

Jan Jeník:

Ekologický význam větru pro vegetaci Předních Měddolů v Belanských Tatrách.

V oblasti Vysokých a Belanských Tater převládají gradientové větry západních kvadrantů. O jejich četnosti nás dobře informuje první vyhodnocený desetiletý průměr z výškové stanice na Lomnickém Štítě (P e t r o v i č, 1954); procentové zastoupení jednotlivých směrů větru v pozorovacích termínech je graficky znázorněno na obr. 1. I když jde o údaje z výškové stanice, ležící na druhém nejvyšším vrcholu v Tatrách, nezachycují věrně směrovou povahu výškových gradientových vzdušných proudů, které jsou již v této poloze významně pozměněny mechanickou turbulencí uvnitř celého horstva. Pro naše další úvahy však postačuje závěr, že západní větry (SZ, Z, JZ) převyšují četností východní proudění (SV, V, JV) v poměru zhruba 6 : 1, a že nejsilnější vítr a maximální jeho nárazy přicházejí od SZ.

Morfologicky členité Tatry (jejich vrcholy, hřebeny, sedla a údolí) deformují gradientový vzdušný proud a tříští podle složitých zákonů mechanické turbulence. Značná rychlost větru i převýšení terénních překážek nepřipouští laminární obtékání povrchu proudícím vzduchem, nýbrž vyvolávají na závětrných stranách složitější („vyšší“) typy proudění. Meteorologické základy studia těchto jevů položil u nás F ö r c h t g o t t (1949, 1950, 1953). Vertikálně i horizontálně členitý terén Tater však působí na vzdušné proudění tak komplikovaně, že zatímními meteorologickými methodami nelze definovat pro libovolné místo povrchu hor směr a rychlost větru při daném proudu výškovém. Větrné poměry se mění místo od místa tak, že je nelze postihnout ani sítí meteorologických stanic. Chaos proudění jen částečně zjednodušují mohutné elevace nebo naopak mohutné deprese (táhlé hřbety nebo velká údolí), které srovnávají rozčleněné a chaotické proudnice a usměrňují je podél svého povrchu do dílčích místních proudů, opakujících se na stejném místě se značnou stálostí (t. zv. lokální větry).

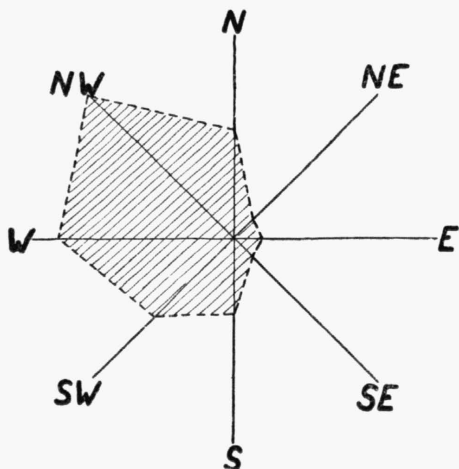
Ve složité problematice vzdušného proudění v horách se objevila nepřímá cesta k zjištění převládajícího větru. Ukázal na ni M. Š o k o l o w s k i (1928) a nověji Z. V u l t e r i n (1950). Všeobecně zrychlené a trvalé větry v horách způsobují jednostranné formování koruny stromů, zejména smrků na hranici lesa; vznikají tak „větrné formy“ (vlajkové smrky), fungující jako biologické totalisátory, v nichž se sítá vliv vzdušného proudění na lokalitě.

Na základě směrové orientace vlajkových smrků sestavil M. Š o k o l o w s k i schematickou mapku převládajícího přízemního vzdušného proudění velkých tatranských dolin. Ukázalo se, že převládající vítr směřuje nejčastěji údolím shora dolů, od hlavních hřebenů a sedel směrem k okraji tatranské elevace. Jen v některých případech převládající vítr traversuje osu údolí nebo dokonce stoupá údolím vzhůru (na př. Hlinská dolina, Zadní Měddoly). M. Š o k o l o w s k i vysvětloval směr převládajícího větru jako výslednici

dvou druhů proudění: hlavního severozápadního (gradientového) proudění a t. zv. lokálního proudění. Jeho výklad však nasvědčuje tomu, že „lokální proudy“ považoval za geneticky nezávislé na větrech gradientových a že je snad ztotožňoval s prouděním monsunového charakteru — t. zv. horským větrem. Tento druh proudění má však dvě protisměrné složky (denní a noční) a těžko i svou silou a nárazovitostí by mohl formovat vlajkové smrky. Také relativně řídký padavý vítr (föhn, zvaný na sev. straně Tater „halny wiatr“) nemůže v zásadě ovlivňovat převládající proudění v dolinách, které je třeba

pokládat za přímou výslednici gradientového proudění deformovaného mechanickou turbulencí a rozčleněného velehorským terénem do různých směrů.

Při podrobném studiu mapky Sokolowského objevíme, že v celé vysokotatranské oblasti se pouze jedenkrát vyskytuje zcela mimořádná anemografická*) situace, při níž na sebe v přímce navazují dvě velká tatranská údolí tak, že jedno z nich (západnější) má převládající vítr směrem vzhůru k rozvodí a druhé (východnější) bez význačné směrové deformace přejímá tyto usměrněné vzdušné proudy. Tato situace vzniká mezi dvěma mohutnými dolinami, ležícími na JJZ straně táhlého hřebene Belanských Tater — v Zadních a Předních Mědodolech.



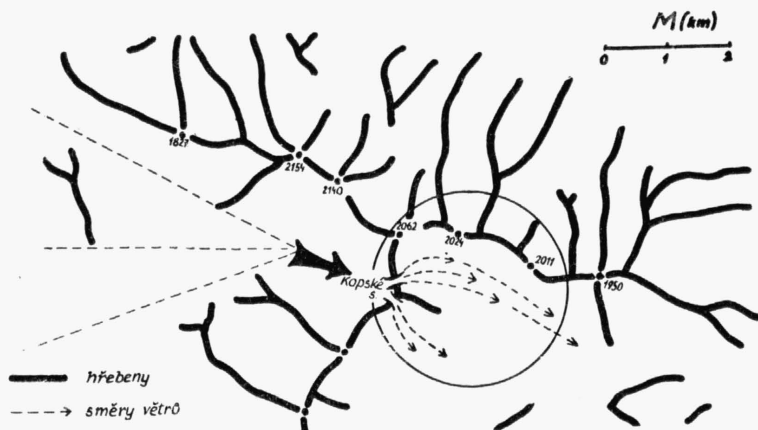
Obr. 1. Desetiletý průměr četnosti větrů na Lomnickém štítě.

Mimořádné anemografické poměry vznikly v této oblasti jako výsledek celkových orografických poměrů, zejména příznivé orientace hřebene Belanských Tater a osy obou údolí vůči převládajícím západním větrům. Souvislý hřeben Belanských Tater, ležící právě ve směru vanoucích západních větrů, nevysílá severně a jižně žádné protáhlé a vysoké rozsochy, takže zejména jižní svahy, spadající do Zadních a Předních Mědodolů, nejsou ani horizontálně, ani vertikálně příliš členité. Nejvýraznější a nejvyšší rozsocha jižního směru vybíhá od hřebenu Belanských Tater z Hlupého vrchu (2062) do Kopského sedla (1756), kde končí spodní subtatranský příkrov (tvořící Bel. Tatry) a přechází do vysokotatranského krystalinika. Kopské sedlo tvoří zároveň hranici a rozvodí Předních a Zadních Mědodolů.

