

PAVOL PLESNÍK

VPLYV VETRA NA TVAR KORUNY A KMEŇA SMREKOV V OBLASTI HORNEJ HRANICE LESA V KRIVÁNSKEJ MALEJ FATRE

Táto práca je doplnkom mojej štúdie *Horná hranica lesa v Krivánskej Malej Fatre* (7). Materiál som získal prevažne ešte r. 1952 a r. 1953 a doplnil som ho terénnym výskumom v lete r. 1956 a vo februári r. 1957. Práca súvisí aj s ostatnými mojimi prácami o Krivánskej Malej Fatre, najmä však so štúdiou *Geografia lesov Krivánskej Malej Fatry* (6), kde vo všeobecnej časti sa práve zaoberám veternými pomermi Krivánskej Malej Fatry.

Vzťah vetra k hornej hranici lesa je veľmi komplikovaný. Vietor tu pôsobí rozličným spôsobom: mechanicky (olamuje vetvičky, spôsobuje vývraty a i.), fyziologicky (zväčšuje transpiráciu a tým rýchlejší prúd živín v kmeni; môže však pôsobiť zhubne tým, že zapríčiňuje príliš veľkú stratu vody a i.), ekologicky (vysušaním pôdy a i.), erozívnu činnosťou, rozširovaním semien atď. Pre detailnejšie zachytenie vplyvu vetra boli by potrebné dlhodobejšie merania, ako aj pozorovania jeho vplyvu na vegetáciu za určitých poveternostných situácií. Nemohol som skúmať vplyv vetra uvedeným spôsobom. Musím sa preto obmedziť len na zachytenie a analýzu určitých javov v oblasti hornej hranice lesa. Javy sú síce výsledkom komplexného vplyvu činiteľov, vietor však hrá tu dominujúcu úlohu. Preto v tejto práci sa budem zaoberať najmä tromi otázkami: 1. vplyvom vetra na tvar koruny smreka, 2. vplyvom vetra na tvar a stavbu kmeňa smreka, 3. smerom stromových zástav a ich výskytom v oblasti hornej hranice lesa.

1. VPLYV VETRA NA TVAR KORUNY SMREKA V OBLASTI HORNEJ HRANICE LESA

V dôsledku činnosti vetra vytvárajú sa u smreka (*Picea excelsior*) obyčajne dve formy korún, veľmi charakteristické pre oblasti hornej hranice lesa, a to stolová a zástavovitá.

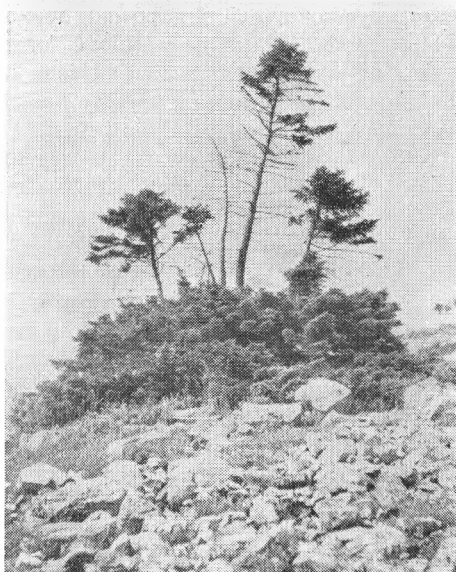
Stolová forma smrekových korún (názov podľa poľskej literatúry „stolowa forma“, ktorú spomína M. Sokołowski (9) z oblasti hornej hranice lesa, alebo „stolowa postać drzew“, uvedená W. Szaferom (11), o ktorej sa zmieňuje z oblasti polárnej hranice lesa a ktorá je veľmi podobná formám na hornej hranici lesa) vyznačuje sa tým, že svieže a relatívne dlhé vetvy siahajú v spodnej časti kmeňa len do určitej výšky, kde sa náhle končia. Podľa údajov v literatúre výška živých vetiev vo všeobecnosti súhlasí s priemernou výškou snehovej pokrývky, prípadne s výškou susediacich kosodrevinových porastov. Nad hornou úroveň živých vetiev kmene sú buď úplne holé, alebo majú odumreté a ešte perzistujúce, prípadne už odlomené vetvičky. Živé vetvy sú obyčajne až na vrcholku kmeníka (obr. 1).

Uvedená forma smrekov je v oblasti hornej hranice lesa všeobecne rozšírená. Mnohí autori jej venovali pozornosť. Názory na jej vznik však nie sú jednotné. Vznik holej časti kmeňa sa obyčajne vysvetľuje mechanickým účinkom vetra za spolupôsobenia snehového (prípadne ľadového) závesu. Kým sú vetvy vo vrcholovej časti mladé a krátke, sú odolnejšie voči zlomeniu. Ich rastom do dĺžky predlžuje sa vlastne rameno páky, takže zmrznuté vetvy sa pod tlakom snehu ľahšie odlomia. Niektorí autori (Michaelis) však pripisujú väčší význam suchosti v zime, iní vetru, ktorý vlečúc snehové kryštáliky po povrchu snehovej vrstvy, ľahko poškodzuje vetvičky, najmä ihličie.

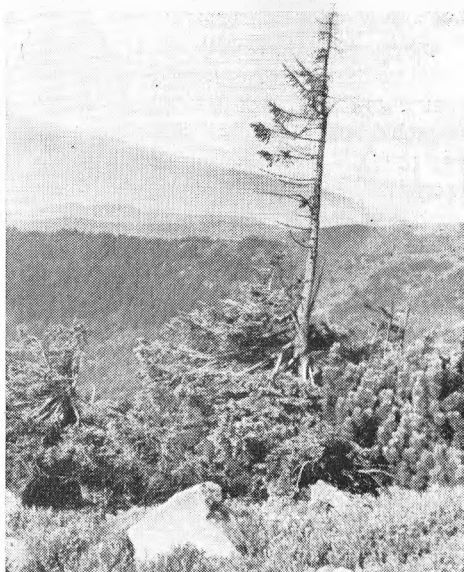
Ak porovnáme vysokohorské oblasti našich pohorí s morskými pobrežiami, kde sa tak isto vyskytujú časté a silné vetry, vidíme do určitej miery podobné zjavy spôsobené vetrom. V tesnej blízkosti nízkych plochých a silne veterných pobreží obyčajne nerastú stromy. Jednotlivé kry ostávajú celkom nízke a siahajú len do určitej výšky, kde sa náhle končia, akoby boli zostrihnuté. Do určitej miery pripomínajú sústavne zostrihávaný živý plot. Vplyvom silných vetrov odumierajú vrcholové vetvičky. V dôsledku toho vypučia bočné vetvy, takže sa vytvára systém veľmi hustých vetiev. Pod ochranou týchto nízkych krovín môžu na záveternej strane vyrásť susedné kričky už trochu vyššie než predchádzajúce, čím sa výška krov s rastúcou vzdialenosťou od pobrežia zväčšuje. Napríklad F. Runge v práci (8) uvádza niekoľko podobných prípadov. Na sever od obce Hoorn na Terschellingu, asi 300 m od otvoreného pobrežia, okraj borovicového lesa je vysadený pásom jelší (*Alnus glutinosa*). Na okraji sú jelše veľmi silne obrúsené a dosahujú výšku 1 m, teda asi veľkosť susedných tráv a bylín. Smerom od okraja pásu veľkosť jelší rýchlo stúpa (dosahujú výšku vyše 3 m). Pri pobrežiach okraj lesa býva lemovaný dosť širokým pásom krovín, ktorých výška smerom od okraja stále rastie, až postupne dostávajú stromový habitus a prechádzajú v les. V takých prípadoch sa hovorí o maritimnej hranici lesa (12), na vzniku ktorej má značný podiel činnosť vetrov.

V Krivánskej Malej Fatre som sledoval otázku vzniku stolových foriem. Najčastejšie sa vyskytujú na holiach v oblasti hornej hranice stromu, v pásme boja. Dĺžka vetiev, najmä tých, ktoré sa stelú po zemi, býva značná (až do 6 m). Výška, do ktorej siahajú živé vetvy, je rôzna. Veľmi záleží na polohe lokality. Na severozápadnej strane hlavného hrebeňa, najmä na vypuklých terénnych tvaroch vystavených vplyvu vetrov od juhozápadu až západoseverozápadu, stolové formy sú málo výrazné a nízke (v prípade, že tu niet rozsiahlejších porastov kosodreviny). Smrečky tu javia tendenciu skôr vytvárať zástavovité formy, prípadne kombinované formy; dolná časť koruny má stolovú, horná zástavovitú formu (obr. 2). Podobne je to aj na juhovýchodnej strane pohoria, na tých svahoch rázsoch, ktoré sú pod vplyvom severozápadných vetrov prevaliacich sa hrebeňom, najmä však výraznejšími sedlami (Smilovské sedlo medzi Veľkým Fatranským Kriváňom a Chlebom, sedlá medzi Hromovým a Stohom, sedlo v oblasti záveru Belskej doliny).

Na stanovištiach uprostred kosodrevinových porastov živé vetvy siahajú zhruba do 100—150 cm (zriedka i niečo vyššie), na holiach bez kosodreviny stolové formy sú spravidla nižšie (obyčajne 50—100 cm). Výška smrekových kmeňov nad vrstvou živých vetiev býva v oblasti hornej hranice stromu malá (do 3—4 m); kmene, zbavené sviežich vetiev, obyčajne usychajú (často po zlomení vetrom za pomoci snehového závesu). Z pozostalej časti kmeňa znovu vyráža vrcholová vetva alebo sa vzpriami niektorá z bočných vetiev a preberie funkciu vrcholovej vetvy; aj tieto sú postihnuté podobným osudom ako predchádzajúce. V dôsledku toho dolná,



Obr. 1. Stolová forma smreka nad hornou hranicou stromu. JZ svah Úplazu.
Fotografia: P. Plesník.



Obr. 2. Stolová forma kombinovaná so zástavovitou. Rázsocha od Chleba na J.
Fotografia: P. Plesník.

husto zavetvená časť kmeňa sa dlhšie udržiava pri živote, stále hrubne, takže kmeň sa na hornom okraji stolovej formy koruny nápadne a náhle stenší (obr. 3).

Stolové formy korún som však našiel aj hlbšie v pásme vysokohorských smrečín, do 200 m pod klimatickou hornou hranicou lesa. Na viacerých miestach som ich našiel aj v starších (do 120 rokov) zapojených smrekových porastoch. Napríklad v Studenci na severnom svahu Mojského grúňa vo výške 1330—1380 m n. m. som našiel niekoľko smrekov, ktoré mali kmeň zo všetkých strán veľmi husto zavetvený do výšky 100—120 cm. Prízemné vetvy boli na niektorých smrekoch ešte svieže, na iných preschnuté alebo celkom suché. Nad výškou 110—120 cm bol kmeň úplne bez vetiev s hladkou kôrou. Vlastná koruna začala nasadzovať postupne, a to vo výškach 2,5—3,5 m, vetvy však neboli tak nahustené ako v prízemnej časti kmeňa. Výška smrekov bola od 17 do 22 m, hrúbka do 40 cm, vek od 80 do 120 rokov. Zjav je veľmi nápadný. Zrejme ide o akési „fosílné“ formy koruny. Ich stolová forma vznikla ešte v dobe, keď na uvedenom mieste bola ešte hoľa, takže smrek, ktorý som spomenul, rástli buď v skupinkách, alebo ojedinele a bojovali o existenciu. Tejto skutočnosti nasvedčujú aj iné okolnosti: Pri skúmaní veku a rozloženia jedincov vidieť, že smrekový porast, hoci už zapojený, javí stopy skupinkovitej štruktúry a je rôznoveký. Okrem toho na stromoch badať znaky po niekdajšom poškodení, pravdepodobne od pasúceho sa dobytku (obr. 4).

Uvedené skutočnosti nasvedčujú tomu, že stolové formy smrekov v oblasti hornej hranice lesa a stromu sú skôr spôsobované mechanickým poškodzovaním a odstraňovaním ihličiek z vetiev, ako aj poškodzovaním samotných vetvičiek vetrom, najmä za pomoci snehových kryštálikov, než snehovým (prípadne ľadovým) zá-

vesom a odlomením za pomoci vetra. Ak by mal byť rozhodujúci naposledy menovaný činiteľ, ťažko by sme si vedeli vysvetliť uvedené „fosílné“ stolové formy u starších a dosť vysokých smrekov, pretože snehový záves so zväčšujúcim sa ramenom páky (predlžovaním vetiev) a teda možnosť odlomenia vetiev by musela pôsobiť stále aj vo väčších výškach nad snehovou pokrývkou; v takom prípade by sa musela inak vyvinúť koruna smrekov rastúcich oveľa nižšie, než je hranica stromu. Prerušená koruna vo výškach 110—350 cm skôr súhlasí so skutočnosťou, že obrusovanie vetrom so snehom (Schneegebläse) najviac pôsobí vo výške snehovej pokrývky a tesne nad ňou.

Do uvedenej koncepcie zapadá aj ďalšia skutočnosť: Pri vývoji stolových foriem u mladých smrečkov v oblasti hornej hranice stromu pomerne zriedka pozorovať odlomené vetvičky alebo jazvy po nich na kmeni. Naproti tomu nad vrstvou živých vetiev často sa na kmeni vyskytujú suché, prípadne polosuché vetvičky bez ihličia. Aj to by potvrdzovalo oprávnenosť názoru, že pre vznik a vývoj stolových foriem najdôležitejším činiteľom je poškodzovanie a odstraňovanie ihličia vetrom a snehom.

