav (Gipfelphänomen). V komplexe vrcholových podmienok sa prejavujú najmä škodlivé mechanické a fyziologické účinky vetrov, ktoré majú prístup z viacerých strán. Pôdy bývajú plytké, vysychavé, bez prísunu živín zhora. Lesné porasty tu mávajú horšiu bonitu, stromy krpaté a často majú pokrivené, málo tvárne kmene. Horná hranica lesa na konvexných tvaroch povrchu preto klesá (19, str. 102—103; 15, str. 165).





Obr. 3. Glaciálne doliny sa vyznačujú klimatickými inverziami. Veľká studená dolina (Vysoké Tatry) pri pohľade zo svahu Slavkovského štítu. Foto P. Plesník.

Z komplexu vrcholových podmienok v oblasti hornej hranice lesa sa obyčajne výrazne uplatňuje nepriaznivý vplyv vetra, často v súčinnosti so snehom (obrusovanie). Zníženie hornej hranice lesa v dôsledku vrcholových podmienok prichádza do úvahy najmä v severovýchodnej až severnej časti Vysokých Tatier, kde sú už rázsochy nižšie a po dĺžke viac rozčlenené, takže najvyššími partiami zasahujú na väčších úsekoch zhruba do výšok hornej hranice lesa, v dôsledku čoho sa vrcholové podmienky môžu uplatniť vo väčšom rozsahu.

Miera zníženia hornej hranice lesa v dôsledku vplyvu vrcholových podmienok na karbonátových substrátoch sa zväčšuje v porovnaní s kyslými podkladmi. Zapríčiňujú to spravidla väčšie rozdiely v mechanickom, najmä však v chemickom zložení pôd na vrchole, či hrebeni a pôd na svahu blízko pod vrcholom na vápencoch a dolomitoch ako pri pôdach na kyslých substrátoch. Usudzujeme tak zo skutočnosti, že výška stromu



s rastúcou nadmorskou výškou klesá v oblasti vrcholov rýchlejšie na vápencoch a dolomitoch ako na granodioritoch. V oblasti hornej hranice lesa v našich podmienkach na vrcholoch, slemenách chrbtov a pod. dochádza k vylúhovaniu rendzín a k zakysleniu pôd aj na karbonatických substrátoch, pretože vylúhované dvojmocné bázy sa nemôžu dopĺňať pre nemožnosť prísunu karbonatického štrku zhora, kým na svahu sa môžu dopĺňať zo skeletu, ktorý sa dostáva do pôdy z vyššie ležiacich partií svahu. Preto sa rozdiely v minerálnej sile pôd smerom k vrcholom zväčšujú intenzívnejšie na vápencoch a dolomitoch ako na kyslých podkladoch, rýchlejšie ochudobnenie pôd smerom k vrcholu sa silnejšie odrazí na poklese výšky stromu smerom k vrcholu, takže miera zhoršenia rastových podmienok stromovej vegetácie, a tým aj miera zníženia hornej hranice lesa je väčšia na vápencoch ako na granodiorite, aj keď karbonatické substráty sú vcelku priaznivejšie pre výšku hornej hranice lesa ako kyslé podklady. Výškový efekt zníženia klimatickej (termickej) hranice lesa vplyvom vrcholových podmienok v severovýchodnej časti Vysokých Tatier s ohľadom na menej výraznú exponovanosť voči vetrom dosahuje do 40 m.

Reliéf vplýva na priebeh hornej hranice lesa aj cez veterné pomery. Mohutný a vcelku kompaktný hlavný hrebeň Vysokých Tatier o veľkej relatívnej, ako aj absolútnej výške, ktorý s výnimkou východného a západného okraja a kratšieho úseku medzi Velickým a Javorovým štítom neklesá pod 1300 m n. m., podstatne ovplyvňuje vzdušné prúdenie na južných a severných úbočiach pohoria. Intenzívne vplýva na výskyt vetrov, najmä padavého charakteru, ktoré veľmi výrazne postihujú lesné porasty. Pri vpádoch chladnejšieho vzduchu často spôsobujú veľké škody na južnej strane Vysokých Tatier. Kalamitné padavé vetry sa môžu vyskytnúť aj v kratších intervaloch, v priebehu niekoľko málo rokov a obzvlášť veľké účinky na lesy nadobúdajú v prípade, že prichádzajú v čase výdatnejších zrážok, pretože stromy v rozmoknutej pôde sú voči vývratom menej odolné.