Obě doliny tvoří výhodné koryto pro převládající větry západních kvadrantů (obr. 2). Při SZ větru vnikají proudnice do Zadních Mědodolů přímo z polské nížiny, při jiném západním proudění soustřeďují se proudnice, hradbou Vysokých Tater roztržštěné, před táhlým hřebenem Belanských Tater znovu v souvislý a mohutný proud, směřující vždy na Kopské sedlo. Deprese Kopského sedla, zaklíněná mezi Jahňací štít (2231) a Hlupý vrch (2062), účinkuje

*) M. Sokolowski (1928) označuje větrné poměry termínem „anemometrické“; tento termín, v meteorologické literatuře neobvyklý, ale pro geobotaniku potřebný, nahrazuji termínem „anemografické“, který se mi zdá vhodnějším zejména proto, že máme především na mysli zeměpisné rozšíření převládajících směrů proudění a daleko méně jeho sílu.

pro usměrněný vzdušný proud jako tryska, v níž se proudové paprsky stlačují a vzdušný proud několikanásobně urychluje. Zrychlený vzdušný proud vyrazí velkou silou do Předních Mědodolů a částečně také do doliny Bílých ples, oddělené masivem Kopy (1838). Extrémní větrné poměry vznikají zejména na jižních svazích a rozsochách pod Zadními Jatkami (2024), Košiary (1950, 1980) a Předními Jatkami (2011, 1918), které jsou celý rok pod trvalým vlivem silných nárazů. Rychlost proudění, protahujícího Kopským sedlem, můžeme alespoň zhruba posoudit podle údajů z Lomnického Štitu, kde maximální nárazy, přicházející právě ze směru SZ, překračují v kterémkoli měsíci v roce 140 km/hod. Zrychlené a trvalé proudění ovšem nemohlo zůstat bez významného vlivu na vegetační poměry postižené oblasti.



Obr. 2. Vznik usměrněných a silných větrů v Předních Mědodolech v Belanských Tatrách.

Při sledování vztahu horského povrchu a vegetace k převládajícím větrům obvykle rozlišujeme „návětrné“ a „závětrné“ svahy. Oba termíny nejsou zcela přesné proto, že v horském terénu se pohyb vzduchu (vítr) nikdy neomezuje jenom na svahy vystavené proti hlavním, soustředěným proudům; naopak také nad odkloněnými svahy vznikají vírové, vlnové, rotorové a chaotické proudy, přímo navazující na proudění hlavní. Rychlost a směr proudění na „závětrné“ straně se ovšem značně liší od hlavního větru, ale přesto jen v málo případech můžeme pokládat „závětrí“ za synonymum „bezvětrí“. **N á v ě t r n é s v a h y** jsou tedy svahy vystavené přímým nárazům soustředěných, zrychlených a monotonních vzdušných proudů, **z á v ě t r n é s v a h y** jsou svahy pod vlivem zplodin mechanické turbulence, proměnlivých v síle i směru podle momentní rychlosti hlavního proudění.

Přímé účinky větru na vegetaci jsou v ekologii rostlin často hodnoceny. Jsou to známé jevy fyziologické a mechanické povahy (deformace nadzemních orgánů, zvýšení transpirace, zvýšení výparu, eroze), obrazy se zjevně na fyziognomii i druhovém složení vegetace. Speciálnější studie oceňují i širší okruh ekologických podmínek, měnících se pod vlivem větru (viz zejména Bernbeck, 1954). V horách však vstupuje do řetězce ekologických změn, vyvolaných působením větru, další velmi důležitá závislost: **v í t r j e r o z h o d u j í c í m č i n ě t e l e m p r o d i s l o k a c i s n ě h o v é p o k r ý v k y**

v zimním období. Čím jsou anemografické poměry extrémnější, tím výrazněji se prosazuje tento článek na utváření stanovištních a vegetačních podmínek.

Asi polovina roční sumy srážek dopadá na povrch Tater v pevné formě — sněhu. Sníh zůstává v alpském výškovém pásmu ležet prakticky od začátku listopadu do konce dubna; podle toho tedy plnou polovinu roku mohou být určitá místa tatranského povrchu pod sněhem. Zasněžení povrchu je velmi nestejně rozložené, protože každé padání sněhu je doprovázené větrem, který na exponovaných místech nedovoluje ukládání sněhových částic a naopak na „závětrných“ svazích vytváří značné sněhové akumulace (závěje). Hromadění sněhových vloček na závětrné straně svahů vzniká v důsledku náhlého snížení rychlosti proudových paprsků za hřbetnicí vlivem periodicky vznikajících a zanikajících vírů, které prostorovým uspořádáním, intenzitou a trváním určují strukturu „turbulentní vrstvy“ a tím i proudění za překážkou. I v tom případě, když se během vánice zachytí určitá část sněhu na svazích exponovaných větru, ztratí se z těchto míst později druhotným přefoukáním. Z těchto důvodů zůstávají některé plochy horských svahů na počátku zimy dlouho bez sněhové pokrývky a i po mohutných sněhových srážkách v lednu, únoru a březnu mají jenom slabou vrstvu sněhu nebo jen přimrzlý poprašek, který nechrání půdu před hlubokým promrzáním a vegetaci před přímými účinky nárazů větru.

Můžeme tedy uzavřít, že vyhraněné anemografické podmínky vedou na horských svazích k hluboké diferenciaci dvou typů stanovištních podmínek, mezi nimiž probíhá hranice tím ostřeji, čím monotonnější je vliv vzdušných proudů. Školním případem takovéto diferenciacie je oblast Kopského sedla a Předních Mědodolů v Belanských Tatrách.

Uprostřed zimy, když jsou již dna tatranských dolin pod několika-metrovou vrstvou sněhu, můžeme kolem Kopského sedla a na již. svazích pod Zadními a Předními Jatkami a pod Košiary mapovat velmi zřetelně zasněžené a nezasněžené plochy. Na hraně rozsochy, sbíhající jižně od Hlupého, i v blízkém okolí Kopského sedla, se udržuje jen namrzlý sníh na vegetaci, případně menší závěje podle konkrétních podmínek mikroreliefu. Vrcholek Kopy, která stojí jako překážka právě uprostřed kopské deprese, je obnažen až na kamenitý povrch (vápencový a dolomitový štěrk), hostící vyhraněné *Firmetum carpaticum* (viz dále). Jižní svahy Kopy, tvořené středně triasovými vápenci až dolomity, jsou rozčleněny v celou řadu svislých žeber (kulis); každá z těchto kulis je na návětrné straně vyšlehaná až na skálu, zatím co na závětrné zadržuje mohutný pruh sněhové závěje. Tím je v zimě horní část již. svahu Kopy pravidelně střídavě pruhovaná. Nejpozoruhodnější je však dislokace sněhu na krátkých rozsochách Bel. Tater v Předních Mědodolech (tab. X, obr. 1). Tyto rozsochy jsou postaveny napříč narázejícím větrům, takže jejich více či méně vystupující oblina má svou „návětrnou“ a „závětrnou“ stranu. Jejich návětrné strany vytvářejí v zimě nápadné, mohutné, souvislé pásy bezsněžné, střídající se s plochami zasněženými.