Ak porovnáme jednotlivé smrekky so stolovými formami, vidíme, že stupeň obrusenia koruny nie je rovnaký. Na niektorých kmeňoch smrečkov proces odstraňovania ihličia už dávno prebehol, takže kôra je hladká, kým u iných jedincov proces sa len začína. U neskôr menovaných smrečkov časť koruny v pásme výbrusu je ešte živá (obyčajne len na jednej strane), časť vetiev je už suchých, prípadne polosuchých. Pritom odumreté sú nielen väčšie vetvy, ale aj drobné mladšie vetvičky vyrastajúce na kmeni. Z toho vyplýva, že proces poškodzovania ihličia a vetiev a ich odumierania neprebíha sústavne a rovnako intenzívne. Obdobia s podmienkami normálneho vývoja koruny sú z času na čas prerušované obdobiami, keď sú vetvy v pásme výbrusu intenzívne ničené. Pribeh počasia v jednotlivých rokoch, najmä v zime, je zaiste dôležitým činiteľom pri vzniku stolových foriem smrekov. Pritom je dôležitá najmä častosť výskytu tých situácií ovzdušia, pri ktorých prebieha intenzívne poškodzovanie ihličia a vetiev. Napríklad v lete 1956 som našiel mnoho smrečkov s čerstvo uschnutými vetvami a opadávajúcim ihličím vždy v určitej výške nad zemou, pravdepodobne vo výške hneď nad povrchom snehovej pokrývky. Perzistujúce suché ihličie na vetvách poukazuje na to, že pri činnosti vetra za pomoci snehových kryštálikov ide viac a patologické následky vetra so snehom než o priame odstraňovanie ihličia.

Zástavovitá forma koruny má názov podľa toho, že jej tvar pripomína zástavu: vetvy na jednej strane sú skrátené alebo úplne chýbajú, kým na protiláhlej strane sú normálne vyvinuté (obr. 5). Zástavy korún sa v jednotlivých prípadoch značne líšia. U niektorých smrekov zástavovitosť je len slabo naznačená, vetvy na náveternej strane (vzhľadom na smer vetrov, ktoré majú pre vznik uvedených foriem rozhodujúci význam) sú trochu skrátené. Naproti tomu v iných prípadoch zástavy korún sú veľmi výrazné, vetvy na náveternej strane úplne chýbajú, koruna je silne pretiahnutá v jednom smere a do určitej miery má aerodynamický tvar. Medzi uvedenými dvoma prípadmi je celý rad prechodov.

V Krivánskej Malej Fatre som však nepozoroval také výrazné zástavovité formy ako v Tatrách. Napríklad na morénach poniže Bielych plies našiel som smrečky, ktorých koruna bola celkom úzka a jej vetvy ležali takmer úplne v jednom vertikálnom rade (obr. 6). Táto skutočnosť zaiste súvisí s odlišnými veternými pomermi (najmä vo výskyte silných vetrov) Krivánskej Malej Fatry a Tatier, čo je spôsobené predovšetkým rozdielnou výškou a morfológiou spomínaných pohorí.



Obr. 3. Dolná hrubá časť kmeňa je krátka, z nej vyrastajú vrcholové vetvy, ktoré postupne usychajú. Fotografia: P. Plesník.



Obr. 4. „Fosílna“ stolová forma. Fotografia: P. Plesník.

U niektorých smrekov je zástavovitá forma vyvinutá viac-menej po celej dĺžke koruny, u iných len vo vrcholových častiach koruny. V pásme boja, ako aj inde, kde účinok vetrov je značný a zápoj korún je veľmi slabý, takže stromy rastú v celkom malých skupinkách alebo ako solitéry, výrazná zástavovitá forma je vyvinutá spravidla po celej dĺžke koruny (Mojský grúň, hrebeň, ktorý vybieha od Chleba na juh, a i.). U mladších jedincov s hladkou kôrou dokonca chýba na náveternej strane aj lišajníková pokrývka, ktorá pokrýva kmeň a vetvy. Naproti tomu v lepšie zapojených, najmä v starších porastoch majú smrek aj v náveterných polohách v oblasti hornej hranice lesa zástavovitý spravidla len vrchol koruny, kým ostatná časť koruny buď vôbec nie je zástavovitá, alebo má len slabo výrazný zástavovitý tvar (juhozápadný svah Chleba, južný až juhozápadný svah Veľkého Fatranského Kriváňa a i.). Okrem toho v zapojených starých smrekových porastoch v oblasti hornej hranice lesa zástavovité vrcholce korún badať obyčajne len u nadúrovňových jedincov. Stromy, ktoré nepresahujú úroveň súvislého zápoja korún, nemajú vyvinuté zástavovité formy korún.

Zástavovitost u jednotlivých smrekov v tom istom poraste nie je vždy rovnako vyvinutá. Napríklad na severnom až severozápadnom svahu Stoha v najvyššie ležiacej časti porastu spravidla najstaršie smrek (vek 50—60 rokov) majú výraznú zástavovitú formu s kôrou holou, prípadne takmer holou na západoseverozápadnej strane kmeňa. Naproti tomu mnohé mladšie smrek sú tu len slabo ošľahané (od ZSZ), a to tam, kde sa vytvára súvislý zápoj porastu. Smrekový porast na uvedenej lokalite je totiž skupinkovitý. Ako vyplýva z viacerých znakov porastu, ide tu o progresívne štádium lesa, ktorý postupne zaberá umelú hoľu. Stupeň ošľahania u mladších smrekov v spomínanom poraste klesá so zväčšovaním zápoja. Výrazne vyvinuté zástavovité koruny vznikli tu už skôr, kým smrek rástli v malých skupinkách alebo ojedinele boli roztrúsené po holi. V ďalšom vývoji zväčšovaním zakmenenia a zápoja porastu vplyv vetra sa bude stále zmenšovať. V dôsledku toho bude postupne klesať aj vývin výrazných zástavovitých korún u jednotlivých smrekov. Mieru, do akej je zástavovitost vyvinutá, treba teda posudzovať aj z hľadiska vývoja porastu.

Na potvrdenie spomínanej skutočnosti uvediem iný prípad. Na rázsoche, ktorá vybieha od Veľkého Fatranského Kriváňa na juh, v hrebeňovej časti svahu exponovanej na východ nájdeme roztrúsených niekoľko desiatok smrekov. Mladšie smrek (do 30 rokov) sú spravidla všetky silne ošľahané od SSV, niektoré z nich majú dobre vyvinutú zástavovitú korunu s holou a hladkou kôrou na náveternej strane kmeňa. Naproti tomu je tu niekoľko solitérov, ktoré vôbec nemajú náznaky zástavovitosti. Ich koruny nemajú ani len skrátené vetvy na tej strane, na ktorej u iných smrekov vetvy úplne chýbajú, len koncové výhonky vetiev sú trochu ošľahané. Zjav je veľmi nápadný, pretože smrek s normálne vyvinutou korunou, ako aj zástavovité smrek sa vyskytujú celkom blízko seba, takže uvedený jav nemôže byť spôsobený vplyvom reliéfu na smer vetrov alebo iným podobným činiteľom.

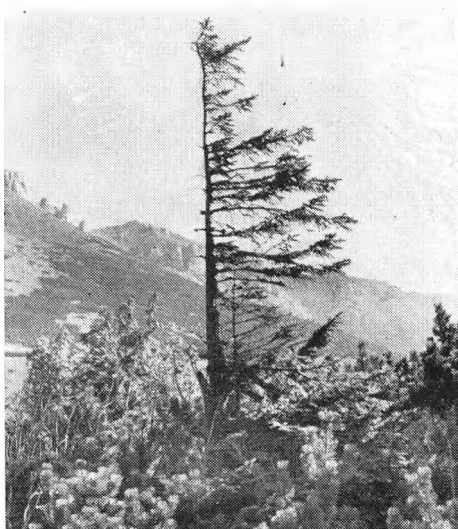
Ak si však bližšie všimneme smrek s normálne vyvinutou korunou, vidíme, že majú senilný vzhľad (ich výška dosahuje 9—15 m, hrúbka 15—25 cm). Ide zrejme o zvyšky niekdajšieho porastu, ktorý bol pastiermi zničený. Prezrádajú to aj rozsiahle porasty čučoriedky (*Vaccinium myrtillus*), bez porastov kosodreviny a s chodníkmi po dobytku. Ak by tu šlo o prirodzený alebo len málo zmenený pôvodný stav, teda o pásmo boja, kosodrevina by tu tvorila rozsiahle súvislé porasty. Aj nadmorská výška (1360—1390 m n. m.), v ktorej sa uvedená lokalita

vyskytuje, prezrádza, že ide o porast ležiaci pod klimatickou hornou hranicou lesa.

Vznik zástavovitých korún sa v literatúre vysvetľuje vcelku jednoznačne, a to mechanickým a fyziologickým účinkom prevládajúcich vetrov. Zo všeobecného rozšírenia zástavovitých stromov (napr. vo vysokých polohách, najmä v oblasti priesmykov a sediel, na vrcholkoch výrazne vyčnievajúcich kopcov, na morských pobrežiach a inde), ako aj z niektorých pozorovaní v teréne môžeme usúdiť, že nejde len o moment prevládania vetrov, ale najmä, a to predovšetkým, o výskyt vetrov, mechanicky a fyziologicky dostatočne účinných. V pohoriach uplatňujú sa pritom najmä silné vetry, prípadne s padavým charakterom. Dôkazom toho je aj skutočnosť, že na miestach, kde zasahujú vetry, ktoré sa prevalili hlavným hrebeňom a sedlami, sú spravidla výraznejšie vyvinuté zástavovité formy korún než na svahoch, kde vzdušné prúdy sú nútené vystupovať po svahu. Mechanicky účinné sú obzvlášť silné vetry. Ráňajú predovšetkým najmladšie vetvičky na náveternej strane koruny smrekov. Napríklad v doline „Sedem prameňov“ v Belanských Tatrách som zistil, že po silnom západouhozápadnom vetre, ktorý fúkal v dňoch 10. a 11. augusta 1955, bolo na západnom okraji smrekového porastu ležiaceho na východ od Lavínového žľabu vo výške 1520 m n. m. oráňaných priemerne 1500—2000 mladých vetvičiek z jedného smreka. Okrajové smrekové boli zavetvené až po zem, koruny mali ošľahané od západouhozápadu, výška smrekov bola 16—17 m. Z oráňaných vetvičiek najviac zastúpené boli vetvičky bežného roku (89,5%). Dvojročné vetvičky tvorili 10,0% a staršie než dvojročné 0,5%. Smerom do porastu počet oráňaných vetvičiek silne ubúdala. Okrem toho zmenšoval



Obr. 5. Zástavovitost u smreka badať najmä vo vrcholových častiach korún. Smrečina na západnom svahu Chleba.
Fotografia: P. Plesník.

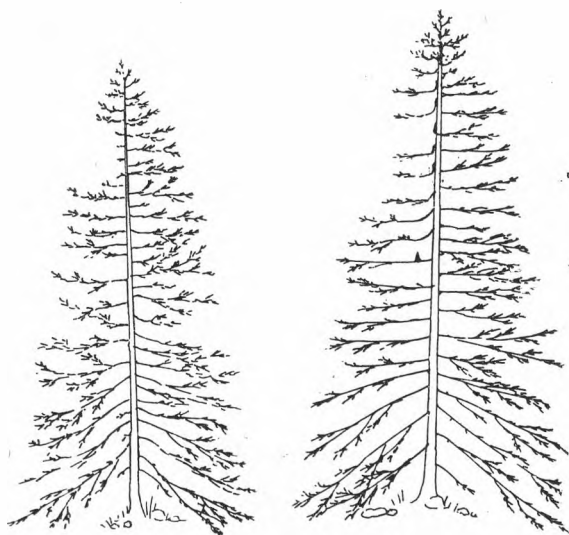


Obr. 6. Smrek s veľmi výraznou úzkou zástavovitou korunou. Morény v Predných Meďodoloch (Vysoké Tatry).
Fotografia: P. Plesník.

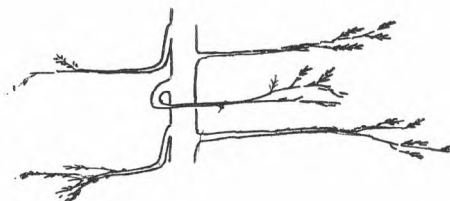
sa aj s klesajúcou nadmorskou výškou. Občasným odstraňovaním najmladších vetvičiek zostávajú vetvy na náveternej strane kratšie v porovnaní so záveternou stranou.

Skracovanie vetiev na náveternej strane koruny sa nedeje len ráňaním najmladších výhonkov. Uplatňujú sa tu rozličné iné účinky silných vetrov. Nepriaznivo pôsobia tým, že pohybujú listami sem a tam. Mechanické deformácie listov, vyvolané vetrom, pôsobia škodlivo; napr. vytláčajú vodu zo stlačených buniek, zapríčínujú zmeny intercelulárnych priestorov atď. (12).