Padavé vetry postihujú oblasť hornej hranice lesa najmä na juhovýchodných úbočiach priliehajúcich k úseku hlavného hrebeňa, kde má smer JZ-SV a je orientovaný kolmo k severozápadným vetrom. Mechanicky a fyziologicky účinné vetry nielenže znižujú rast stromu, vytvárajúc zástavovité a iné formy, ale na miestach, kde hlboko nadol zasahujú pleistocéne blokoviská, znižujú hornú hranicu lesa aj vývratmi. V oblasti klimatickej hranice lesa, kde majú porasty zvýšenú stabilitu v dôsledku slabšieho zápoja, prípadne skupinovitej štruktúry, ako aj nižšieho vzrastu, vývraty sú tu vcelku zriedkavé. Naproti tomu na miestach, kde nepriaznivé pôdne pomery stláčajú horný okraj lesných porastov hlboko (až 200 m) pod klimatickú (termickú) hranicu lesa, stromy poniže edafickej hranice v dôsledku priaznivejších teplotných podmienok rastú rýchlejšie, stromy dosahujú väčšiu výšku a plnší zápoj, strácajú na stabilite, takže vietor ich ľahko vyvalí, čím pomocou vývratov stláča nadol hornú hranicu lesa. Padavé vetry majú vplyv aj na drevinné zloženie lesných porastov tak, že odstraňujú konkurenčne silnejší smrek (*Picea excelsa* LINK.) a uvoľňujú miesto svetlomilným drevinám, najmä smrekovcu (*Larix decidua* MILL.), limbe (*Pinus cembra* L.) a breze plstnatej (*Betula pubescens* EHRH.).

Reliéf vplýva na priebeh hornej hranice lesa sčasti aj cez lavíny. Väčšina lavínových dráh vo Vysokých Tatrách sa končí nad hornou hranicou lesa, takže nezasahuje lesné porasty. V hlbokých ľadovcových dolinách s nízko položeným dnom (Bielovodská, Javorová, Kôprová dolina) masy snehu nahromadeného vo väčších žľaboch zbiehajú po zráznom svahu trógu nízko, spravidla až na dno doliny, takže citeľne zasahujú lesné porasty, mnoho ráz až poniže 1300 m n. m. Silno lavínózne sú napr. svahy v oblasti Morského Oka (obr. 4), kde Zaruski (20, str. 32) v máji 1909 napočítal cez deň 600 lavín.



Obr. 4. Lesné porasty pri Morskom Oku (Vysoké Tatry) silno trpia účinkom lavín.  
Foto P. Plesník.

Ďalšou oblasťou lavín zasahujúcich lesné porasty sú hladké periglaciálne svahy. Na hladkých, nedávno ešte intenzívne vypásaných svahoch v mezozoickej časti pohoria značný podiel na vzniku lavín má aj človek odstránením lesných a kosodrevinových porastov. Časť lavínových dráh na spomenutom území (na východnej strane Zadnej kopy, na severnom svahu Košiara — nad Suchou poľanou a i.) regeneráciou rastlinnej pokrývky po zákaze pasenia zanikne, pretože horná hranica lesa sa zvýši a pás boja sa dostane (prípadne sa takmer dostane) do výšok, kde sa lavíny odtrhujú. Na južných úbočiach Vysokých Tatier sa výskyt lavín viaže na široké a vcelku hladké periglaciálne svahy, kde obyčajne vznikajú mohutné lavíny s dlhými a širšími dráhami, zasahujúcimi hlboko pod hornú hranicu lesa (najmä na južnom svahu Kriváňa, Sedielka, Ostrvy, Klina a Lomnického hrebeňa).

Hoci medzi vegetáciou a reliéfom je len nepriamy vzťah, vo Vysokých Tatrách reliéf vplýva na hornú hranicu lesa tak výrazne, že jej vtíska svoju pečať. Veľká absolútna a relatívna výška pohoria so silno rozčleneným glaciálnym reliéfom zvýrazňujú mnohé prvky zemepisného prostredia a dávajú tatranskej prírode osobitný ráz, ktorý sa plne odráža na hornej hranici lesa, takže nemá obdobu v ani jednom z našich pohorí. Kým

celková výška klimatickej (termickej) hranice lesa závisí predovšetkým od charakteru klímy, priebeh prirodzenej hranice lesa v detailoch, najmä jej výrazné vertikálne kolísanie, do značnej miery ovplyvňujú geomorfologické pomery, v prvom rade výrazný glaciálny reliéf Vysokých Tatier.