Konkrétně si zaslouží zmínky rozdělení sněhu na dvou nejvýraznějších rozsochách, sbíhajících s Předními Jatkami od kot 2011 a 1981. Návětrná strana a plochy široký hřbet v dolní jejich části jsou po celou zimu bez vyšší sněhové pokrývky; pokud jsou porostlé kosodřevinou, udržuje se sníh jenom v její rovině tak, že hladina větví je velkou část zimy bez ochrany sněhu. Sněhová závěj se tvoří na východním svahu rozsoch v různé vzdálenosti od hřbetnice

podle celkové exponovanosti a vlastností terénu. V dolní části začíná závěj obvykle až ve větší vzdálenosti za hřbetnici; to je důsledek částečně laminárního obtékání hřbetů vzdušným proudem při nižších rychlostech větru na dně doliny případně i větší proměnlivosti závětrného víru. V nejvyšší části obou velkých rozsoch pod Předními Jatkami, t. j. v místech, kde se přimykají k vysokým skalním stěnám obnažených čel muraňského vápence, se tvoří mezi nezasněženou a zasněženou částí ostrá a rovná hranice, probíhající přímo na hřbetnici; tento případ je výsledkem trvale se udržujících značných rychlostí vzdušných proudů, protahujících kolem skalních stěn nejvyšších vrcholů. Při těchto rychlostech nastává těsně na hřbetnici odtržení mezní proudící vrstvy (F ö r c h t g o t t, 1955, in lit.) od povrchu rozsochy a v závětrném prostoru se ustaluje stacionární horizontální vír, který vytváří uniformní podmínky pro akumulaci sněhu v každé zimě. Tímto způsobem se diferencují na poměrně plochem terénu „ostré hranice“ ekologických podmínek a tím zároveň rostlinných společenstev.

Jak je vidět z tab. X, obr. 1, není pruh sněhové závěje na závětrné straně západní rozsochy pod Předními Jatkami celistvý, nýbrž je rozdělen na dva samostatné sněhové splazy, oddělené pruhem nezasněženým. Tato dislokace sněhu, stejně jako i mohutný nezasněžený klín na plochem svahu v depresi mezi oběma velkými rozsochami (ve výšce 1680—1800 m, viz tab. X, obr. 2) je výsledkem komplikovaných projevů mechanické turbulence v závětrném prostoru, nejpravděpodobněji výrazného uplatnění vzdálenějších vírů turbulentní vrstvy. Četné jiné příklady v oblasti Kopského sedla a Předních Mědodolů, kde na první pohled exponované svahy (hrany) mají sněhovou závěj a naopak v depresích je povrch bez vyšší sněhové pokrývky, jsou důkazem, že na základě morfologie povrchu horského terénu a povšechné znalosti směru lokálních větrů nemůžeme vždy bezpečně posuzovat sněhové poměry a že pro potřeby geobotanických studií je nezbytné se seznámit se studovaným územím v zimě.

Popsané anemografické poměry v oblasti Kopského sedla a Předních Mědodolů s jejich bezprostředním vlivem na deferenciaci sněhových podmínek se výrazně uplatňují na stavu vegetace.

Na svazích Belanských Tater v Předních Mědodolech vzbuzuje především pozornost rozšíření kleče (*Pinus mugho* ssp. *mughus**). Její porosty patří podle svého floristického složení ke kalcifilní variantě *Mugheta* (*Mughetum calcicolum* P a w l. 1927), i když větší část jižních svahů Belanských Tater tvoří liasový útvar s horninami ne vysloveně vápencovými. Kleč tu netvoří souvislé subalpínské pásmo, probíhající po vrstevnici, nýbrž jen nepravidelnou soustavu menších i velkých ostrovů ve výškovém rozsahu 1500—1800 m. Naopak nápadnou vlastností mnohých větších souvislých porostů je jejich průběh po spádnici, kontrastující nápadně s vertikální zonací vegetace v sousedních žulových oblastech Tater. Je to tím pozoruhodnější proto, že tektonické a petrografické vlastnosti již. svahů Belanských Tater jsou neobvykle příznivé pásmovitosti vertikální; protínají právě ve vrstevnicovém sledu celou řadu útvarů spodní digitace spodního subtatranského příkrovu s různými horninami. Také uplatnění normálního výškového klimatického (teplotního) gradientu by nedovolovalo zdánlivě chaotickou dispersi klečových a bylinných

*) Taxonomii jednotlivých rostlin uvádím zde i dále v textu podle díla: D o s t á l J. (1950): Květena ČSR.

společenstev. V rozpětí 1500—1800 m nemůžeme s jistotou vůbec rozeznávat ani subalpínské ani alpinské vegetační pásmo. To vedlo již K r a j i n u (1925) k tomu, že ve svém třídění rostlinných společenstev této oblasti zavedl zvláštní „subzonu přerušovaných lesů klečových“.

Dlouholetý vliv intensivní pastvy v Belanských Tatrách svádí k vysvětlení, že dnešní stav klečových porostů je torsem původního souvislého subalpínského pásma, rozrušeného vlivy anthropozooickými. Je jisté, že početná stáda dobytka a nešetrné ničení pastevců vyhladilo souvislý klečový porost na dně doliny Předních Mědodolů. Avšak vypalování a kácení kleče nepostihlo podstatně přirozený rozsah a rozšíření kosodřeviny na svazích, které se tu dodnes přimyká specifickým ekologickým podmínkám, které na četných rozsochách vyvolaly extrémní anemografické poměry. Srovnáme-li po zimním a letním studiu rozšíření kleče, zjišťujeme tuto souvislost:

1. kleč vůbec neroste v pásech na závětrných stranách rozsoch, kde od časného počátku zimy do pozdního jara leží hluboká sněhová závěj;

2. kleč chybí na nejexponovanějších hranách a hřebenech rozsoch, vystavených nárazům usměrněných vzdušných proudů;

3. souvislejší porosty kleče jsou v těch částech svahů, které v zimním období zůstávají vlivem hlavního proudění anebo stabilně lokalizovaných vírů turbulentní vrstvy bez vyšší sněhové pokrývky.

Nejnápadnějším jevem je jisté absence klečových porostů v místech pravidelně uložené sněhové akumulace. V botanické literatuře byla spíše zdůrazňována vázanost kosodřeviny na ochranu sněhové pokrývky. Rozsochy Belanských Tater v Předních Mědodolech ukazují závislost opačnou: kleč roste na sfoukávaných svazích a nesnáší dlouhodobou sněhovou příkrývku. Ekologicky lze vysvětlit tuto situaci větší přizpůsobivostí kleče k nepříznivým teplotním a vlhkostním podmínkám nežli k obtížným podmínkám dýchání pod dlouhotrvající zdusanou sněhovou pokrývkou. Kleč snáší lépe vodní deficit, vznikající nadměrnou transpirací a promrzáním půdy, nežli nedostatek kyslíku, potřebného i v zimě k respiračním pochodům v nadzemních orgánech (zejména jehlicích).

Nepříznivé fyzikální a tím i ekologické vlastnosti sněhové pokrývky jsou výsledkem složitých diagenetických procesů, kterým podléhá sníh během svého uložení na místě. Vnější povětrnostní vlivy (teplota, dusání vírovým prouděním) i vnitřní degenerace sněhových vloček (t. zv. metamorfosa sněhových částic) způsobují, že sněhová pokrývka se postupně diferencuje ve vrstvu nad sebou ležících horizontů s nejrůznějšími fyzikálními vlastnostmi. Některé horizonty jsou tvořeny celistvým ledem („ledové plástve“ — H o u d e k, V r b a — 1954) a také na povrchu se stále obnovuje neprodyšná ledová kůra. Ocitnou-li se jehlice a větvičky kleče přímo v ledové plástvi anebo v meziprostoru mezi ledovými horizonty, vydýchají snadno uzavřený kyslík a ocitnou se záhy v anaerobních podmínkách. Uvážíme-li znovu, že v důsledku již probraných klimatických podmínek vytrvává sněhová závěj na závětrné straně po dobu asi půl roku, pochopíme, proč se žádný fanerofyt nemůže udržet v horách na podobných lokalitách. Proto se setkáváme v Sudelech i Karpatech všude v místech velkých a pravidelných akumulací sněhu s enklávami bylinných společenstev uprostřed klečových anebo smrkových porostů. Bylinné typy rostlin překonávají nepříznivé podmínky pod závějemi celkem snadno, protože jejich životní procesy jsou v zimě redukovány na minimum, a proto, že jejich orgány nacházejí v těsné blízkosti povrchu půdy

vždy příznivější provzdušnění (udržuje se zde slabá vzdušná vrstva vlivem prosakující a stékající vody ze sněhu).