V oblasti hornej hranice lesa sa často stretávame s formami, ktoré majú síce niektoré prvky zástavovitosti, nemožno ich však považovať za zástavovité koruny. Napríklad u niektorých smrekov v hornej časti koruny chýba jedna alebo viac vetiev pod sebou (obr. 7). Uvedená asymetria v podobe chýbania vetiev sa spravidla vyskytuje na strane koruny, odkiaľ fúkajú prevládajúce dostatočne účinné vetry. Zaiste tu ide o vetvy, ktoré odlomil vietor za pomoci snehového závesu.



Obr. 7.



Obr. 8.

Obr. 7. Asymetria koruny, spôsobená odlomením niekoľkých vetiev hornej časti kmeňa.

Obr. 8. V hornej časti koruny na náveternej strane sú vetvy vo svojej koreňovej časti prehnuté, prípadne až obrátené opačným smerom.

Na iných smrekoch pozorovať, že na náveternej strane koruny sú vetvy vo svojej koreňovej časti nápadne prehnuté nadol, akoby v tej časti boli pritlačené až ku kmeňu. V dôsledku toho koruna je v smere prevládajúcich vetrov asymetrická a pripomína slabo vyvinutú zástavovitú formu (obr. 8). Našiel som prípady, kde vetvy vo svojej koreňovej časti boli nielen silne prehnuté, ale boli otočené do opačného smeru, teda po vetre. Tieto formy sa vyskytujú spravidla v pásme, ktoré leží na dolnom okraji porastov so zástavovitými korunami, najmä na severozápadnej strane pohoria. V porovnaní so zástavovitými formami nie sú ani také

nápadné, ani sa nevyskytujú tak masove; často ich nachádzame vedľa smrekov s normálne vyvinutou korunou. Možno to sčasti vysvetliť tým, že vytváranie snehového závesu závisí aj od tvaru koruny, usporiadania a hustoty vetiev atď. Obr. 9 do určitej miery prezrádza, prečo sú vetvy vo svojej koreňovej časti na náveternej strane prehnuté, prípadne až stočené na záveternú stranu koruny: aj v zapojených porastoch pod dolnou hranicou zástavovitých smrekov sú niektoré, najmä nadúrovňové stromy vo vrcholovej časti koruny trochu ošľahané na náveternej strane a teda aj trochu skrátene. Keď sa vytvorí snehový záves, smrek sa najčastejšie vo vrcholovej časti koruny ohne na záveternú stranu, pretože vetvy na záveternej strane sú dlhšie a pri snehovom závese majú väčšiu váhu. Preto aj smer zahnutia vetiev je u jednotlivých smrekov zväčša rovnaký a spravidla súhlasí so smerom vyššie ležiacich zástavovitých smrekov.



Obr. 9. Pod tlakom snehového závesu smrečky sa ohýbajú v smere dlhších vetiev. Hrebeň rázsochy od Chleba na J. Fotografia; P. Plesník.

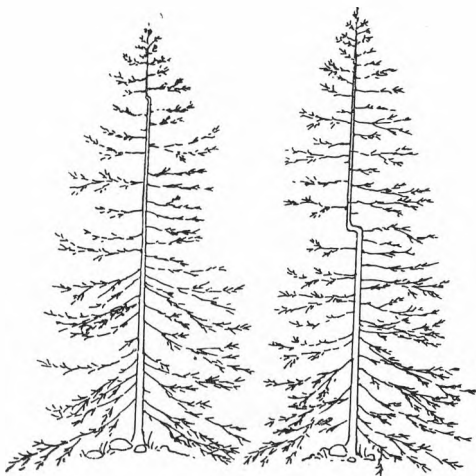
V oblasti hornej hranice lesa sú veľmi rozšírené aj bajonetové formy smrekov (obr. 10). Vyznačujú sa tým, že ich kmene sú obyčajne v hornej časti bajonetovite zahnuté a pripomínajú bajonet nasadený na puške. Vznikajú zo smrekov, na ktorých bol odlomený vršiak. V miestach, kde bol kmeň zlomený, vzpriamuje sa niektorá vetva a preberá funkciu vrcholovej vetvy. Súčasne sa môže vzpriamiť aj viac vetiev (obr. 11). V takom prípade koruna obyčajne dostáva bizarnú formu, čo je v oblasti hornej hranice lesa častým zjavom. Ak sa proces zlomenia vršiaka a vzpriamenia bočnej vetvy viackrát nad sebou opakuje, vznikajú formy viacnásobne bajonetové.

Bajonetové formy, ako aj odlomené vrcholce smrekov vyskytujú sa častejšie na svahoch južných expozícií, najmä južných a juhozápadných (juhozápadný svah Ťplazu, Chleba, Veľkého Fatranského Kriváňa a i.) než na svahoch exponovaných

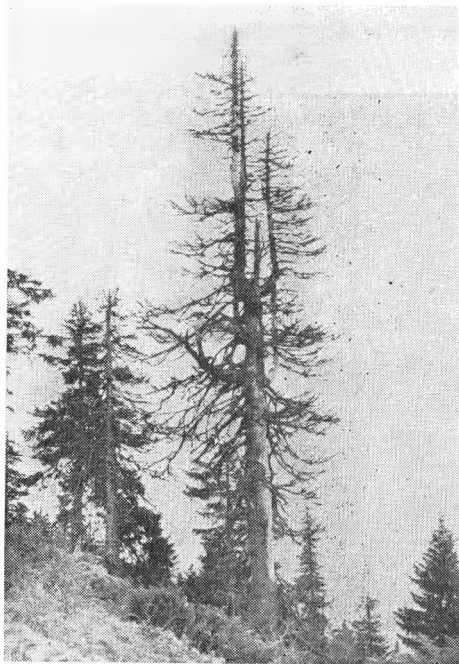
na sever a severovýchod (severný svah Hromového, Stoha, Veľkého Rosutca a i.). Na prv menovaných expozíciách sneh najprv zmäkne a primrzne na vetvy, prípadne sa vytvorí snehová námraza, takže vietor potom vrcholec ľahko odlomí (obr. 12). Na severných expozíciách sneh zostáva obyčajne sypký, vietor ho strasie, čím sa znižuje nebezpečenstvo odlomenia.

Obr. 10. Bajonetové formy smrekov.

Obr. 11. Koruna smreka znetvorená vplyvom viacnásobného zlomenia. JZ svah Chleba.
Fotografia: P. Plesník.



Obr. 10.



Obr. 11.

Tvar bajonetových smrekov, najmä výraznosť formy je u jednotlivých smrekov rozličná. Stupeň bajonetového zakrivenia závisí predovšetkým od hrúbky kmeňa v mieste, kde bol zlomený, ako aj od veku a hrúbky vetvy, ktorá sa vzpriamila. Ak bol odlomený hrubý vršiak a vzpriamila sa stará hrubá vetva, bajonetové zakrivenie je výrazné (obr. 10). Naproti tomu u smrekov, na ktorých bol zlomený len malý vrcholec, mladá vetva sa lepšie vzpriami, takže zakrivenie kmeňa je slabé.

Bajonetové smrekky v takej forme, akú som práve opísal, vyskytujú sa spravidla v porastoch pod hornou hranicou lesa, kde stromy dosahujú ešte relatívne väčšiu výšku, nad 12—15 m. Vyskytujú sa však aj v dolnej časti pásma vysokohorských smrečín. Nad hornou hranicou lesa, v pásme boja, najmä však nad hornou hranicou stromu, kde výška stromov je už malá, nachádzame obdobné formy, vzhľadom však značne odlišné. Habitus smrekov roztrúsených nad hornou hranicou stromu, ako aj podmienky, za ktorých tieto zvláštne formy vznikajú, sú už iné než v zapojených nižšie ležiacich porastoch. Podľa tvaru ťažko ich nazvať bajonetovými. V genéze však majú mnoho spoločného s bajonetovými formami

pod hornou hranicou lesa, a preto ich uvádzam v jednej súvislosti. Smrečky nad hornou hranicou stromu sú okrem nízkeho vzrastu charakteristické hustou korunou, veľmi uzlovitým kmeňom a relatívne dlhými vetvami, takže so stúpajúcou nadmorskou výškou dostávajú postupne krovitý habitus. Ich kmene sú ničené vetrom a snehom. Po zničení vrcholca sa bočná vetva vzpriamuje a preberá



Obr. 12. Vysokohorská smrečina so zlomenými vršíakmi. JZ svah Chleba.
Fotografia: P. Plesník.

funkciu vrcholovej vetvy. U stolových korún, u ktorých sa uvedený zjav najčastejšie vyskytuje, vzpriamujú sa vetvy stélce sa vo výške kosodreviny. Sú to spravidla dlhé a pomerne hrubé vetvy. Po vzpriamení koreňová časť týchto vetiev zostáva obyčajne v pôvodnej horizontálnej polohe, ostatná časť vetvy sa obracia nahor značným oblúkom. V dôsledku toho kmene takýchto smrečkov dostávajú bizarné formy. Vznikajú síce podobným spôsobom ako bajonetové formy, avšak sa im dosť málo podobajú. V značnej miere sa pritom uplatňuje aj vietor. Vzpriamujú sa totiž spravidla vetvy, ktoré rastú v smere prevládajúcich vetrov. Preto kmene týchto smrečkov bývajú obyčajne vo výške kosodreviny nápadne oblúkovo prehnuté. V dôsledku uvedených procesov smreký nad hornou hranicou stromu dostávajú stále výraznejší krovitý vzhľad, pričom kríčky bývajú pretiahnuté v smere prevládajúcich vetrov (obr. 13).

2. VPLYV VETRA NA TVAR A STAVBU KMEŇA SMREKA V OBLASTI HORNEJ HRANICE LESA

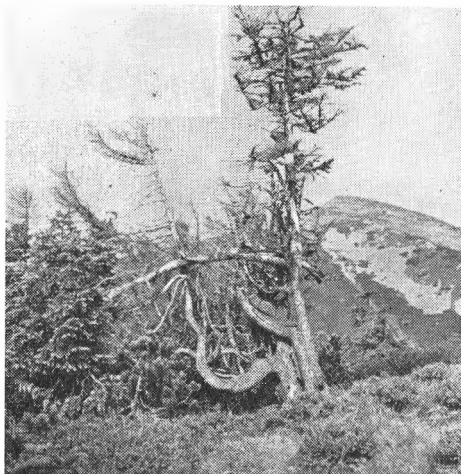
Štatistický materiál k tejto otázke som získal zväčša meraniami, ktoré som robil v súvislosti s rekonštrukciou prirodzenej hornej hranice lesa v Krivánskej Malej Fatre; pozri prácu (7). Okrem výšky smrekov zisťoval som i najväčšiu a najmenšiu hrúbku kmeňa, a to vo výške 30 cm, ako aj vo výške 130 cm. Súčasne som zachytával i smer, v ktorom leží najväčšia a najmenšia hrúbka kmeňa (v uvedených výškach 30 a 130 cm).

Merané smrekky som zároveň aj navrtával Presslerovým vrtákom (u zástavovitých foriem vždy v smere korunovej zástavy).



Obr. 13. Skupina smrečkov nad hornou hranicou lesa. Smrečky sú pretiahnuté v smere prevládajúcich vetrov a hodne ošľahané na náveternej strane. Záver Belskej doliny.

Fotografia: P. Plesník.



Obr. 14. Vzpriamením hrubých vetiev smrekky dostávajú bizarnú formu. Západný svah Chleba.

Fotografia: P. Plesník.

Na základe toho som mohol zisťovať hrúbku letokruhov na náveternej i záteternej strane, ako aj excentrické uloženie letokruhov v smere stromovej zástavy. Mnoho údajov o excentricite letokruhov a tvare kmeňa som získal na smrekových pňoch vo vysokohorskej, človekom silne presvetlenej smrečine na západnom až juhozápadnom svahu rázsochy, ktorá vybieha od Chleba a Bochníka na juh. Údaje o excentricite letokruhov som zbieral aj na pňoch v oblasti hornej hranice lesa na západnom svahu Meškalky.

Na zbiehavosť kmeňa smrekov poukazujem v práci (7). Okrem výraznej zbiehavosti kmeňa porasty v oblasti hornej hranice lesa sa vyznačujú viacerými vlastnosťami, ktoré zvyšujú ich odolnosť voči vplyvu silných vetrov bežných vo veľkých nadmorských výškach. Nízky vzrast stromu a spravidla až po zem siahajúca koruna znižujú ťažisko stromu a tým zväčšujú jeho stabilitu. Slabý zápoj a

zakmenenie porastov v oblasti hornej hranice lesa, najmä ich skupinkovitý výskyt znižujú odpor vetra v porovnaní s vysokými a zapojenými porastmi, čím sa odolnosť porastov voči vývratom zvyšuje. V dôsledku uvedených skutočností vývraty v oblasti klimatickej hornej hranice lesa aj v Krivánskej Malej Fatre bývajú dosť zriedkavé, hoci sa na niektorých pôdach nájdu početnejšie jedince, silne nahnuté v smere prevládajúcich vetrov (severozápadný až západný svah Stien, severný svah Mojského grúňa a i.). Vývraty sa najhojnejšie vyskytujú obvykle 200—400 m (prípadne i viac) pod klimatickou hornou hranicou lesa, kde sú porasty už dosť vysoké a dobre zapojené a sila vetra vzhľadom na ešte značnú nadmorskú výšku je tu dosť veľká. Poukazujú na to aj niekdajšie vývratiská (Ťplaz, Veľká Lučivná a i.), dnes už pokryté starým lesom. Vývratmi sú obzvlášť silne ohrozené porasty na pleistocénnych kremencových (prípadne i žulových) blokoviskách (Ťplaz, Kýčera, Suchý vrch, severný svah Hromového a inde), kde plytko koreniaci smrek slabo odoláva nárazu vetra. Preto na uvedených blokoviskách prirodzená horná hranica lesa (edafická) prebieha nápadne nízko. Podstatný podiel na tom (okrem nedostatku živín v pôde, čo je zapríčinené substrátom) má vietor, ktorý spôsobuje vývraty.