#### LITERATÚRA

1. Blahout M., Pacl J., *Problémy a perspektivy protilávínovej ochrany v Tatranskom národnom parku*. Sbor. prác o Tatr. nár. parku, 8, 1965. — 2. Blattný T., Šťastný T., *Prírodné rozšírenie lesných drevín na Slovensku*. Bratislava 1959. — 3. Fekete L., Blattný T., *Die Verbreitung der forstlich wichtigsten Bäumen und Sträucher im Ungarischen Staate*. I. Bd. Selmechánya, 1914. — 4. Fries Th., *Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden*. Upsala et Stockholm 1913. — 5. Klimaszewski M., *Morfologia zamknięcia Doliny Bielej Wody w Tatrach*. Ochr. Przyr. 19. — 6. Klimaszewski M., *Zarys rozwoju rzeźby Tatr*. Tatr. Park Narodowy, Kraków 1962, 105–124. — 7. Kotula B., *Rozmieszczenie roślin naczyniowych w Tatrach*. Kraków 1889–1890. — 8. Lukniš M., *Náčrtok geomorfologie Tatier*. Príroda Tatranského nár. parku, Martin 1956, 45–76. — 9. Lukniš M., *Reliéf a rozčlenenie kvartérnych útvarov vo Vysokých Tatrách a na ich predpoli*. Geologický zborník X, 233–268, Bratislava. — 10. Myczkowski S., *Wpływ lawin śnieżnych na lasy Tatrzańskiego Parku Narodowego w Dolinach: Rybiego Potoku, Roztoki, Waksmundzkiej i Panszczyci*. Ochrana przyrody 28.

11. Orlicz M., *Klimat. Tatr*. Tatrzański Park Narodowy, Kraków 1962, 15–70. — 12. Pacl J., *Lávínové územie v zbernej oblasti rieky Belej*. Zemepisný zborník SAV III. — 13. Petrovič Š., *Podnebie v Tatranskom nár. parku*, Martin 1956, 95–109. — 14. Plesník P., *Horná hranica lesa v Krivánskej Malej Fatre*. Lesnícky časopis II, č. 2. — 15. Plesník P., *Die obere Waldgrenze in den Westkarpaten*. Wissenschaftliche Zeitschrift der M. Luther Univ. Halle–Witt., Math.-Nat. VIII, č. 2. — 16. Plesník P., *Horná hranica lesa na Velkom Choči*. Geografický časopis XVIII, č. 1. — 17. *Podnebí ČSSR*. Tabulky. Praha 1960. — 18. Schröter C., *Das Pflanzenleben der Alpen*. Zürich 1926. — 19. Sokołowski M., *O górnej granicy lasu w Tatrach*. Kraków 1928. — 20. Zaruski M., *Jeden dzień przy Morskim Oku*. Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego. T. 31.

Recenzoval E. Mazúr

Pavol Plesník

#### EINFLUSS DES RELIEFS AUF DIE OBERE WALDGRENZE IN DER HOHEN TATRA

Das Relief wirkt auf den Verlauf der oberen Waldgrenze indirekt, hauptsächlich durch die klimatische- und Bodenverhältnisse. Aus dem Relief kommen zur Geltung verschiedene Felsenformen, an denen sich schwer die Bodendecke hält, weiter durch die Gletscher ausgehöhlte Formen, welche die Vegetation durch klimatische Elemente beeinflussen und gewölbte Oberflächenformen, welche die obere Waldgrenze durch Gipfelbedingungen herabsetzen.

Das Glazialrelief mit seinen steilen Felsenklippen, untergeschnittenen Hängen, Felsenwänden- und -stufen, periglazialen Blockmeeren und anderen Felsenformationen besonders in granodioritischen Teil der Hohen Tatra zerstört die zusammenhängende Walddecke und setzt ihre obere Grenze herab. Das Mass der Herabsetzung der oberen Waldgrenze hängt eng mit der Bodenhöhe der Trogen und Karren zusammen. Während an der Südseite des Gebirges die Felsenwände der Trogen die obere Waldgrenze gewöhnlich nur wenig unter 1500 M. ü. M. drücken, an den Nord- und Nordostabhängigen des Gebirges, wo die Trogen herabgestiegen sind, drücken die Felsenklippen der Gletschertäler die obere Waldgrenze an manchen Stellen bis unter 1300 M. ü. M. nieder.