Druhou příčinou absence kosodřeviny na závětrných svazích mědodolských rozsoch může být destrukční účín plazivého sněhu a uvolněných lavin. Značný sklon svahů (vesměs kolem 30—40°) poskytuje všude, kde se nahromadí více sněhu, přirozené podmínky pro samovolný pohyb sněhu i jeho náhlé uvolnění v podobě mohutných lavin. Tahy a tlaky vznikající v pohyblivé sněhové masě ničí snadno všechny vyšší nadzemní orgány rostlin a nedovolují proto výskyt i jinak odolné kosodřeviny.

Pro okolí Kopského sedla a exponované svahy Předních Mědodolů je charakteristické značné zastoupení společenstva *Trifido-Distichetum* (P a w l., 1935). Toto společenstvo se považuje za klimaxový porost alpinského pásma Tater, bez ohledu na geologický podklad. Syngenetickou studii, zaměřenou na vznik *Trifido-Disticheta*, opíral P a w l o w s k i (1935) o řadu snímků, zapsaných v hřebenové části Belanských Tater. V celém rozsahu „alpinského“ pásma Belanských Tater se však setkáváme se souvislými porosty sítiny trojklanné a jejich průvodců dosti vzácně. Také ve floristické literatuře se považuje *Juncus trifidus* na vápenci za vzácný (viz: D o m i n — 1925, 1928, 1929, 1931). V širším okolí Kopského sedla však pokrývá *Juncus trifidus* rozsáhlé plochy, kontinuálně přesahující z vysokotatranského krystalinika (od Jahňáčího štítu) na horniny spodního subtatranského příkrovu, bez ohledu na to, zda jde o pravé vápence a dolomity nebo jiné mezozoické horniny. Rozsáhlá a sociabilní *Junceta trifidi* se opakují na všech horizontálně výrazných rozsochách v Předních Mědodolech, zvláště na obou velkých rozsochách pod Předními Jatkami (na př. v okolí koty 1832).

Na podkladě zimního pozorování mohu potvrdit, že rozšíření druhu *Juncus trifidus* (případně více či méně vyhraněné ass. *Trifido-Distichetum*) se velmi těsně přimyká anemografickým poměrům a rozložení sněhu v zimním období. Větší porosty jsou jenom tam, kde síla a četnost větrných proudů nedovoluje nahromadění vyšší sněhové pokrývky, a tam, kde vlastnosti vápencových či nevápencových hornin připouštějí zvětrávání v hlubší vrstvu jemnozemi (vyhýbají se dysgeogenním horninám, jejichž produktem je hrubý skelet).

Uvnitř porostů sítiny trojklanné lze sledovat přímé účinky silných nárazů větrů, běžných v této oblasti. Vzdušné proudy nahlodávají na četných místech souvislý vegetační kryt a erodují se strany půdu, zadržovanou hustými a pevnými kořeny (tab. XI, obr. 1). Někde je rhizosféra obnažena v plynulých řadách a trsy sítiny jsou nárazem větru překoceny tak, že plocha vypadá jako naorána pluhem. K největším destrukcím tohoto druhu dochází na začátku zimy a pozdě na jaře, kdy zamokřená půda podléhá střídavě vlivu mrazu a tepla. Za zvláštních morfologických a petrografických podmínek se uplatňují v *Trifido-Distichetu* i různé formy amorfní soliřlukce (S e k y r a — 1954). Také v létě jsou porosty sítiny trojklanné v Předních Mědodolech fyziognomicky velmi nápadné. Z protisvahů lze snadno sledovat hranice jejího rozšíření podle specifické, ryšavě červenohnědé barvy. Na mnoha místech je nápadná ostrá hranice mezi jejími červenohnědými porosty a zelenými plochami sousedících společenstev. Taková přímková hranice v délce mnoha desítek metrů je diferencována v horní části velkých rozsoch pod Předními Jatkami na rozhraní *Trifido-Disticheta* a *Nardeta*.

Výskyt *Junceta trifidi* na návětrných svazích a jeho vystřídání jiným spo-

lečenstvem na svazích závětrných uvádějí v pěkném příkladě již S z a f e r — P a w l o w s k i — K u l c z y n s k i (1923, pag. 6, fig. 1) a vysvětlují jej především jako důsledek různé atmosférické vlhkosti návětrných a závětrných lokalit. Domnívám se, že nuance v atmosférické vlhkosti nehrají v horách, které mají relativně vysokou vlhkost vzdušnou, žádnou významnou ekologickou roli. Mohu však potvrdit, že naděje, které kladli výše uvedení autoři v jiné souvislosti (p. 8) v budoucí pozorování zimního rozložení sněhové pokrývky v Tatrách, se ukázaly být zcela oprávněné. S ekologického hlediska jest *Trifido-Distichetum* věrnou obdobou větrných společenstev s *Elyna myosuroides* (B r a u n - B l a n q u e t — 1928), která jsou velmi rozšířená na návětrných svazích a hranách v Alpách.

Za podobných anemografických a sněhových poměrů jako *Trifido-Distichetum* se vyskytuje v oblasti Kopského sedla *Versicoloretum tatricum* P a w l. — 1935. Je opět vázáno na návětrné svahy, sedla a hřebenové partie, které jsou pod vlivem zrychlených vzdušných proudů a proto v zimě bez vyšší sněhové pokrývky. P a w l o w s k i považuje toto společenstvo za vývojové stadium směřující v četných odstínech ke klimaxovému *Trifido-Distichetu*. I když bychom pojímali „klimax“ v původním pojetí B r a u n - B l a n q u e t o v ě (1928), musíme vidět zřetelné ekologické rozdíly, které vedou místně k stabilisaci tohoto společenstva. Vyskytuje se ve větším rozsahu na horninách, které zvětřávají v hrubší štěrky (na př. slinité břidlice z liasového útvaru). Takové lokality se vyskytují po celé délce již. svahů Belanských Tater, v Předních Mědodolech na příklad na oblinách velkých rozsoch, kde tvoří větší enklávy uprostřed klečových porostů nebo uprostřed *Trifido-Disticheta*. Určitou úlohu mohou při tom mít směry přirozených puklin, kterými je hornina rozrušena, ve vztahu k povrchu svahu. Domnívám se také, že *Versicoloretum* může být i regresivním stadiem po porostech sitiny trojklanné, které byly rozrušeny větrnou erosi a siliflukcí.