Vplyv vetra na tvar kmeňa je všeobecne známy a vo svetovej literatúre hojne tradovaný (4, 2, 3 a i.). Strom ukladá prírastky na kmeni predovšetkým tak, aby bola čím lepšie zabezpečená jeho stabilita. Ak napr. strom, ktorý vyrástol v zapojenom poraste, zostane zrazu po odstránení susedných jedincov osihotený, začne ukladať hrubšie letokruhy na spodnú časť kmeňa, na koreňové nákrčie a niekoľko metrov nad ním. Tým sa stáva jeho kmeň zbiehavejší a stabilita stromu sa zväčšuje. Voľne rastúce stromy vo všeobecnosti majú kmene zbiehavejšie než stromy, ktoré vyrástli v zápoji. Vietor pritom pôsobí na ukladanie prírastku na kmeni. Napríklad v oblastiach s prevládajúcimi západnými vetrami pozorovať, že ihličnany často zakladajú na záveternej strane širšie letokruhy s červeným tlakovým čiže reakčným drevom (10). V dôsledku toho sa hrúbka kmeňa obyčajne predlžuje v smere prevládajúcich vetrov. Zároveň sa mení aj vnútorná stavba kmeňa. Letokruhy bývajú užšie na náveternej strane, takže ich stred leží bližšie k okraju kmeňa na tej strane, z ktorej fúkajú prevládajúce dostatočne účinné vetry.

Na základe štatistického materiálu chcem poukázať, do akej miery vplyva vietor na tvar a stavbu kmeňa a tým celkovo na jeho statickú výstavbu v oblastiach hornej hranice lesa, kde nepôsobí len na zloženie a vzhľad porastov, ale často rozhoduje aj o ich osude.

Na už spomenutom západnom svahu rázsochy, ktorá vybieha od Chleba a Bochníka na juh, zmeral som vcelku 542 smrekových pňov. Zistoval som u nich nielen usporiadanie letokruhov, ale aj smer najväčšej a najmenšej hrúbky kmeňa vo výške, v ktorej bol odrezaný. Výška pňov bola rôzna, vcelku však značná, zväčša 70—120 cm. Údaje som bral len z pňov po solitéroch, pretože susedné stromy, ak stoja blízko, veľmi silne vplývajú na excentrické uloženie letokruhov a na tvar kmeňa. Pňe sú roztrúsené od dna údolia smerujúceho od juhu k Smilovskému sedlu po celom svahu až po plochý hrebeň rázsochy, teda vo výškach od 1290 do 1480 m n. m. To mi umožnilo porovnávať údaje o pňoch po stromoch rastúcich v dolnej časti svahu bez zreteľného vplyvu vetra s údajmi v hornej časti svahu, kde na pozostalých smrekoch badať silný vplyv vetra.

Na celom svahu sklonenom zhruba k západu najviac bolo takých pňov, ktoré mali najväčšiu hrúbku v smeroch od západoseverozápadu-západu-západojuhozápadu na východojuhovýchod-východ-východoseverovýchod, čiže vcelku v smere

sklonu svahu (sklon svahu do 1420 m n. m. bol 18—26°, od 1420 do 1480 m n. m. 4—18°). Až 46,4% pňov z celkového počtu pňov na svahu malo najväčšiu hrúbku v smeroch od ZSZ—Z—ZJV na VJV—V—VSV. Uvedené smery zabierajú z celkového počtu smerov veternej ružice 37,5%. Ak 37,5% pripadajúceho na uvedené smery považujeme za priemer, znamená to, že nadpriemerný bol počet tých kmeňov, ktoré boli v horizontálnom priereze pretiahnuté v smere sklonu svahu. O 8,9% viac pňov malo najväčšiu hrúbku v smeroch od ZSZ—Z—ZJV na VJV—V—VSV v porovnaní s prípadom, kde by na každý smer veternej ružice pripadal rovnaký počet kmeňov pretiahnutých v dotýčnom smere. (Pri údajoch neuvádzam len jeden smer, akoby to bolo potrebné, musím udávať smer v širšom rozsahu, napr. od ZSZ—SZ—SSZ na VJV—JV—JJV, pretože smer zástavovitých korún vplyvom miestnych podmienok kolíše medzi uvedenými smermi.)

Horná hranica lesa na spomínanom svahu dosahovala (r. 1953) najväčšiu výšku 1410 m n. m. Pôvodná horná hranica lesa (klimatická) tu siahala do 1430 m n. m. Vplyv vetra na tvar smrekových korún sa v malej miere začína prejavovať vo výške 1380 m n. m. Nad 1415—1420 m n. m. vo všeobecnosti pozorovať výrazné znaky vplyvu vetra. Koruny sú zástavovito pretiahnuté od ZSZ—SZ—SSZ na VJV—JV—JJV. Ak porovnáme dolnú časť svahu s hornou, pokiaľ ide o zastúpenie kmeňov pretiahnutých v smere prevládajúcich vetrov, dostaneme tieto výsledky: do 1400 m n. m. zabierajú pne, ktoré majú najväčšiu hrúbku v smere od SSZ—SZ—ZSZ na JJV—JV—VJV, len 14% z celkového počtu pňov meraných v uvedenej nadmorskej výške, teda hlboko pod priemer, nad 1400 m n. m. zabierajú 36,3%, čo sa rovná takmer priemeru.

Z údajov vyplýva, že najviac pňov na západnom svahu rázsochy vybiehajúcej od Chleba na juh je pretiahnutých v smere sklonu svahu. Na druhom mieste, čo do množstva zastúpenia, vyskytujú sa pne (len v hornej časti svahu), pretiahnuté v smere prevládajúcich vetrov, pričom je nápadný rozdiel v množstve ich výskytu v hornej a dolnej časti svahu. Ostatné smery (od J—JJZ—JZ na S—SSV—SV) sú najslabšie zastúpené.

K podobnému záveru som na uvedenom svahu prišiel aj u stromov, u ktorých som zisťoval, ako klesá výška stromu so stúpajúcou nadmorskou výškou; u stromov som okrem výšky meral aj najväčšiu a najmenšiu hrúbku kmeňa vo výške 30 a 130 cm. V hornej časti svahu (nad 1410 m n. m.) u zástavovitých smrekov boli iba priemerne zastúpené tie smrek, ktoré v 30 cm výške mali najväčšiu hrúbku kmeňa v smere stromovej zástavy. Naproti tomu v 130 cm výške mal už nadpriemerný počet (48%) zástavovitých smrekov najväčšiu hrúbku kmeňa v smere stromovej zástavy. Vo výške 30 cm sa u meraných stromov, ako aj u predtým uvedených meraných pňov v značnej miere uplatňujú rozličné pozdĺžne zhrubnutiny a deformácie, vychádzajúce od silných bočných koreňov; častá náhodilosť výskytu vystupujúcich silných koreňov, najmä na plytkých skeletových pôdach skresľuje zákonitosti vplyvu vetra na tvar kmeňa (v jeho najspodnejšej časti). V dôsledku toho aj rozdiely medzi najväčšou a najmenšou hrúbkou kmeňa vo výške 30 cm silne kolíšu (pomer najväčšej hrúbky kmeňa k najmenšej dosahoval u niektorých stromov až 1,24). Naproti tomu vo výške 130 cm pomer medzi najväčšou a najmenšou hrúbkou je síce menší (ich pomer zriedka dosiahol 1,1, najčastejšie 1,01—1,03), lepšie však možno sledovať závislosť tvaru kmeňa od vplyvu vetra. Najmä zastúpenie kmeňov pretiahnutých v smere korunovej zástavy je priamo úmerné stupňu výraznosti zástavy. Zhruba všetky smrek, ktoré mali veľmi výraznú stromovú zástavu (ak na náveternej strane bol kmeň holý po celej

dĺžke koruny), mali najväčšiu hrúbku kmeňa v smere stromovej zástavy. Tento zjav som pozoroval na všetkých lokalitách, kde sa vyskytujú výrazné zástavovité formy smrekov (severný svah Mojského grúňa, Stoha a Veľkého Rosutca).

Pri vyšetrovaní vplyvov na tvar kmeňa treba brať do úvahy ešte jednu skutočnosť, pre oblasť hornej hranice lesa značne charakteristickú: veľmi hustú korunu. Silné vetvy v miestach, kde odbočujú od kmeňa, vytvárajú zhrubnuté vetvové nábehy, ktoré postupne prechádzajú do kmeňa. V oblasti hornej hranice lesa vetvy bývajú tak husto rozložené, že koreňové nábehy nad sebou ležiacich vetiev často splyvajú, čím sa kmeň u výrazných zástavovitých smrekov predlžuje na zväeternej strane, kde sú najsilnejšie vyvinuté vetvy.

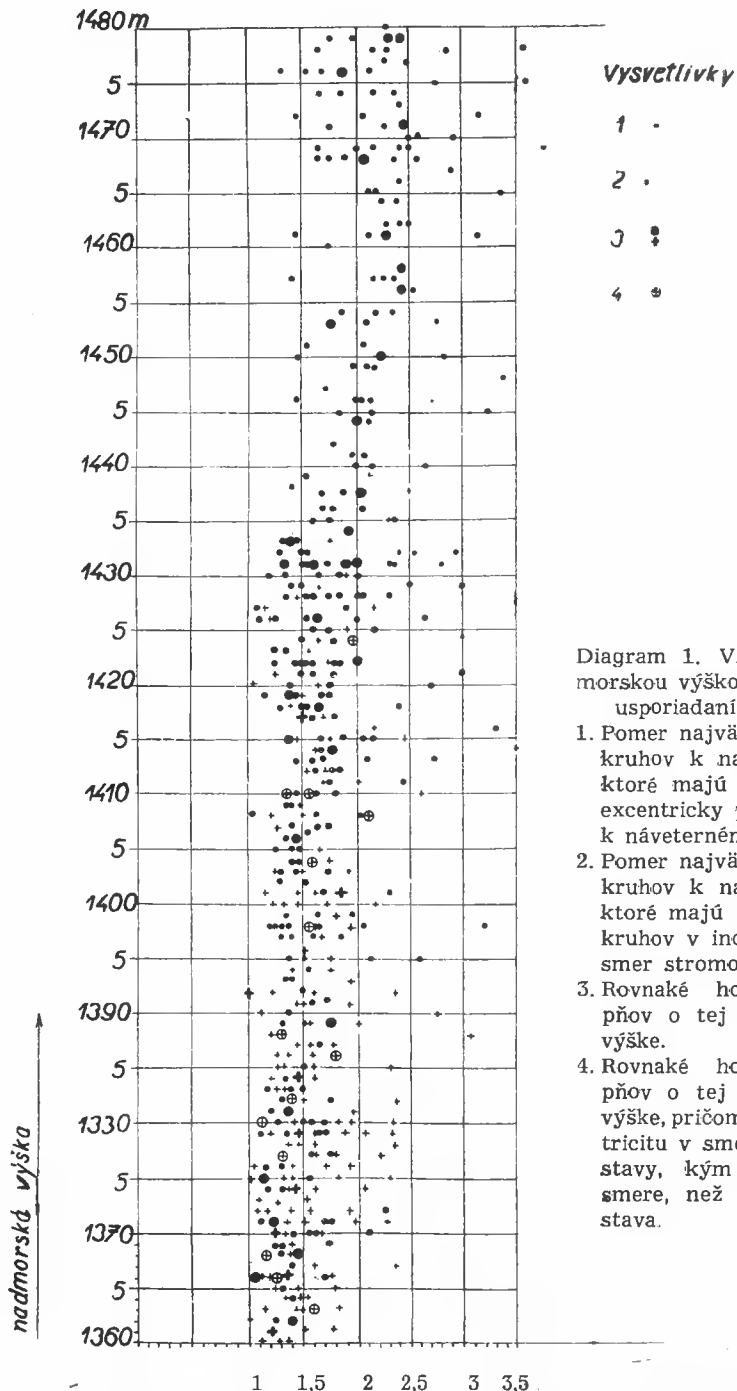
Vplyv vetra na stavbu kmeňa prezrádza i usporiadanie a hrúbka letokruhov („rokov“). Je síce pravda, že na spôsob uloženia letokruhov má vplyv aj celý rad iných činiteľov (blízkosť susedných stromov, rozloženie koruny stromu, koreňového systému atď.), jednako však vietor v oblasti hornej hranice lesa vystupuje ako výrazný činiteľ, ktorý vplýva na excentrické usporiadanie letokruhov (pozri tab. 1).