In den tiefen Gletschertrogen und Karren kommt es häufig zu klimatischen Inversionen, die sich an der Vegetation abspiegeln, so dass die klimatische Waldgrenze in diesen Formationen in der Regel sinkt. Die Sonne geht später auf und früher ab, es häuft sich kühlere und schwere Luft, es häuft sich der Schnee der später auftaut, dadurch verspätet und verkürzt sich die Vegetationsperiode usw. Das Mass der Herabsetzung der oberen Waldgrenze hängt in der Regel von der Tiefe und Breite des Troges, so wie von seiner Orientation ab. Auf Grund des Temperaturvergleiches der verschiedenen klimatischen Stationen, die in Gletschertälern und an Abhängen untergebracht sind, weiter auf Grund der Analyse der Wachstumsverhältnissen durch biometrische Methoden (Plesník 1956 und 1959) wurde festgestellt, dass die klimatische Waldgrenze in den Trogen an der Südseite des Gebirges in Folge des Einflusses der konkaven Form des Tales herabgesetzt ist, im Vergleich zu den benachbarten Abhängen — in den tiefen Trogen bis 70—80 M. In den tiefen N bis NO orientierten Trogen, die an der Nord- bis Nordostseite der Hohen Tatra liegen, erreicht die Herabsetzung der klimatischen Waldgrenze bzw. übersteigt die 150 M.

Die gewölbte Oberflächenformen wie Gipfel, Gebirgsrücken- und kämme wirken sehr ungünstig auf das Wachstum des Waldbestandes durch seine Gipfelbedingungen, die man in der Literatur als Gipfelphänomen bezeichnet. Von den Gipfelbedingungen im Gebiet der oberen Waldgrenze in der Hohen Tatra wirkt am stärksten der Wind. Am meisten leiden die Waldbestände an den Gebirgskämmen im Winter, in Folge des Wirkens von Wind und Schnee. Die Herabsetzung der klimatischen (thermischen) Waldgrenze unter dem Einfluss der konvexen Oberflächenformen äussert sich am meisten im nordöstlichen und nördlichen Teil der Hohen Tatra, wo die Bergzweige niedriger und länglich mehr gegliedert sind. Die Herabsetzung der oberen Waldgrenze durch die Gipfelbedingungen ist hier zwar mannigfaltig, im Ganzen aber kleiner und bewegt sich von 0 bis 40 M.

Das Relief wirkt markant auf den Verlauf der oberen Waldgrenze auch durch die Windverhältnisse. Der hohe und kompakte Hauptkamm der Hohen Tatra verursacht das häufige Vorkommen starker Winde, oft mit Fallcharakter, am meisten an der Süd- und Südostseite des Gebirges. Am stärksten werden vom Wind die Bestände der oberen Waldgrenze an den südöstlichen Hängen der Hohen Tatra betroffen, die sich an den Teil des in Richtung SW-NO gelegenen und senkrecht zu den nordwestlichen Winden orientierten Hauptkamm binden. Der Wind setzt nicht nur die obere Waldgrenze ab, sondern wirkt auch auf die Waldzusammensetzung. Der Wind beseitigt nämlich die konkurrenzstärkere Fichte (*Picea exelsa* (LAM) LINK), so dass mehr Platz für die konkurrenzschwächere, lichtliebende Gehölze bleibt wie Lärche (*Larix decidua* MILL.), Birke (*Betula pubescens* EHRR), Zirbelkiefer (*Pinus cembra* L.) und andere. Obwohl die sonnigen Südhänge besser der lichtliebenden Lärche entsprechen als die Nordhänge, hängt das häufige Vorkommen der Lärche an den Südhängen eng mit dem Vorkommen der Blockmeeren und Windschlägen zusammen.

Die morphologischen Verhältnisse der Hohen Tatra werden auch stark von den Lavinien beeinflusst. Die Lavinien, welche die obere Waldgrenze herabsetzen, kommen am meisten an den steilen Hängen der Trogen und an den glatten periglazialen entwaldeten Abhängen vor. Die Waldbestände werden am meisten in den Gletschertälern mit niedrigen Talboden von Lavinien betroffen, da die Schneemassen, die sich in den grösseren Rinnen anhäufen am steilen Hang bis an den Trogboden heruntergleiten, so dass die Waldbestände dadurch bis mehr als 400 M unter der klimatischen Waldgrenze getroffen werden.

Aus dem Slowakischen übersetzt von J. Kováčsová

Abb. 1. Obere Waldgrenze am steilen Klippenhang des Mlynár (Das Bielovodská Tal in der Hohen Tatra). Foto: Plesník.

Abb. 2. Obere Waldgrenze im Mengusovská Tal (Hohe Tatra). Foto: Plesník.

Abb. 3. Glazialtäler, in denen klimatische Inversionen vorkommen. Die Veľká studená dolina (Hohe Tatra), ein Blick vom Slavkovský Spitze. Foto: Plesník.

Abb. 4. Waldbestände beim Morské Oko (Hohe Tatra) die stark von den Lavinien beschädigt werden. Foto: Plesník.