Nejcharakterističtější fytocenologickou vlastností *Versicoloreta* je malá pokrývnost jeho porostů (t. zv. otevřené společenstvo). Velké a sociabilní trsy kostřavy pestré (*Festuca versicolor*) zadržují určité množství jemnozemi a umožňují tak výskyt četných dalších rostlin (společenstvo druhově neobyčejně bohaté!). Meziplocha mezi izolovanými trsy a skupinami rostlin je vyplněna hrubým štěrkem. V zimě se zadržuje kolem trsů jen málo zledovatělého firnu a porosty zůstávají pod trvalým vlivem nárazů větru. Vítr a soli-flukce způsobují, že také ve *Versicoloretu* jsou větší plochy rozrušeny do pruhů. V některých sedlech na hřebenu i na rozsochách pod Předními Jatkami tvoří *Versicoloretum* drnovou římsu guirandových tundrových půd, které jsou v podobě pravidelných schodovitých plošin seřazeny po vrstevnici (tab. XI, obr. 2).

Na dysgeogenních horninách, zejména na středně triasových vápencích a dolomitech hřebene Belanských Tater a Kopy (1838), jsou větší porosty patřící vesměs ke společenstvu *Firmetum carpaticum* P a w l. (1935). Podobně jako *Versicoloretum* má ráz otevřených porostů, které upevňují štěrkovou zvětralínu uvedených hornin. Roste vysloveně na exponovaných lokalitách, z nichž nejextrémnější je její výskyt na západním výběžku Kopy, který trčí uprostřed Kopského sedla v cestě silným větrům. Největším dynamickou hodnotu jinak velmi bohatého vápencového společenstva mají ve *Firmetech* *Carex firma*, špalírové vrby (*Salix reticulata*, *S. Jacquini*, *S. retusa*) a *Dryas octopetala*.

Plošně největší rozsah na svazích Belanských Tater v Předních Mědo-

doleh mají floristicky i fytoocenologicky neobyčejně pestré porosty se *Sesleria tatrae*, *Carex sempervirens* ssp. *tatorum*, *Calamagrostis villosa*, *Festuca picta*, *Phleum hirsutum*, *Luzula nemorosa*, *Alchemilla alpestris*, *Poa alpina*, *Anthoxanthum odoratum*, *Geranium silvaticum* a j. Již D e y l (1936) ukázal, že lze tyto rozlehlé porosty částečně typisovat jako *Seslerietum Bielzii* (= *tatrae*), ale že z velké části jde o společenstva netypická a smíšená, v nichž se mísí druhy vápnomilné s druhy půd kyselých. Podle současného dělení vysokohorských společenstev (K l i k a, 1955) by rozsáhlé tyto porosty patřily do přechodu mezi svazem *Seslerion tatrae* (z třídy *Seslerio-Arabitetea alpinae*) a svazem *Festucion pictae* (z třídy *Juncetea trifidi*). Pokrývají rovné mezisvahy mezi jednotlivými vystouplými rozsochami, které s hlediska anemografického představují relativně chráněná před přímými, usměrněnými větry, avšak nikoliv vysloveně v závětrí a v místech uvolňujících se vírů spodní turbulentní vrstvy, kde se akumulují největší spousty sněhu. Tyto lokality mají tedy v zimě dostatečně hlubokou sněhovou pokrývku, která nezůstává ležet dlouho do jara. Laviny a pohyb sněhu plazením je u nich vzácný.

Větším překvapením při letních exkurzích v Předních Mědodolech byla pro mne na svazích Belanských Tater hojná účast smilky tuhé (*Nardus stricta*), nabývající na některých plochách takové dominance, že lze mluvit o smilkovém společenstvu (*Nardetum strictae* n. prov.). Po srovnání se zimními zápisy brzy vyniklo, že *Nardetum* se přimyká na závětrné strany větších rozsoch, t. j. na místa s největší a nejtrvalejší akumulací sněhu. Hranice mezi floristicky bohatými vápencovými společenstvy a monotonnějšími smilkovými porosty odpovídá přesně hranici, kde nasazuje každoročně souvislá sněhová závěj. Plochy sněhových splazů v úzlabinách mezi klečovými porosty vykazují vesměs vysokou presenci a někde značnou dominanci *Nardus stricta*.

Fytoocenologický charakter *Nardet* na svazích Belanských Tater je přirozeně odlišný od typických tatranských *Nardet* na žulovém podkladě. Smilka roste v těchto porostech nikoliv jako vysoce trsnatá tráva, podržující si hegemonii po celé souvislé ploše a zatlačující ostatní druhy jen na ekologicky diferencovaná místa mikroreliefu, nýbrž jako méně sociabilní druh s dominancí 2—4 (podle pětičlenné stup.), místy ještě nižší. Ve všech analysovaných porostech však měla nejvyšší frekvenci a ve snímecích maximální presenci (5), a to v celém výškovém rozsahu mědodolských rozsoch (1500—1800 m). Menší sociabilita a dominance smilky dovoluje účast dalších druhů acidifilního charakteru, z nichž největší zastoupení mají na příklad: *Avenastrum versicolor*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca picta*, *Festuca supina*, *Sicversia montana*, *Gnaphalium supinum*, *Potentilla aurea*, *Poa Chaixii*, *Luzula nemorosa*, *Hieracium alpinum*, *Trifolium repens*, *Vaccinium myrtillus* a *V. vitis idaeae*. Zajímavá je i fenologie smilky na těchto lokalitách: v důsledku pozdě začínající vegetační doby kvete o několik týdnů (!) později nežli na sousedních vysokotatranských lokalitách nebo na dně doliny Přední Mědodol (počátkem září 1955 ještě nevymetala).

Podle polohy sněhové závěje v zimě, která se vlivem extrémních anemografických podmínek tvoří každý rok na stejném místě, lze na mnohých místech zaznamenat ostré přechody mezi dvěma různými společenstvy. Nejvýraznější je liniová hranice mezi *Nardetem* a *Trifido-Distichetem* v horní části obou velkých rozsoch pod Předními Jatkami (ve výšce 1830—1900 m). Pro ekologické zdůvodnění výskytu smilky je třeba ještě zdůraznit vyslovenou

věrnost tohoto druhu popsaným závětrným svahům; na ostatních lokalitách (návětrných i „indiferentních“) svahů Belanských Tater v Předních Mědodolech jsem smilku marně hledal.

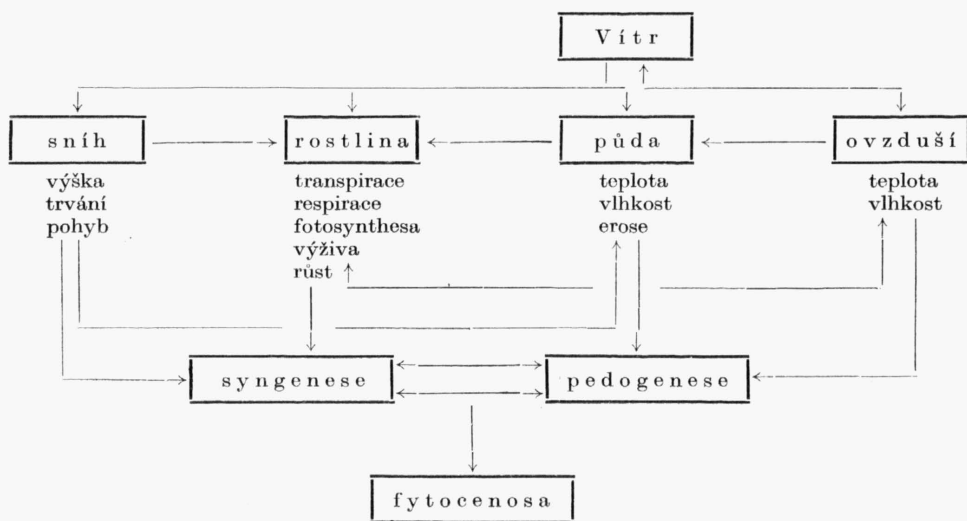
Vysvětlit hojně zastoupení smilky na určitých lokalitách Belanských Tater vlivem matečné horniny nelze. Různé horniny liasového útvaru se střídají na již. svazích právě po vrstevnicích, zatím co porosty se smilkou vystupují spíše v pásech po spádnici. Nevyhovuje ani běžně dosud v literatuře o Belanských Tatrách šířené přesvědčení (viz na př. D o m i n, 1928), že jde o porosty sekundární, rozšířené až po nepříznivém zásahu člověka do přirozených společenstev. S druhotnými *Nardety* se skutečně v Předních Mědodolech setkáváme; jsou rozšířeny na dně doliny v okolí Rakúského a Belanského košiaru ve zřetelných enklávách po zničené kosodřevině. Již z fyziognomie těchto porostů lze na první pohled poznat, že jejich genese je proti společenstvům smilky na svazích zcela jiná. Konečně vlivem pastvy by nebylo možno si vysvětlit v těsném sousedství vyslovenou absenci smilky ve všech ostatních společenstvech a nápadně někde vystupující ostré hranice jejího rozšíření.