Tabuľka 1

Nadmorská výška	% stromov, ktoré majú najmenšiu hrúbku letokruhov	
	na ZSZ—SZ—SSZ strane kmeňa	na ostatných stranách kmeňa
nad 1420 m	92	8
1420—1401 m	64	36
1400—1381 m	48	52
pod 1381 m	38	62

Tab. 1 zachytáva údaje zo západného svahu rázsochy, ktorá vybieha od Chleba na juh. Ako vidieť, vo výškach pod 1381 m n. m., kde vôbec alebo takmer vôbec nebadať na korunách vplyv vetra, zastúpenie pňov, ktorých stred letokruhov je excentricky posunutý proti smeru prevládajúcich vetrov, je priemerné. Vo výškach 1381—1400 m n. m., kde majú smreký len slabo, prípadne aj trochu výraznejšie ošľahané horné časti korún, zastúpenie pňov presahuje priemer o 10,5%. Nad 1400 m n. m. začínajú smreký dostávať výraznejší zástavovitý tvar a súčasne silne stúpa percentuálne zastúpenie smrekových pňov, ktoré majú najmenšiu hrúbku letokruhov na náveternej strane kmeňa. Nad 1420 m n. m. smreký majú všeobecne výrazné zástavovité formy. Pňe v uvedenej výške mali vcelku veľmi výraznú excentricitu letokruhov, s najmenšou hrúbkou na náveternej strane kmeňa. Avšak aj v tabuľke uvedené percento pňov, ktoré nemali najmenšiu hrúbku letokruhov na SSZ—SZ—ZSZ strane, majú najmenšiu hrúbku letokruhov zväčša na západe a severe, t. j. na stranách blízkyh náveternej strane; pritom na západoseverozápadnej-severozápadnej-severoseverozápadnej strane kmeňa hrúbka letokruhov je pomerne malá a v mnohých prípadoch len málo väčšia od absolútnej najmenšej.

So stúpajúcou nadmorskou výškou — v priamej závislosti od výraznosti zástavovitej formy — zväčšuje sa excentricita letokruhov v tom zmysle, že ich stred je stále výraznejšie posunutý k náveternému okraju kmeňa. Výraznosť excentricity letokruhov som vyjadril pomerom najväčšej vzdialenosti od stredy najstaršieho letokruhu k okraju pňa ku najmenšej vzdialenosti. Výsledky som zná-



Vysvetlivky

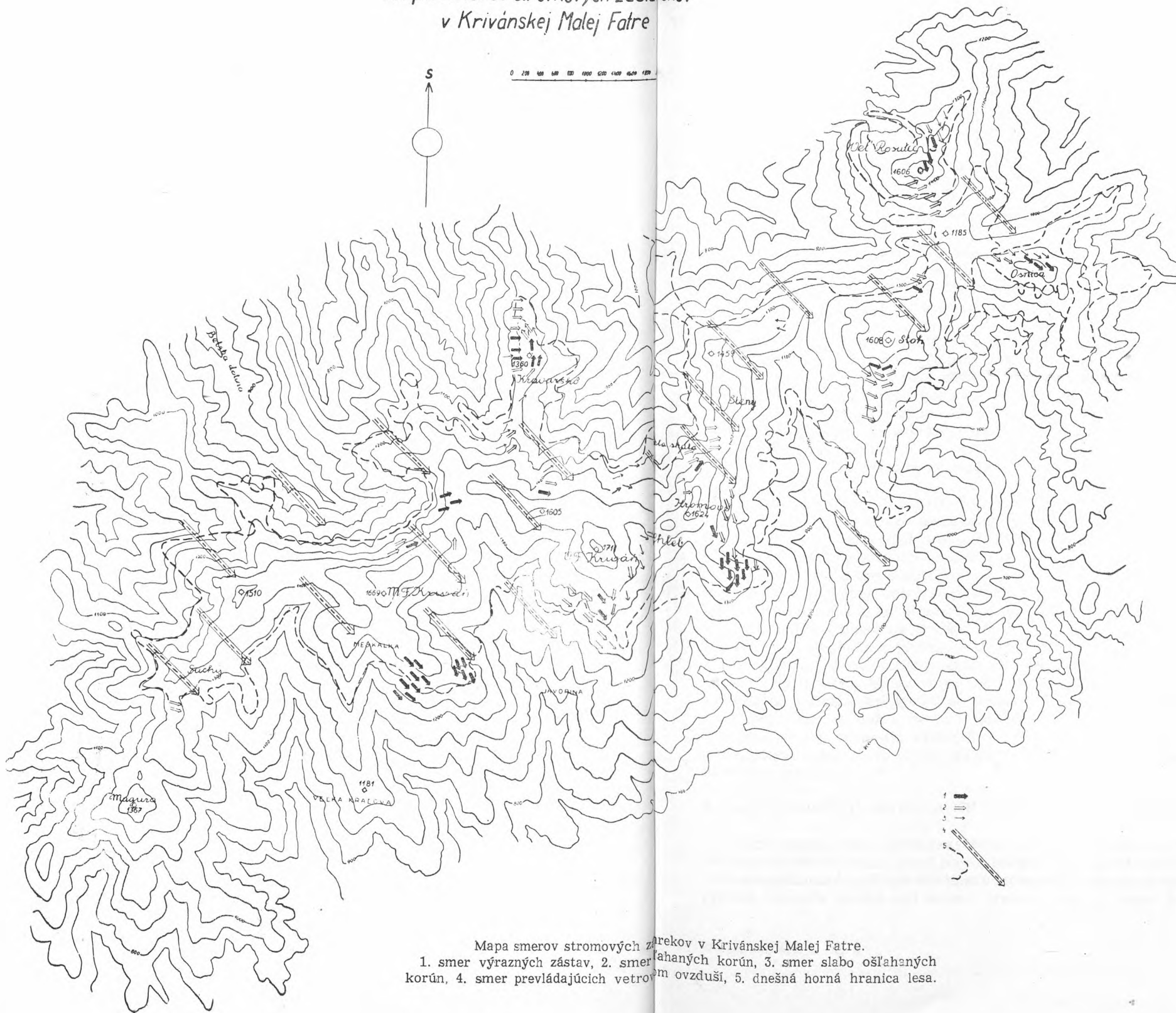
- 1 .
- 2 .
- 3 .
- 4 .

Diagram 1. Vzťah medzi nadmorskou výškou a excentrickým usporiadaním letokruhov.

1. Pomer najväčšej hrúbky letokruhov k najmenšej u pňov, ktoré majú stred letokruhov excentricky posunutý smerom k náveternému okraju kmeňa.
2. Pomer najväčšej hrúbky letokruhov k najmenšej u pňov, ktoré majú excentricitu letokruhov v inom smere, než je smer stromovej zástavy.
3. Rovnaké hodnoty u dvoch pňov o tej istej nadmorskej výške.
4. Rovnaké hodnoty u dvoch pňov o tej istej nadmorskej výške, pričom jeden má excentricitu v smere stromovej zástavy, kým druhý v inom smere, než je stromová zástava.

Pomer najväčšej hrúbky letokruhov k najmenšej.

Mapa smerov stromových zástarekov v Krivánskej Malej Fatre



zornil graficky podľa nadmorskej výšky (graf 1). Do 1400 m n. m. pomer hrúbky letokruhov na záveternej strane k hrúbke letokruhov na náveternej strane sa zväčša pohybuje do 1,7. Od 1400 do 1420 m n. m., kde slabšie výrazné zástavovité formy prechádzajú do výrazných foriem, pomer uvedených hrúbok sa vcelku zväčšuje do 2,0. Nad 1420 m n. m. pomer najväčšej hrúbky letokruhov k najmenšej (v smere stromovej zástavy) je najčastejšie od 1,5 do 2,5. Pomer väčší než 2,5 sa vyskytol len v niekoľkých prípadoch, kde usporiadanie letokruhov a tým aj pomer ich najväčšej a najmenšej hrúbky bol sčasti ovplyvnený a zvýraznený aj inými činiteľmi (vystupujúcimi hrubými koreňmi, zakrivením kmeňa v dolnej časti a i.).

Excentrické usporiadanie letokruhov som zisťoval aj u tých stromov, u ktorých som vyšetroval, ako klesá výška stromu so stúpajúcou nadmorskou výškou; pozri prácu (7). Smreký som vrtal (Presslerovým vrtákom) spravidla v smere stromových zástav. Excentricita letokruhov sa na všetkých lokalitách (severný svah Veľkého Rosutca, severný svah Stoha, Mojského grúňa, rázsocha od Chleba na juh) prejavovala vcelku zhodne s výsledkami zistenými u pňov. Nemožno tu dávať do súvisu výraznosť excentricity priamo s nadmorskou výškou, pretože podmienky, najmä pokiaľ ide o vplyv vetra, sú v tých istých nadmorských výškach na jednotlivých lokalitách rozdielne. Naproti tomu však pozorovať priamu závislosť veľkosti excentricity od výraznosti zástavovitej formy koruny. Všetky merané smreký s výraznou zástavovitou korunou, a to na všetkých lokalitách mali hrúbku letokruhov na náveternej strane kmeňa menšiu než na záveternej, pričom pomer vzdialenosti od stredu najstaršieho letokruhu k záveternému okraju ku vzdialenosti od stredu letokruhov k náveternému okraju kmeňa bol najčastejšie 1,4–2,2 (teda oniečo menej než u pňov na rázsoche vybiehajúcej od Chleba na juh). Zriedka dosiahol 3,0.

Ak porovnáme tvar kmeňa (v horizontálnom priereze) s usporiadaním letokruhov, vidíme, že v neskôr menovanom prípade je vplyv vetra oveľa zrejmejší. Vyhodnocoval som síce údaje len zo solitérov alebo takmer solitérov, všimol som si však tvar kmeňa a excentricitu letokruhov aj u ostatných jedincov. V polohách, kde nepozorujeme alebo pozorujeme iba slabý vplyv prevládajúcich vetrov, silne sa uplatňuje vzájomný vplyv susediacich jedincov najmä na excentricitu letokruhov v tom zmysle, že blízkosť susedných stromov, predovšetkým statnejšie vyvinutých veľmi znižuje hrúbku letokruhov na dotýčnej strane kmeňa. Naproti tomu v oblastiach s výraznými zástavovitými formami smrekov vplyv susediacich jedincov na excentricitu letokruhov ustupuje do pozadia práve v dôsledku silného vplyvu vetra. Vplyv vetra ustupuje pred vplyvom susediacich jedincov silnejšie do pozadia len vtedy, ak vzdialenosť medzi susediacimi stromami je malá (napr. menšia než 2 m tam, kde ide o rovnako vyvinuté jedince, ktoré v dospelom veku dosahujú výšku 7–8 m a majú korunu charakteristickú pre oblasť pásma boja). Tieto vzťahy sú však veľmi zložité a z daného materiálu ich nemôžem vyhodnotiť.

3. SMER STROMOVÝCH ZÁSTAV A ICH VÝSKYT V OBLASTI HORNEJ HRANICE LESA

Veterné pomery celej Krivánskej Malej Fatry som rozobral v štúdiu (6). V tejto práci sa obmedzím len na oblasť hornej hranice lesa. Systém prevládajúcich vetrov je tu komplikovaný a na základe smeru stromových zástav sa ťažko rekonštruuje, pretože rozsiahle plochy nad hornou hranicou lesa sú úplne bez stromov alebo

majú len nízke smrekové zákrpky. Okrem toho z nízkych (do 2,0—2,5 m) buď zakrpatených, alebo mladých jedincov nemožno vyčítať smer prevládajúcich vetrov, keďže v prízemnej vrstve vzduchu sa uplatňuje aj obrusovanie vetrom za pomoci snehu, bez toho, že by šlo o prevládajúce vetry. Začiatkové štádiá stolových foriem totiž značne pripomínajú zástavovité formy, pretože v pásme snehového výbrusu sú smrečky na jednej strane silne ošľahané, kým na druhej strane koruny sú vetvy spočiatku živé a len v pokročilejšom štádiu vývoja stolovej formy odumierajú. Našiel som smrečky, ktoré boli v dolnej časti ošľahané z úplne iného smeru než vo vrcholovej časti koruny. Napríklad na severozápadnom svahu Hromového boli smrečky v dolnej časti koruny silne ošľahané zo strany svahu, teda od juhovýchodu, kým vo vrcholovej časti bola koruna ošľahaná od západojihozápadu, čo sa zhoduje s celkovým systémom smerov zástavovitých korún v Krivánskej Malej Fatre.

Oblasť stolových foriem smrekov zaberá v Krivánskej Malej Fatre zhruba celú časť pohoria nad dnešnou hornou hranicou lesa. Jednako však ich výskyt a výraznosť je na jednotlivých lokalitách odlišná, z čoho možno zisťovať niektoré poznatky o genéze stolových foriem. V oblasti s veľmi výraznými zástavovitými formami, najmä na vypuklých tvaroch terénu stolové formy sú veľmi nízke, ak tu niet súvislejších kosodrevinových porastov. Súvisí to so skutočnosťou, že sneh je tu sfúkaný, takže sa nemôže vytvoriť izolačná vrstva chrániaca prízemnú časť koruny.