Prædisposici ekologických faktorů, které vedly k přirozenému zastoupení smilky v alpinských společenstvech na mezozoických horninách v Předních Mědodolech, vytvořily specifické podmínky anemografické a jejich bezprostřední následek — nerovnoměrná dislokace sněhu v zimním období. Na návětrných a závětrných stranách rozsoch probíhají zcela rozdílné pedogenetické procesy. Na lokalitách, kde leží sníh téměř půl roku, je snížen výpar z půdy na minimum. Půda pod vysokým sněhem nezmrzá a v přechodných obdobích na podzim a na jaře je dlouhodobě promývaná odtávající vodou ze sněhové akumulace. Také v letním období je výpar z půdy závětrných svahů nižší a lijáky podle stejných meteorologických zákonů jako sněhové srážky mají na těchto lokalitách větší intensitu. Celoroční provlhlení a snížený výpar vedou ke značnému vertikálnímu proplachu půdy, transportu půdních složek do spodin a vzniku více či méně výrazných humusových podzolů. Ochuzené A-horizonty půdy vytvářejí tak přirozené podmínky pro nástup acidofilních typů, včetně *Nardus stricta*, i na vápencových nebo basických horninách. K opačné situaci dochází na návětrných stranách rozsoch a na mezisvazích, kde je výpar z půdy umocněn rychlou výměnou vzduchu a krátkým trváním sněhové pokrývky. Půda v zimě zcela promrzne, takže voda z příležitostně odtávajícího sněhového poprašku či ledu neproniká do půdní spodiny. Výsledkem toho je to, že i v klimaticky vlhké oblasti se udržují rendzinové typy půdy. Zdůraznění důležitých rozdílů mezi alpskými lokalitami s půdou v zimě promrzající a s půdou nezamrzající nacházíme již u E. S c h m i d a (1923, p. 47) a B r o c k m a n n - J e r o s c h e (1927, p. 226—227). Příklady podobného druhu nalézáme také v jiných našich horských oblastech, avšak tak hluboká diferenciace ekologických podmínek na poměrně malé rozloze, s jakou se setkáváme v Předních Mědodolech, si zaslouží v budoucnu větší pozornosti geobotaniků, pedologů i klimatologů.

Přehled rostlinných společenstev v oblasti Kopského sedla a Předních Mědodolů svědčí o velmi vyhraněném vztahu anemografických poměrů k vegetaci. Vítr a s ním bezprostředně spjatý „faktor sníh“ se do hloubky a mnohostranně uplatňují na formování fytocenos a přehlušují vliv některých v horách běžně oceňovaných (a přeceňovaných) faktorů (výškový teplotní gradient,

exposici ke světovým stranám, geologický podklad). Je známo, že právě posledně jmenované faktory zůstávají dodnes hlavním kritériem při geobotanickém třídění horské vegetace. Anemografické poměry tvoří jeden z nejprvotnějších článků praedispozice souboru ekologických podmínek a musíme je považovat za jednu z hlavních příčin ekogenetické variability lokalit na povrchu horských elevací.

Mechanismus působení větru (resp. dvojfaktoru vítr + sních) je značně komplikovaný. Právě na něm si může ověřit neudržitelnost paušálního rozdělování vlivů vnějšího prostředí na faktory „vnější“ a „vnitřní“ a násilného oddělení „vlastností lokality“ od „ekologických podmínek“. Působení větru, stejně jako mnohých činitelů, je spjaté s jinými faktory a rostlinstvem v uzavřený řetěz příčin a následků tak, že stejný faktor „působí na rostlinu i přímo, i nepřímo a všechno se může dít současně a na jednom místě“ (P o g r e b n j a k, 1955). Lépe nežli lineární výklad vyjadřuje mechanismus složitého působení větru šipkové schema, i když i v něm je možno fixovat jenom některé významné články ekogenese:



Z á v ě r y:

1. Vegetace okolí Kopského sedla a Předních Mědodolů v Belanských Tatrách je pod účinným vlivem zrychlených vzdušných proudů a vírových zplodin mechanické turbulence. Vlivem větru se diferencují ekologicky i fytoecenologicky zejména rozsochy, sbíhající s hlavního hřebene. Prostředníkem vlivu větru na vegetaci je zejména sněhová pokrývka.

2. Anemografické poměry potlačují uplatňování přirozeného výškového klimatického gradientu i variabilitu petrografických podmínek. Vegetace nemá vertikální pásovitost vyjádřenou alpským a subalpským stupněm.

3. Kleč (*Pinus mugho* ssp. *mughus*) tvoří oddělené ostrovy uzavřených porostů v pásech spíše po spádnicí. Neroste v závětrných stranách rozsoch a v depresích, kde leží vysoká a dlouhotrvající sněhová závěj, v níž nemohou uspokojivě probíhat respirační pochody nadzemních orgánů.

4. Návětrné svahy a hrany zarůstají společenstva *Trifido-Distichetum*, *Versicoloretum tatricum* a *Firmetum carpaticum* a na anemograficky „indiferentních“ svazích jsou rozšířeny fytoocenologicky i floristicky pestré porosty se *Sesleria tatrae*, *Carex sempervirens*, *Festuca picta* a j.

5. Typicky závětrné svahy a deprese horizontálně výrazných rozsoch z mezozoických vápnitých a vápencových hornin zarůstají floristicky jednodušeji acidofilnější porosty, v nichž nejvyšší frekvenci a často i vysokou dominanci má smilka (*Nardus stricta*). Výskyt smilky můžeme považovat na těchto lokalitách za původní a vysvětlit jej zamokřením a podzolizací půdy pod dlouhotrvající sněhovou pokrývkou.

Adresa autora: J. Jeník, Praha II, Benátská 2.

Text k tabulkám:

Tab. X, obr. 1. Dislokace sněhové pokrývky na jižních svazích Belanských Tater v Předních Mědodolech.

obr. 2. Dislokace kľečových porostů a alpských společenstev na jižních svazích Belanských Tater v Předních Mědodolech.

Tab. XI, obr. 1. *Trifido-Distichetum* v Kopském sedle nahlované větrnou erosi.

obr. 2. *Versicoloretum tatricum* v sedle mezi Předními Jatkami a Bujačím Štítem rozčleněné amorfní soliflukci.

Literatura

- Bernbeck, O. (1954): Wind und physiologische Tiefgründigkeit. Deutscher Bauernverlag, Berlin.
- Braun-Blanquet, J. (1928): Pflanzensoziologie. Berlin.
- Brockmann-Jerosch, H. (1927): Die Vegetation der Schweiz. Beitr. z. geob. Landesaufnahme No. 12. Bern.
- Deyl, M. (1936): *Sesleria Bielzii* Schur. a reakce půdní v Bielských Tatrách. Carpatica, sv. I b.
- Domin, K. (1925): Květena horského kotle mezi Ždárskou Vidlou a Havranem v Bielských Tatrách. Spisy Přírod. fakulty KU, č. 45.
- Domin, K. (1928): The relations of the Tatra mountain vegetation to the edaphic factors of the habitat. Acta botanica bohémica, vol. VI.—VII: 133—163.
- Domin, K. (1929): Příspěvek k poznání vegetačních poměrů a květeny Malého Havranu v Bielských Tatrách. Spisy Přírod. fakulty KU, č. 101.
- Domin, K. (1931): Květena našich Tater. Její společenstva a vztahy k podnebí a půdě. In „Naše Tatry“, Praha.
- Förchtgott, J. (1949): Vlnové proudění v závětrí horských svahů. Meteorologické zprávy, roč. III : 49—51.
- Förchtgott, J. (1950): Obtékání kuželového vrcholu vzdušným proudem. Meteorologické zprávy, roč. IV : 72—74.
- Förchtgott, J. (1953): Letecká meteorologie. 2. vyd. Praha.
- Houdek, I. — Vrba, M. (1954): Zimní nebezpečí v horách. Praha.
- Klika, J. (1955): Nauka o rostlinných společenstvech. Praha.
- Krajina, V. (1925): Subalpínská a alpínská květena vápencových Belských Alp a přilehlých granitových území Vysokých Tater. Věda přírodní, roč. VI : 133—138, 171—173, 231—234.
- Pawłowski, B. (1935): Über die Klimaxassoziation in der alpinen Stufe der Tatra. Bull. de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres.
- Petrovič, Š. (1954): Zhodnotenie desaťročných meteorologických pozorování na Lomnickom Štíte. Meteorologické zprávy roč. VII : 97—101.
- Pogrebnjak, P. Š. (1955): Osnovy lesnoj tipologii. Kijev.
- Schmid, E. (1923): Vegetationsstudien in den Urner Reusstälern.
- Sekyra, J. (1954): Velehorský kras Bělských Tater. Praha.
- Sokolowski, M. (1928): O górnej granicy lasu w Tatrach. Krakow.
- Sokolowski, S. (1948): Tatry Bielskie (Geologia zbczu poludniowych). Prace Panstw. Inst. Geol., Tom IV, Warszawa.

Szafer, W. — Pawlowski, B. — Kulczyński, S. (1923): Die Pflanzenassoziationen des Chochlowska Tales, Bull. de l'Acad. Polonaise des Sciences at des Lettres.
Vulterin, Z. (1950): Studie přizemních vzdušných proudů na Harrachovsku v Krkonoších podle vlajkových stromů. Rozpr. Akad. věd, II. tř.

Я н Е н и к:

Экологическое значение ветра для вегетации Передних Медедолов в Беланских Татрах

Удлиненный хребт Беланских Татр отделен от массива Высоких Татр глубокими долинами — Задними и Передними Медедолами. Обе долины тянутся в общем по одной линии в направлении с запада на восток и отделены друг от друга Конской седловиной (1756). Задние Медедолы, расположенные к западу, сосредоточивают в себе преобладающие западные ветры и направляют их в Конскую седловину. Воздушное течение, сжатое при входе в суживающийся профиль Конской седловины, усиливается и прорывается с значительной силой в долину Передних Медедолов. В особенности постоянно страдают от сосредоточенных и сильных ветров южные склоны и низкие отроги под Задними Ятками (2024), Кошиарами (2010, 1890) и Передними Ятками (2011, 1981).

Экологическое влияние ветра на растительность особенно проявляется благодаря неравномерному распределению снегового покрова зимой. Наветренные склоны отрогов остаются и среди зимы без высокого снегового покрова и их почва подвергается разным криопедологическим процессам; весной обнаженная и оттаявшая почва быстро высыхает, а капиллярность водного течения ее охраняет от выщелачивания. Подветренные склоны отрогов имеют в течение полугода высокий снеговой покров, под которым находится непромерзшая почва, постоянно промываемая водой от тающего снега, что ведет на этих склонах к обеднению почвенного профиля и возникновению гумусных подзолов на мезозойских горных породах, богатых известняками. На выразительной дифференциации экологических отношений склонов в Передних Медедолах естественно распространяется весь дальнейший комплекс механических, физических и физиологических влияний ветра (см. схему в тексте).

В результате выразительного осуществления ветровых условий является характерным упорядочение растительных ассоциаций, между которыми часто образованы резкие и бросающиеся в глаза границы. Односторонним влиянием ветра совершенно стерты естественные вертикальные пояса вегетации; субальпийский пояс с *Pinus mugho* ssp. *mugho* разорван на изолированные острова, удлиненные скорее по линии склона. Низкорослая сосна совершенно отсутствует в удлиненных впадинах между отдельными отрогами и на подветренных склонах отрогов, где долго остающийся в течение зимнего периода высокий снеговой покров делает невозможным удовлетворительный процесс респирации. Подзолистая почва этой части склонов Беланских Татр стала благоприятным субстратом для естественного распространения *Nardus stricta*. Конечно, естественные ассоциации с *Nardus stricta* на кальцивых и известняковых мезозойских горных породах отличаются от однообразных ацидифильных зарослей белоуса на силикатовых горных породах соседних Высоких Татр, хотя и здесь распространяются многочисленные ацидифильные виды, а виды явно известняковые уступают. На всех подветренных склонах отрогов в Передних Медедолах белоус имеет высокую фреквенцию, а иногда и значительную доминанцию. Несмотря на многолетнее влияние пастбищ области Беланских Татр, можно считать расположение зарослей низкорослой сосны и представительство ассоциаций белоуса в Передних Медедолах естественным явлением.

Окрестности Конской седловины и все экспонированные гребни отрогов покрываются замкнутой ассоциацией *Trifido-Distichetum*. Экстремные анемোগрафические отношения оказывают влияние на значительное распространение доминантного вида *Juncus trifidus* на мезозойских горных породах в Передних Медедолах. Внутри замкнутых зарослей этой ассоциации можно чаще всего найти разные проявления ветровой эрозии и аморфной солифлюкции. Часть наветренных склонов далее покрыты ассоциациями *Versicoloretum tatricum* и *Firmetum carpaticum*, более широкое распространение, которых связано с дисгеогенными горными породами, выветривающимися в грубый щебень; эти ассоциации могут быть не только эволюционной стадией в направлении к *Trifido-Disticheta*, но одновременно и регрессивной стадией после нарушения *Trifido-Disticheta* солифлюкцией и ветровой эрозией. *Versicoloretum* и *Firmetum* являются уже ассоциациями богатыми известняколюбивыми видами.

Плоские пространства между склонами, соединяющие отроги в Передних Медедолах, зарастают флористически неустойчивыми ассоциациями с *Sesleria tatray*, *Carex sempervirens* ssp. *Tatrorum*, *Calamagrostis villosa*, *Festuca picta*, *Phleum hirsutum*, *Luzula nemorosa*, *Alchemilla alpestris*, *Poa alpina*, *Anthoxanthum odoratum* и так далее, фитоценологическое положение которых пока неясно. Эти ассоциации к ветровым условиям индифферентны.