Všeobecne dobre sú vyvinuté stolové formy na južných a juhovýchodných svahoch hlavného hrebeňa, t. j. na záveternej strane pohoria vzhľadom na prevládajúce severozápadné vetry. Vplyv expozície na rozloženie stolových a zástavovitých foriem veľmi dobre pozorovať napr. na Úplaze, ktorý vybieha od Hromového na juhovýchod. Na juhozápadnom až južnom svahu v nesúvislej kosodrevinovej pokrývke vystupujú skupinky smrekov na kremencových sutinách takmer až po hrebeň Úplazu. Ešte vo výškach 1410—1420 m n. m. rastú skupinky nízkych (do 2—3 m výšky) smrekov, zväčša s výraznými stolovými formami. Naproti tomu na severnom svahu Úplazu, ktorý je vystavený severným až severoseverozápadným vetrom, prechádzajúcim zníženou časťou hlavného hrebeňa medzi Stenami a Stohom, vyskytujú sa výrazné zástavovité formy. Svah je pokrytý súvislou kosodrevinovou pokrývkou, z ktorej vyčnievajú riedko roztrúsené solitéry a skupinky výrazne zástavovitých smrekov. Horná hranica stromu je tu vo výške 1340 m n. m. Výška smrekov so stúpajúcou nadmorskou výškou náhle klesá, takže v najvyšších častiach severného svahu takmer nevidieť smrečky, ktoré presahujú výšku kosodreviny. Nepozorovať tu teda pásmo normálnych stolových foriem, tak typicky vyvinuté na záveternej strane Úplazu. Tento nápadný rozdiel vo vzhľade, ako aj vo formách smrekov na uvedených svahoch je zapríčinený predovšetkým odlišnými veternými pomermi a na základe toho aj odlišnými procesmi pôsobiacimi na vegetáciu: k procesu obrusovania vetrom za pomoci snehu, ktoré pôsobí na oboch svahoch a ktoré podmieňuje vznik stolových foriem, pristupuje na severnom svahu činnosť prevládajúcich, mechanicky a fyziologicky účinných vetrov, nepriaznivo pôsobiaca na vzrast, v dôsledku čoho v hornej časti severného svahu sú smrečky ničené intenzívnejšie než na južnom a juhozápadnom svahu.

Najvýraznejšie stolové formy smrekov nachádzame spravidla v hornej časti pásma boja, nad hornou hranicou stromu, kde dostávajú už krovitý charakter. Je to spôsobené jednak tým, že so stúpajúcou nadmorskou výškou stupňujú sa účinky procesov obrusovania v dôsledku zväčšenej sily vetra a snehových pomero, jednak tým, že s pribúdaním nadmorskej výšky sa spomaľuje výškový rast stro-

mu, čo umožňuje vznik výraznejších stolových foriem. Neskôr menovaná skutočnosť je podporená aj tým, že výrazné stolové formy sa vyskytujú hojne na pleistocénných kremencových blokoviskách (Úplaz, Bochník a i.) s krajne nepriaznivými pôdnymi podmienkami.

V začiatkových štádiách vzniku stolových foriem pozorovať, že koruny smrečkov sú obyčajne ošľahané (obr. 15) na strane svahu (severozápadný svah Hromového, svahy Stoha, rázsocha od Chleba na juh a i.), a to aj v takých prípadoch, kde prevládajúce vetry fúkajú proti sklonu svahu. Tento zjav, ako aj predchádzajúce podporuje názor, že obrusovanie za pomoci snehu je najdôležitejší činiteľ pri vzniku stolových foriem, keďže snehové kryštáliky sú dolu svahom ľahšie vlečené než pri tej istej sile vetra proti sklonu svahu a majú väčší účinok. Obrusovanie vetiev na strane svahu pozorovať tam, kde niet výrazných zástavovitých foriem. Naproti tomu v polohách, kde stromy sú výrazne ošľahané proti smeru sklonu svahu, aj obrusovanie v prízemnej časti koruny býva obyčajne v smere prevládajúcich vetrov.

Na základe zástavovitých stromov môžeme do značnej miery v Krivánskej Malej Fatre stanoviť smer prevládajúcich vetrov (mapa 1). Vo voľnom ovzduší a vo vrcholovej časti hlavného hrebeňa prevládajú vetry od severozápadu. Na náveternej strane hlavného hrebeňa sú severozápadné vetry stáčané prevažne v smere celkovej orientácie pohoria. Preto tu vcelku prevládajú stromové zástavy, ktoré sú ošľahané od juhozápadu až západu, najčastejšie od juhozápadu, ako to vidieť aj na mape smerov stromových zástav. Na záveternej strane pohoria suverénne prevládajú smery stromových zástav od severoseverozápadu až západoseverozápadu, najčastejšie od severozápadu.

Náčrtnutá schéma poskytuje len hrubú orientáciu. V detailoch však pozorujeme



Obr. 15. Smrečky sú obrúsené zo strany svahu. SZ svah Hromového.
Fotografia: P. Plesník.



Obr. 16. Výrazné smrekové zástavy v hrebeňovej oblasti Kravarského.
Fotografia: P. Plesník.

veľké odchýlky od uvedených hlavných smerov. Na severozápadnej strane pohoria v úseku Malý Fatranský Kriváň — Steny, kde je hlavný hrebeň dosť celistvý a vysoký a prebieha vcelku v smere západ-juhozápad-východoseverovýchod, suverénne prevláda na svahoch hlavného hrebeňa smer stromových zástav od západ-juhozápadu až juhozápadu. Stromové zástavy sú v uvedenom smere pekne vyvinuté na svahoch Malého Fatranského Kriváňa, v závere Belskej doliny, najmä však na hrebeni, ktorý spája Kravarskô s hlavným hrebeňom, a na Stenách. Menšie odchýlky sú na severnom svahu Veľkého Fatranského Kriváňa a kóty 1605. Majú však len miestny charakter, čo môže byť zapríčinené detailami konfigurácie terénu; na spomínaných svahoch sa totiž vyskytujú aj stromové zástavy, ošľahané od západ-juhozápadu až juhozápadu, najmä vo vrcholových častiach krátkych, plochých a nevýrazných rázsoch.

V severovýchodnej časti pohoria, kde celistvosť hlavného hrebeňa je porušená, ako aj na rázsochách vybiehajúcich ďaleko od hlavného hrebeňa systém vzdušného prúdenia je odlišný. Ako príklad uvediem hrebeň Kravarského, ktorý ako vysoká a dlhá rázsocha odbočuje od hlavného hrebeňa na sever. Tam, kde sa oddeľuje od hlavného hrebeňa, smrečky sú jednoznačne hodne ošľahané (vo vrcholovej časti kmeňa) od juhozápadu. Aj na južnom a juhovýchodnom svahu vlastného Kravarského sú smrečky ošľahané od juhozápadu. Pri prechode z juhovýchodného svahu na východný stáča sa smer stromových zástav zo smeru juhozápad-severovýchod do smeru juhojuhozápad-severoseverovýchod; na východnom svahu Kravarského majú smer od juhu k severu, pričom na južnej strane sú kmene úplne holé a hladké, takže stromové zástavy sú tu veľmi výrazné. Pri ďalšom postupe na severovýchodný svah dostávajú zástavy korún smer od juhojuhovýchodu až juhovýchodu k severoseverozápadu až severozápadu, takže zástavy sú vyvinuté v opačnom smere, než prevládajú vetry vo voľnom ovzduší. Sú však málo výrazné. Smreky, značne ošľahané od juhovýchodu, na severovýchodnom svahu Kravarského siahajú až tesne pod vrchol hrebeňa, takže o 10—15 m vyššie vyčnievajú nad nimi výrazné zástavy smrekov, ktoré rastú vo vrcholovej časti už západného svahu. Majú však koruny výrazne zástavovité od západu (obr. 16). Na celom západnom svahu sú v hrebeňovej časti výrazné stromové zástavy, jednoznačne orientované od západu k východu. Ide tu o zrejmé stáčanie vetra spôsobené reliéfom.

Na juhovýchodnej strane pohoria smery stromových zástav sú veľmi odlišné od smerov na severozápadnej strane pohoria. Uplatňuje sa tu najmä smer, ktorý majú prevládajúce vetry vo vrcholových častiach hlavného hrebeňa, t. j. severozápadné vetry. Konfiguráciou terénu sú miestami stáčané k západoseverozápadu alebo severoseverozápadu (zriedka až severovýchodu). Dôležitú úlohu pritom majú najmä sedlá na hlavnom hrebeni (sedlo v závere Belskej doliny, Smilovské sedlo), ako aj znížené úseky hlavného hrebeňa (medzi Malým a Veľkým Fatranským Kriváňom, medzi Stenami a Stohom a i.). Na juhozápadných až západných svahoch rázsoch odbočujúcich od hlavného hrebeňa, ak sú pod dosahom vetrov, ktoré sa prevalia hlavným hrebeňom, stromové zástavy majú spravidla smer severozápad-juhovýchod (Mojský grúň, Veľký Fatranský Kriváň, Chleb, Stoh). Na druhej strane uvedených rázsoch (severovýchodné, východné, prípadne až juhovýchodné svahy) smer vetrov je terénom stáčaný viac k severu, takže najčastejšie smerujú na severoseverozápad-juhojuhovýchod, prípadne až severovýchod-juhozápad (svah Mojského grúňa od Studenca, juhovýchodný svah Veľkého Fatranského Kriváňa, východný svah Úplazu a i.). Tento zjav veľmi dobre pozorovať na rázsoche, ktorá

vybieha od Veľkého Fatranského Kriváňa na juhojuhovýchod; na juhozápadnom svahu smreký majú stromové zástavy všeobecne od severozápadu k juhovýchodu a siahajú až na hrebeň. Hneď po prechode hrebeňa na juhovýchodný svah narazíme na smreký, výrazne ošľahané od severoseverovýchodu.

Ako vidieť aj z mapy smerov stromových zástav, smery zástavovitých korún pri prechode z náveterného svahu na záveterný sa nápadne ohýbajú smerom ku svahu (Úplaz, Stoh, Veľký Rosutec). Ako príklad uvediem Úplaz: západný a juhozápadný svah leží v závetrí hlavného hrebeňa, a preto sa na nich zástavovité stromy vôbec nevyskytujú. Naproti tomu severný a severovýchodný svah stojí v ceste vzdušným prúdom, ktoré prechádzajú zníženou časťou hlavného hrebeňa medzi Hromovým a Stohom. Na severnom svahu Úplazu sú veľmi výrazné zástavovité formy od severoseverozápadných vetrov. Pri prechode na východný svah smer stromových zástav sa postupne stáča ku svahu, takže na východnom až juhovýchodnom svahu smreký sú silne ošľahané od severovýchodu až východoseverovýchodu. Postupným stáčaním smeru zástavovitých stromov zo severojužného do smeru severovýchod-juhozápad strácajú zástavovité formy na výraznosti, až úplne vyznievajú.

Rozšírenie stromových zástav a výraznosť ich formy sa líši na náveternej a záveternej strane pohoria. Na mape smerov stromových zástav som rozlíšil tri kategórie: 1. výrazné zástavy, ktoré majú vetvy na náveternej strane koruny viac než o polovicu kratšie než na záveternej strane, 2. silne ošľahané koruny, ktorých vetvy na náveternej strane sú skrátené až na polovicu, 3. slabo ošľahané koruny, kde badať slabý vplyv vetra; na náveternej strane koruny sú vetvy len na koncoch ošľahané a skrátené.

Na náveterných svahoch hlavného hrebeňa slabé ošľahanie vetrom na korunách smrekov pozorovať zhruba od 1300 m n. m. (severný svah Stoha, severozápadný svah Hromového a i.), na silnejšie vypuklých terénnych tvaroch aj pod 1300 m n. m. Na úzkych rázsochách vybiehajúcich ďaleko od hlavného hrebeňa na sever alebo na osamelých kopcoch začínajú smreký zástavovité v menších nadmorských výškach než na svahoch hlavného hrebeňa.

Kým na náveterných svahoch hlavného hrebeňa v smere stúpajúcej nadmorskej výšky sa vplyv vetra na koruny začína prejavovať zhruba v rovnakej výške, na záveternej strane pohoria pozorujeme iný zjav: so vzrastaním vzdialenosti od hrebeňa, najmä od jeho znížených úsekov a sediel znižuje sa postupne dolná hranica výskytu zástavovitých stromov. Zaiste to súvisí so skutočnosťou, že vzdušné prúdy, ktoré sa prevalia cez hrebeň, v určitej vzdialenosti za hrebeňom majú klesajúcu tendenciu, takže zachytávajú postupne stále nižšie a nižšie partie svahov. Tento zjav dobre pozorovať napr. na západnom svahu rázsochy, ktorá vybieha od Chleba na juh. Na svahu pod Chatou pod Chlebom (od chaty na západ) dolná hranica smrekov, u ktorých je zreteľnejšie ošľahanie vetrom, leží vo výške 1370 m n. m. Na západnom svahu kóty 1390, ktorá je na tej istej rázsoche ako chata, avšak vo väčšej vzdialenosti od hlavného hrebeňa, dolná hranica smrekov so slabo ošľahanými korunami klesá do 1345 m n. m.

Pomerne nízko (pod 1300 m n. m.) schádzajú zástavovité smreký na severnom a severovýchodnom svahu Úplazu. Je to zapríčinené najmä tým, že uvedené svahy sú obrátené k sedlu medzi Stenami a Stohom, ktoré klesá pod 1300 m n. m., a okrem toho sú od neho značne vzdialené. Na východnom až severovýchodnom svahu Mojského grúňa, pod kótou 1432 dolná hranica slabo ošľahaných smrekových korún je vo výške 1363 m n. m. Uvedené svahy sú pod vplyvom vetrov, ktoré prechádzajú sedlom v oblasti záveru Belskej doliny.