Рис. 1. Десятилетнее отношение многочисленности ветров на Ломничском Штите.
Рис. 2. Возникновение сосредоточенных и сильных ветров в Передних Медедолах в Беланских Татрах.

Тексты к таблицам:

Таб. X., рис. 1. Дислокация снегового покрова на южных склонах Беланских Татр в Передних Медедолах.
рис. 2. Дислокация зарослей низкорослой сосны и альпийских ассоциаций на южных склонах Беланских Татр в Передних Медедолах.

Таб. XI., рис. 1. *Trifido-Distichetum* в Копской седловине, нарушенное ветровой эрозией.
рис. 2. *Versicoloretum tatricum* в седловине между Ятками и Буячим Штитом, расчлененное аморфной софлюкцией.

Jan Jeník:

Über die ökologische Bedeutung des Windes für die Vegetation des Tales Přední Mědodoly im Gebirge Belanské Tatry.

Der langgestreckte Gebirgskamm der Belanské Tatry ist vom Massiv der Hohen Tatra durch zwei tiefe Täler — Zadní und Přední Mědodoly getrennt. Beide Täler erstrecken sich in einer Linie beinahe in der Richtung West-Ost und sind durch den Gebirgssattel Kopské sedlo (1756 m) voneinander getrennt. Das westlich gelegene Tal Zadní Mědodoly konzentriert alle vorherrschenden westlichen Winde und leitet sie in der Richtung gegen Kopské sedlo. Beim Eindringen in das verschmälerte Profil des Kopské sedlo beschleunigt sich der Luftstrom und drängt mit Wucht in das Tal Přední Mědodoly. Von den gleichgerichteten und starken Winden sind besonders die Südabhänge und die niedrigen Querjoche, welche von Zadní Jatyky (2024 m), Kosiary (2010 m, 1980 m) und Přední Jatyky (2011 m, 1981 m) herablaufen, dauernd betroffen.

Die ökologische Wirkung des Windes auf die Vegetation setzt sich vor allem mittels der ungleichmässigen Anhäufung der Schneedecke im Winter durch. Die Luvseite der Querjochabhänge bleibt auch im tiefen Winter ohne höhere Schneedecke und ihr Boden unterliegt verschiedenen kryopedologischen Prozessen; der entblösste und aufgetaute Boden trocknet bald im Frühling aus und der Kapillar-Wasserstrom schützt ihn vor dem Auslaugen. Die Leeseite der Querjoche hat durch ein halbes Jahr eine hohe Schneedecke, unter welcher der nicht durchgefrorene Boden vom Tauwasser dauernd durchnässt und ausgewaschen wird. Dies führt auf den Leeseiten der Abhänge zur dauernden Verarmung des Bodenprofils und zum Entstehen des Humuspodzoles auf basischen mezozoischen Gesteinen (teilweise auch Kalkgesteinen). Auf eine scharfe Differenzierung der ökologischen Bedingungen der Abhänge in Přední Mědodoly wirkt selbstverständlich auch der ganze Komplex mechanischer, physikalischer und physiologischer Windeinflüsse ein (Siehe das Schema im Text).

Das Resultat der scharfen Wirkung des Windes ist für die Repartition der Pflanzengesellschaften und für die Existenz von auffallenden Grenzlinien charakteristisch. Durch einseitige Wirkung des Windes ist die natürliche Vertikalzonation der Vegetation zerstört. Die subalpine Stufe mit *Pinus mugho* ssp. *mughus* ist auf isolierte Bestände zerrissen, welche vielmehr die Gefällslinie verfolgen. *Pinus mugho* ssp. *mughus* fehlt vollständig in den langgestreckten Mulden und auf den Leeseiten der Querjoche, wo die langandauernde hohe Schneedecke im Winter den befriedigenden Verlauf der Respiration hemmt. Der podzolierte Boden dieser Lokalitäten der Belanské Tatry ist ein geeignetes Substrat für die natürliche Verbreitung von *Nardus stricta*. Die Pflanzengesellschaften mit *Nardus stricta* auf kalkreichen mezozoischen Gesteinen unterscheiden sich allerdings von den einförmigen azidiphilen *Nardus*-Wiesen auf den Silikatgesteinen der benachbarten Hohen Tatra, trotzdem treten auch hier mehrere azidiphile Pflanzenarten hinzu und die kalkliebenden Arten verschwinden. In allen Mulden und typischen Leeseitenabhängen

der Querjoche in Přední Mědodoly hat das Borstgras eine ständig hohe Frequenz und immer eine ausserordentliche Dominanz. Trotz langjähriger Beweidung der Abhänge in Belanské Tatry kann die Dislokation der Knieholzbestände und der *Nardus*-Pflanzengesellschaften in Přední Mědodoly als primär angesehen werden.

Die Umgebung des Kopské sedlo und die windexponierten Rücken der Querjoche werden von einer geschlossenen Pflanzengesellschaft *Trifido-Distichetum* bewachsen. Die ausserordentliche Vertretung der dominanten Art *Juncus trifidus* auf den kalkreichen mezo-zoischen Gesteinen in Přední Mědodoly wird vor allem von extremen anemographischen Verhältnissen beeinflusst. In den geschlossenen Beständen dieser Pflanzengesellschaft können oft verschiedene Merkmale der Winderosion und der amorphen Solifluktion konstatiert werden. Einen Teil der Luvseite der Querjoche bedecken die Pflanzengesellschaften *Versicoloretum tatricum* und *Firmetum carpaticum*, deren grössere Verbreitung auf dysgeogene Gesteine gebunden ist. Diese Pflanzengesellschaften können nicht nur ein progressives Entwicklungsstadium zum *Trifido-Distichetum* bilden, sondern können auch regressiv nach dem Zerstören des *Trifido-Distichetum* durch Solifluktion und Winderosion entstehen. *Versicoloretum* und *Firmetum* sind allerdings Pflanzengesellschaften, die an kalkliebenden Arten reich sind.

Flache Abhänge, welche die höheren Querjoche verbinden, sind mit floristisch sehr bunten Pflanzengesellschaften mit *Sesleria tatrae*, *Carex sempervirens* ssp. *tatorum*, *Calamagrostis villosa*, *Festuca picta*, *Phleum hirsutum*, *Luzula nemorosa*, *Alchemilla alpestris*, *Poa alpina*, *Anthoxanthum odoratum* u. s. w. bewachsen; ihre phytozönologische Stellung ist vorläufig unklar und muss durch weiteres Studium aufgeklärt werden. Vom Standpunkte der Wind- und Schneeverhältnisse können diese Pflanzengesellschaften indifferent angesehen werden.

Erklärung zu den Abbildungen:

- Abb. 1. Durchschnittliche Anzahl der Windrichtungen von 10 Jahren auf dem Lomnický Štít.
Abb. 2. Das Entstehen der gleichgerichteten und starken Winde im Tale Přední Mědodoly in Belanské Tatry.

Erklärung zu den Tafeln:

- Taf. X, Abb. 1. Die Dislokation der Schneedecke auf den Südabhängen der Belanské Tatry im Tale Přední Mědodoly.
Abb. 2. Die Dislokation der Knieholzbestände und der alpinen Pflanzengesellschaften auf den Südabhängen in Přední Mědodoly.
Taf. XI, Abb. 1. Von Winderosion stark betroffene Pflanzengesellschaft *Trifido-Distichetum* im Kopské sedlo.
Abb. 2. Von amorphischer Solifluktion zerrissene Pflanzengesellschaft *Versicoloretum tatricum* im Sattel zwischen Přední Jatký und Bujačí Štít.