Výškový rozdiel medzi dolnou hranicou slabo ošľahaných smrekových korún a medzi dolnou hranicou výrazných korunových zástav sa zväčša pohybuje medzi 23 m (pod kótou 1432 na východnom svahu Mojského grúňa) až 31 m (na severnom svahu Stoha). Vo vrcholových častiach hrebeňov výraznosť zástavovitých foriem rýchlo stúpa s nadmorskou výškou, koruny tu rýchlo dostávajú zástavovité formy, čo zaiste súvisí s intenzívnejším prúdením vzduchu a tým aj so silnejšími účinkami vetrov v hrebeňovej časti svahu než na náveternom svahu. Preto aj klesá dolná hranica zástavovitých smrekoch na hrebeňoch.

V hornej časti pásma boja je pomerne náhly prechod stromových foriem smrekov do krovitých. Zásľuhu na tom má okrem pomalého rastu predovšetkým vietor. Mechanickým a fyziologicky škodlivým účinkom vetra (najmä za pomoci obrusovania snehom a snehovými závesov) najviac sú poškodzované vyššie časti korún. V dôsledku toho sa smrek rýchlejšie rozrastá do šírky než do výšky a dostáva krovitý habitus.

ZÁVER

1. Stolové formy smrekov vznikajú predovšetkým fyziologicko-patologickými, ako aj mechanickými účinkami vetra za pomoci snehových kryštálikov vlečených vetrom. Vytvárajú sa najmä v zimnom období. Ich vývoj sa nedeje priebežne a rovnomerne a závisí najmä od počasia v zime. Na rozdiel od zástavovitých foriem vyskytujú sa aj na záveterných (vzhľadom na prevládajúce vetry) svahoch a v dolných častiach údolí. Ich výšková hranica je oniečo nižšie než zástavovitých foriem (v Krivánskej Malej Fatre siaha zhruba po dolný okraj pásma vysokohorských smrečín).

2. Na vznik zástavovitých foriem majú predovšetkým vplyv mechanické a fyziologické účinky prevládajúcich vetrov, najmä silných vetrov. Potvrdzuje to aj skutočnosť, že najvýraznejšie zástavovité formy sa vyskytujú na hrebeňoch a za hrebeňmi na svahoch rázsoch, kam dopadajú vetry, ktoré sa prevalili cez hrebeň. Väčšinou majú padavý charakter. Ide tu o účinok silných vetrov, pretože porasty s výraznými zástavovitými korunami ležia na juhovýchodnej strane pohoria v značnej vzdialenosti od hlavného hrebeňa. Vetry s malou rýchlosťou musia pôsobiť aj blízko za hrebeňom a tam niet výrazných zástavovitých foriem. V súlade s tým sa stretávame so zjavom, že mnohé výrazné zástavovité smrekysú naklonené v smere zástavy. Rozhodujúci je tu však dostatočne početný výskyt účinných vetrov. Aj keď zástavovité formy v našich oblastiach spravidla majú smer prevládajúcich vetrov, sám moment prevládania nemusí byť rozhodujúci.

3. Stolové formy smrekov v začiatočných vývojových štádiách do určitej miery pripomínajú zástavovité formy. Obidve formy sa môžu spolu kombinovať. Stolové a zástavovité formy však vznikajú za nerovnakých podmienok a odlišnými procesmi, aj keď obidve formy podliehajú niektorým spoločným vplyvom. Preto na tom istom jedinci môže byť koruna ošľahaná v pásme výbrusu práve z opačnej strany než vo vrcholovej časti. Pri rekonštrukcii porastov v oblasti hornej hranice lesa musí lesník rozoznať, o aké nepriaznivé podmienky prostredia tu ide, aby mohol navrhnúť správne technické, prípadne biologické opatrenia na ochranu porastov. Práve na základe rozboru stromových foriem v oblasti hornej hranice lesa možno poznať vplyv niektorých základných činiteľov, čím tento teoretický problém dostáva praktické upotrebenie.

4. Vietor vplýva na tvar a stavbu kmeňa. Výrazné zástavovité smrekysú mali

справidla кмеň pretiahnutý v smere korunovej zástavy, takže horizontálny prierez kmeňa bol najčastejšie oválny, prípadne až slzovitý. Pri menej vyvinutých zástavovitých formách bolo málo výrazné zastúpenie tých jedincov, ktorých kmene mali najväčšiu hrúbku v smere prevládajúcich vetrov. Naproti tomu usporiadanie letokruhov javí užší súvis so zástavovitými korunami než tvar kmeňa. Aj u menej výrazných zástavovitých smrekov solitérov bol značne nadpriemerný počet jedincov, ktoré mali na náveternej strane menšiu hrúbku letokruhov než na záveternej. Pri výrazných zástavovitých formách zhruba všetky smrekky mali stred letokruhov značne posunutý k náveternému okraju kmeňa, takže vcelku možno pozorovať priamu závislosť medzi výraznosťou zástavovitej formy a excentricitou letokruhov.

5. Na základe rozloženia a smeru zástavovitých foriem možno do určitej miery skonštruovať systém prevládajúcich, najmä silných vetrov. Vo voľnom ovzduší a na hlavnom hrebeni Krivánskej Malej Fatry prevládajú severozápadné vetry. Na severozápadnej strane pohoria, na náveterných svahoch hlavného hrebeňa sú vetry stáčané do smeru celkového priebehu pohoria, v dôsledku čoho prevládajúce vetry majú smer spravidla západojuhozápadný až juhozápadný. Na juhovýchodnej strane pohoria na náveterných svahoch rázsoch prevládajúce vetry majú vcelku smer zhodný s vetrami na hlavnom hrebeni (severozápadný, prípadne západo-severozápadný a severoseverozápadný). Na východných a juhovýchodných svahoch, sčasti už záveterných svahoch rázsoch, vetry sú stáčané smerom ku svahu, takže pri prevládajúcich vetroch sú silne zastúpené zložky severných smerov (severo-severozápadný-severný, prípadne až severovýchodný).

LITERATÚRA

1. Däniker A., *Biologische Studien über Baum- und Waldgrenze, insbes. über die klimatischen Ursachen und deren Zusammenhänge*. Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Ges. in Zürich 68, 1923. — 2. Dušek Š., *Studie o tvaru strom. pně*. Les. práce 10, 1931. — 3. Ivanov L. A., *O vlijanii vetra na rost' dereva*. Bot. žurnal SSSR 3, 1934. — 4. Metzger C., *Der Wind als massgebender Faktor für das Wachstum der Bäume*. Münd. forstl. Hefte 1893. — 5. Michaelis P., *Oekologische Studien an der alpinen Baumgrenze*. Ber. d. Dt. Bot. Ges. 50, 1932; Beitr. z. Bot. Cbl. 52/B, 1934. — 6. Plesník P., *Geografia lesov Krivánskej Malej Fatry*. Geografický časopis, roč. VI, č. 3—4, 1954. — 7. Plesník P., *Horná hranica lesa v Krivánskej Malej Fatre*. Lesnícky časopis, roč. II, č. 2, 1956. — 8. Runge F., *Windgeformte Bäume und Sträucher und die von ihnen angezeigte Windrichtung auf Terschelling*. Meteorologische Rundschau, VIII. Jahrgang, Heft 11/12. — 9. Sokołowski M., *O górnej granici lasu w Tatrach*, Kraków 1928, 148. — 10. Svoboda P., *Život lesa*, Praha 1952. — 11. Szafer W., *Zarys ogólnej geografii roślin*, Warszawa 1952, 75. — 12. Walter H., *Grundlagen der Pflanzenverbreitung*. Band III, Stuttgart 1951.

Павол Плесник

ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА ФОРМУ КРОНЫ И ШТАМБА ЕЛИ В ОБЛАСТИ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА В КРИВАНСКОЙ МАЛОЙ ФАТРЕ

В своей работе автор занимается разбором главным образом трех вопросов: 1. влияния ветра на форму кроны, 2. влияния ветра на форму штамба, 3. направлений флагообразных крон в области верхней границы леса.

1. В результате действия ветра, в области верхней границы леса возникают, главным образом, две формы крон ели: столообразная и флагообразная.

Столообразная форма характерна тем, что живые ветви кроны находятся только на вер-

шине и на базе штамба. Приземные ветви растут до разной высоты, чаще всего до 50—120 см, что соответствует высоте снегового покрова или высоте близлежащего стланика. Голая часть штамба возникает благодаря тому, что ветер, увлекая снеговые кристаллики, повреждает хвою и ветви над поверхностью снегового покрова, так что они отмирают. Столообразные формы кроны имеют общее распространение от нижней границы зоны высокогорного ельника кверху. В некоторых насаждениях, под теперешней верхней границей леса, встречаются ели высотой до 22 м, обладающие густыми ветвями на высоте 50—120 см, где они внезапно прекращаются, так что ствол здесь голый с гладкой корой. Собственно крона начинается в таких случаях на высоте 2,5—3,5 м. Здесь речь идет о так называемых „фозильных“ формах, которые являются доказательством того, что предметные индивидуумы росли свободно на альпийском лугу, а насаждения включились лишь позже. Столообразная форма типично развита в особенности на подветренной (в отношении к преобладающим северозападным ветрам) стороне горной цепи, а именно в зоне ветрового напора над верхней границей дерева (высота дерева 5 м по Б р о к м а н н - Е р о ш у). Для возникновения столообразных форм важным является зимний период. Автор находит, что их развитие не является непрерывным и равномерным, потому что после суровой и долгой зимы 1955—1956 года он обнаружил в зоне шпифа как мелкие, так и более крупные недавно отмершие ветви, что является доказательством большой важности состояния погоды зимой.

При *флагообразной* форме ветви кроны на одной стороне или укорочены или совершенно отсутствуют, на противоположной же стороне они нормально развиты. Вследствие этого крона явно растянута в одном направлении, чем напоминает флаг. Эта форма возникает благодаря действию сильных ветров, которые влияют как физиологически, так и механически, в особенности сбиванием молодых побегов на наветренной стороне кроны. На наветренной стороне (т. е. северозападной) главного гребня гор нижняя граница встречаемости флагообразной формы кроны имеет довольно регулярное течение и находится на высоте приблизительно 1300 м над уровнем моря. На одиночных вершинах и рассохах, выдающихся далеко от главного гребня она понижается и под 1300 м над уровнем моря. На подветренной (юговосточной) стороне горной цепи нижняя граница флагообразных елей сильно колеблется и зависит прежде всего от высоты главного гребня гор, в особенности в области седловин. Самые выразительные формы встречаются в вершинных частях гребня гор и на подветренной стороне горной цепи, на склонах рассох, однако на большем расстоянии от главного гребня и именно там, куда достигают сильные ветры, перекатывающиеся через главный гребень. И это является доказательством того, что на возникновение флагообразных форм оказывают действие в первую очередь сильные ветры. Столообразные и флагообразные формы возникают при наличии различных условий и при помощи разнящихся процессов. Доказательством этого является и тот факт, что на некоторых деревцах ели крона на высоте 50—100 см над землей была обветрена с одной стороны (речь идет о первичной стадии возникновения столообразной формы), тогда как в вершинной части крона была обветрена с другой, иногда противоположной стороны (речь идет о возникновении флагообразной формы).

2. В области верхней границы леса можно наблюдать, что стволы ели с выразительными флагами обладают наибольшей толщиной, как правило, в направлении флага. Отношение наибольшей толщины ствола к наименьшей было у них (на высоте груди) чаще всего 1,01—1,03, редко 1,1. В насаждениях со слабо выраженными флагообразными формами не было наблюдаемо более или менее значительное количество еловых деревьев, у которых кроны были бы растянуты в направлении преобладающих ветров. Можно было наблюдать тесную связь между формой кроны и расположением годичных колец. Почти у всех одиночных деревьев с выразительной флагообразной кроной середина годичного кольца была сильно подвинута к наветренному краю ствола. При этом отношение между расстоянием от середины годичного кольца к подветренному краю и расстоянием от середины годичного кольца к наветренному краю равнялось у них чаще всего 1,5—2,5. И в насаждениях, в которых ели были лишь слабо обветрены, вышеуказанное было количество тех особей, у которых середина годичных колец была эксцентрически подвинута на наветренную сторону ствола.

3. В вершинной части главного гребня и в свободных просторах Криванской Малой Фатры преобладают северозападные ветры. По направленности флагообразных крон видно, что направление преобладающих ветров на северозападной стороне горной цепи значительно отличается от направления преобладающих ветров на юговосточной

стороне. На наветренных склонах главного гребня кроны еловых деревьев обветрены преимущественно с западоюгозапада и даже югозапада, т. е. преобладающие ветры переменяют здесь направление, благодаря рельефу, по общей направленности горной цепи. На рассохах, которые далеко выдвигаются от главного гребня в общем направлении к северу, флаги крон на наветренных склонах ориентируются с запада на восток. Ветры, перекачивающие через главный гребень и седловины на юговосточную сторону горной цепи, захватывают на рассохах западные и югозападные склоны, где кроны ели обветрены, как правило, с северозапада. На восточных склонах этих рассох преобладающие ветры новорачиваются к склону, так что ель здесь обветрена с северо-северозапада и даже с северо-востока (см. карту направлений флагообразных крон).

Перевод со словацкого В. Андрусовой

Объяснение рисунков

- Рис. 1. Столообразная форма ели над верхней границей дерева. ЮЗ склон Уплаза.
 Рис. 2. Столообразная форма, комбинированная с флагообразной. Рассоха от Хлеба на Юг.
 Рис. 3. Нижняя толстая часть штамба короткая, из нее вырастают верхушечные ветви, которые постепенно усыхают.
 Рис. 4. „Форзильная“ столообразная форма.
 Рис. 5. Флагообразность у ели наблюдается в особенности в верхушечных частях крон. Ельник на западном склоне Хлеба.
 Рис. 6. Ель с явно выраженной узкой флагообразной кроной. Морены в Предных Медодолах (Высокие Татры).
 Рис. 7. Ассиметрия кроны, явившаяся следствием поломки некоторых ветвей верхней части штамба.
 Рис. 8. В верхней части кроны на наветренной стороне ветви в своей корневой части перегнуты и даже повернуты в противоположном направлении.
 Рис. 9. Под давлением снега молодые ели сгибаются в направлении более длинных ветвей. Гребень рассохи от Хлеба на Юг.
 Рис. 10. Штыкообразная форма ели.
 Рис. 11. Изуродованная, благодаря многим поломкам, крона ели. ЮЗ склон Хлеба.
 Рис. 12. Высокогорный ельник с поломанными верхушками. ЮЗ склон Хлеба.
 Рис. 13. Группа, сильно обветренных с наветренной стороны, молодых елей над верхней границей леса, тянущаяся в направлении преобладающих ветров. Заключение Бельской долины.
 Рис. 14. Ели получают причудливую форму, вследствие выпрямления толстых ветвей. Западный склон Хлеба.
 Рис. 15. Молодые ели отшлифованные со стороны склона. СЗ склон Громогого.
 Рис. 16. Выразительные еловые флаги в области гребней массива Крварский.

Диаграмма 1. Отношение между высотой над уровнем моря и эксцентрическим распределением годовичных кругов.

1. Отношение самой большой толщины годовичных кругов к самой малой у пней, у которых середина годовичных колец эксцентрически подвинута в направлении к наветренному краю штамба.
2. Отношение самой большой толщины годовичных колец к самой малой у пней, у которых эксцентричность годовичных колец подвинута в направлении, отличном от направления древесного флага.
3. Одинаковые величины у двух пней одной и той же высоты над уровнем моря.
4. Одинаковые величины у двух пней одной и той же высоты над уровнем моря, причем у одного пня эксцентричность подвинута в направлении древесного флага, у другого — в ином направлении.

Объяснение карты

Карта направлений древесных флагов у ели в Криванской Малой Фатре.

1. направление выразительных флагов,
2. направление сильно обветренных крон,
3. направление слабо обветренных крон,
4. направление преобладающих ветров в вольном пространстве,
5. сегодняшняя верхняя граница леса.

EINFLUSS DES WINDES AUF DIE FORM VON KRONE UND STAMM DER FICHTE IN DER REGION DER OBEREN WALDGRENZE IM GEBIRGE KRIVÁNSKA MALÁ FATRA

In dieser Arbeit werde ich mich besonders mit folgenden drei Fragen beschäftigen: Einfluss des Windes auf die Form 1. der Krone, 2. des Stammes und 3. Richtungen der Fahrenkronen in der Region der oberen Waldgrenze.

1. Durch die Tätigkeit des Windes entstehen in der Region der oberen Waldgrenze hauptsächlich zwei Formen der Fichtenkronen: die Tischform und die Fahrenform.

Die *Tischform* ist dadurch gekennzeichnet, dass die lebenden Äste nur am Gipfel und an der Basis des Stammes sind. Die erdnahen Ästchen reichen in verschiedene Höhe, meistens von 50 bis 120 cm, was der Höhe der Schneedecke oder der benachbarten Bergkieferbestände entspricht. Der kahle Teil des Stammes entsteht dadurch, dass der mit Eiskristallen beladene Wind Nadeln und Ästchen ober der Oberfläche der Schneedecke beschädigt, sodass diese absterben. Die Tischformen sind von der unteren Grenze der Hochgebirgsfichtenzone nach oben allgemein verbreitet. In einigen Beständen unter der heutigen oberen Waldgrenze kommen bis 22 m hohe Fichten vor, welche bis in die Höhe von 50 bis 120 cm dicht mit Ästen bewachsen sind, wo diese plötzlich aufhören, sodass der Stamm hier kahl mit glatter Rinde ist. Die eigentliche Krone beginnt dann in einer Höhe von 2,5 bis 3,5 m. Es handelt sich sozusagen um fossile Tischformen, die ein Beweis dafür sind, dass die betreffenden Individuen frei auf der Hochweide wuchsen und die Bewaldung erst später einsetzte. Tischformen in typischer Ausbildung findet man besonders im Windschatten (in Bezug auf die vorherrschenden nordwestlichen Winde) der Gebirge und zwar in der Kampfzone ober der oberen Baumgrenze (Baumhöhe 5 m nach Brockmann — Jerosch). Für die Entstehung der Tischformen ist die winterliche Jahreszeit wichtig. Ihre Entwicklung ist nicht durchlaufend und gleichmässig, da ich besonders nach harten und langen Wintern (i. J. 1955—1956) in der Schleifzone eben abgestorbene, sowohl kleinere, als auch grössere Ästchen fand, was ein Beweis dafür ist, dass besonders der Wetterverlauf im Winter für die Entstehung dieser Formen sehr wichtig ist.

Die *Fahrenform* hat auf einer Seite der Krone verkürzte Äste, welche auch vollkommen fehlen können, an der entgegengesetzten Seite sind sie normal entwickelt. So entsteht eine einseitig gedehnte Form, welche an eine Fahne erinnert. Sie entsteht unter dem Einfluss der vorherrschenden, hauptsächlich aber starken Winde, welche sowohl physiologisch als auch mechanisch wirken, besonders durch Verwundung der jungen Triebe an der Windseite der Kronen. An der Luvseite (d. i. die nordwestliche) des Hauptkammes hat die untere Grenze ihres Vorkommens einen ziemlich regelmässigen Verlauf und zwar in der Höhe von rund 1300 m ü. d. M. Auf den alleinstehenden Berggipfeln und an den weit vom Hauptkamm auslaufenden Kammgabelungen geht sie auch unter 1300 m Meereshöhe. An der Leeseite (d. i. die südöstliche) des Gebirges schwankt die untere Grenze der Fahrenfichten stark und ist in erster Linie von der Höhe des Hauptkammes abhängig, besonders in der Sattelregion. Die ausdrucksvollsten Formen kommen in den Gipfelpartien des Kammes und im Windschatten des Gebirges vor, auf den Hängen der Talschlüsse, aber in grösserer Entfernung vom Hauptkamm und zwar dort, wo die über den Hauptkamm herüberwehenden Winde eingreifen. Auch das ist ein Beweis dafür, dass vor allem die starken Winde auf die Entstehung der Fahrenformen Einfluss nehmen. Die Tischformen und die Fahrenformen entstehen unter verschiedenen Bedingungen und durch voneinander abweichende Prozesse. Dafür spricht auch die Tatsache, dass die Krone einiger Fichtenbäumchen in 50 bis 100 cm Höhe ober der Erdoberfläche an einer Seite vom Winde abgepeitscht war (es handelt sich um Anfangsstadien der Tischform), während sie im Gipfelteil die Krone von einer anderen, manchmal gerade entgegengesetzten Seite abgefegt war (es handelt sich um die Entstehung der Fahrenform).

2. In der Region der oberen Waldgrenze kann man beobachten, dass die Stämme der Fichten mit ausgeprägten Fahnen zumeist die Stammdicke in der Richtung der Fahne verstärkt haben. Das Verhältnis der grössten Stammdicke zur kleinsten war (in Brusthöhe) zumeist 1,01 bis 1,03, selten 1,1. In den Waldbeständen mit schwach ausgeprägten Fahnenformen beobachtete ich keine bemerkenswertere Vertretung von in der Richtung der vorherrschenden Winde gedehnten Fichtenstämmen. Man kann eine enge Beziehung zwischen Baumkrone und Anordnung der Jahresringe beobachten. Fast alle Solitäre bäume mit ausgeprägter Fahnenkrone hatten das Zentrum der Jahresringe stark gegen die Windseite verschoben. Daher schwankte das Verhältnis der Entfernung der Mitte der Jahresringe von dem windfernen zu dem windnahen Rande des Stammes bei ihnen zumeist zwischen 1,5 und 2,5. Auch in denjenigen Beständen, wo die Fichten nur schwach abgefeigt waren, zeigte sich eine den Durchschnitt überschreitende Zahl von Individuen mit gegen die windnahe Seite des Stammes excentrisch verschobener Mitte der Jahresringe.

3. Im Gipfelteil des Hauptkammes und in der freien Atmosphäre überwiegen im Gebirge Krivánska Malá Fatra die nordwestlichen Winde. Nach der Richtung der Fahnenkronen kann man sehen, dass die Richtung der vorherrschenden Winde an der Nordwestseite des Gebirges von derjenigen an der Südostseite bedeutend abweichend ist. An den Luvhängen des Hauptkammes sind die Fichtenkronen überwiegend von Westsüdwest bis Südwest abgefeigt, hier werden also die vorherrschenden Winde durch das Relief in die Richtung des allgemeinen Verlaufes des Gebirges gedreht. Auf den Kammverzweigungen, welche weit vom Hauptkamm ungefähr gegen Norden auslaufen, haben die dem Winde zugewendeten Hänge die Fahnenkronen von Westen gegen Osten orientiert. Die über den Hauptkamm und die Gebirgssättel auf die Südostseite des Gebirges herüberkommenden Winde werden durch die West- und Südwesthänge der Talschlüsse aufgefangen, wo die Fichtenkronen zumeist von Nordwesten her abgefeigt sind. Auf den Osthängen der angeführten Talschlüsse drehen sich die vorherrschenden Winde gegen den Hang, sodass die Fichten hier von Nordnordwest-Nord, bis eventuell Nordosten (siehe Karte der Richtungen der Fahnenkronen) abgefeigt sind.

Aus dem Slowakischen übersetzt von V. Dlabáčová

Erklärung der Abbildungen

- Abb. 1. Tischform der Fichte ober der oberen Baumgrenze. SW Hang der Talschlucht.
- Abb. 2. Tischform mit der Fahnenform kombiniert. Kammgabelung vom Berge Chleb gegen S.
- Abb. 3. Der untere dicke Teil des Stammes ist kurz, aus ihr wachsen allmählich absterbende Gipfeläste heraus.
- Abb. 4. „Fossile“ Tischform.
- Abb. 5. Die Fahnenart der Fichte macht sich besonders im Gipfelteil der Krone bemerkbar. Fichtenwald am Westhange des Chleb.
- Abb. 6. Fichte mit sehr ausdrucksvoller, schmaler Fahnenkrone. Moränen in Predné Medodoly (Hohe Tatra).
- Abb. 7. Asymmetrie der Krone durch Abbrechen einiger Äste im oberen Teile des Stammes verursacht.
- Abb. 8. Im oberen Teile der Krone, an der windnahen Seite sind die Äste in ihrer Wurzelpartie niedergebogen, eventuell auch in die entgegengesetzte Richtung umgedreht.
- Abb. 9. Unter dem Drucke des Schneebehanges biegen sich die Fichten in der Richtung der längeren Äste. Kammgabelung vom Berge Chleb gegen S.
- Abb. 10. Bajonettenformen der Fichten.
- Abb. 11. Missform einer Fichtenkrone infolge mehrfachen Abbrechens. SW Hang des Chleb.

- Abb. 12. Fichtenhochwald mit abgebrochenen Gipfeln. SW Hang des Chleb.
- Abb. 13. Fichtengruppe ober der oberen Waldgrenze in der Richtung der vorherrschenden Winde gedehnt. Die Fichten sind an der Windnahen Seite stark abgepeitscht. Talschluss der Belská dolina.
- Abb. 14. Durch Aufrichtung der dicken Äste bekommen die Fichten eine bizarre Form. Westhang des Chleb.
- Abb. 15. Die Fichtenbäumchen sind von der Hangseite abgeschliffen. NW Hang des Hromový.
- Abb. 16. Ausdrückliche Fichtenfahnen in der Kammregion des Berges Kravarskô.

Diagramm 1. Beziehung zwischen Meereshöhe und excentrischer Anordnung der Jahresringe.

1. Verhältnis der grössten Dicke der Jahresringe zu der kleinsten bei den Stämmen mit excentrisch gegen den windnahen Stammrand verschobener Mitte der Jahresringe.
2. Verhältnis der grössten Dicke der Jahresringe zu der kleinsten bei den Stämmen, welche die Excentricität der Jahresringe in anderer als in der Fahnenrichtung haben.
3. Gleiche Werte bei zwei Stämmen in der selben Meereshöhe.
4. Gleiche Werte bei zwei Stämmen in der selben Meereshöhe, wobei ein Stamm die Excentricität in der Fahnenrichtung hat, der andere in einer anderen Richtung.

Erklärung der Karte

Karte der Richtungen der Fichtenfahnenbäume im Gebirge Krivánska Malá Fatra.

1. Richtung der ausdrücklichen Fahnen,
2. Richtung der stark abgepeitschten Kronen,
3. Richtung der schwach abgepeitschten Kronen,
4. vorherrschende Windrichtung in freier Luft,
5. heutige obere Waldgrenze.