

Ohrozenie tatranských lesov

Risk assessment of the Tatra Mts forest

P. FLEISCHER ⁽¹⁾, J. ŠKVARENINA ⁽²⁾, M. KOREŇ ⁽¹⁾ and V. KUNCA ⁽²⁾

⁽¹⁾ Research station Tatra national park, Tatranská Lomnica, Slovak Republic (e-mail: fleischer@post.sk)

⁽²⁾ Technical University, Zvolen, Slovak Republic (e-mail: jarosk@vsld.tuzvo.sk, kunca@vsld.tuzvo.sk)

Abstract Forest covers almost 75% of the area of the Tatra Mts protected as National Park since the 1949. Taiga like forest is formed by coniferous tree species dominated by Norway spruce (*Picea abies*). Simple tree species composition as well as vertical and spatial homogeneity are precondition factors for weak natural resistance of this forest. Long-term pollution impact, regular windfalls and recent weather extremes initiated strong bark beetle outbreaks and caused large scale forest dieback. In the late 1990s a set of criteria describing forest resistance were selected in the *Lariceto-Piceetum* forest community. The criteria were derived from an analysis based on both field analysis and aerial photographs. Top resistance represented natural forest. Low potential resistance indicated man-made monocultures. Verification of potential resistance happened on November 19, 2004, when downslope wind called bora layed down 12 000 hectares of forest with more than 2,3 mil m³ of wood. The power of impact was over the criteria. Nearly none of forest remained inside affected zone. Consequent extremely strong bark beetle (*Ips typographus*) outbreaks provides an opportunity for verification of forest resistance. High resistance of natural and heterogeneous seminatural forest was a key principle for differentiated nature conservation management and zoning of the Tatra National Park.

Úvod

Lesy tvoria plošne najvýznamnejší prírodný element v horskom masíve označenom ako geomorfologická jednotka Tatry. Súvislý les na slovenskom i poľskom území pokrýva spolu približne 60 000 ha, porasty kosodreviny ďalších vyše 10 000 ha.

Tatry sú najsevernejšou a súčasne najvyššou časťou Karpatského masívu. Mohutná horská hradba západovýchodného smeru takmer v strede európskeho kontinentu, obkolesená širokými kotlinami, je dôvodom osobitej klímy a častou príčinou vzniku extrémnych meteorologických situácií, čo dlhodobo formuje aj charakter miestnej vegetácie, najmä lesov. Prevýšenie 2000 metrov (od 600 do 2600 m n.m.) vytvára priestor pre existenciu štyroch výškových vegetačných stupňov, ktoré spolu s pestrou škálou geoekologických typov vytvárajú podmienky pre mimoriadnu biologickú a krajinoekologickú rozmanitosť tohto územia. Na druhej strane, zaľadnenie Tatier v pleistocéne, šírenie drevín v holocéne a súčasné klimatické podmienky sú príčinou, že druhové zloženie lesných porastov je veľmi jednoduché, pripomínajúce skôr severské boreálne ako stredoeurópske horské lesy. Potvrdzuje to prirodzený výskyt tzv. kontinentálnych druhov lesných drevín, ako borovica limbová, smrekovec opadavý, ale aj nízke zastúpenie jedle biele, takmer absencia buka lesného a iných listnatých drevín, najmä však absolútna dominancia smreka obyčajného. Jedným z prejavov geografického ostrovného efektu aj vysoká frekvencia silných vetrov. Najveternejšie sú hrebeňové polohy, kde až 200 dní v roku sa vyskytuje vietor s rýchlosťou nad 10 m/s. Prevládajúci smer vetra je zo západného sektora.

Unikátnosť a zachovalosť prírodných pomerov a krajinného rázu boli dôvodom pre vyhlásenie veľkoplošnej ochrany územia Tatier formou národného parku v r. 1949. Ku vynimočnosti, vzácnosti a zachovalosti prírodného prostredia Tatier prispievajú aj lesy, ktoré tvoria 75% plochy súčasného národného parku. Vysoká miera prirodzenosti podmieňuje výskyt pôvodných, často vzácných druhov rastlín a živočíchov. Významná je hydrická funkcia, so zadržiavacím a vyrovnávacím účinkom na odtok zrážok a snehu. Priaznivé klimatické podmienky pre vznik a fungovanie liečebných sanatórií v mnoho závisia od priaznivého pôsobenia lesa na elimináciu extrémnych javov a výskytu fytoncídov. Lesy sú nielen estetickou kulisou, ale aj priestorom pre rekreáciu a šport. Polyfunkčné poslanie národného parku predpokladá existenciu stabilných lesných ekosystémov. Na poslednom mieste je nutné spomenúť aj ekonomickú významnosť tatranských lesov. Prírodné obnovy lesov, alebo pri spracovaní náhodných ťažieb z kalamít, vzniká obchodovateľná drevná surovina. Narastajúci konflikt medzi ochranou prírody a polyfunkčným, najmä turistickým a športovým využívaním územia v 70. a 80. rokoch minulého storočia malo v roku 1991 riešiť vyhlásenie prírodných rezervácií. Potvrdením snáh o trvalo udržateľné využívanie prírodných zdrojov bolo zapísanie Tatier do zoznamu biosférických rezervácií UNESCO v r. 1993.

Napriek legislatívnej ochrane sa stav tatranských lesov v poslednej štvrtine 20. storočia sústavne zhoršoval. Pozemný i letecký monitoring koncom 80-tych rokov potvrdil trend zvyšovania defoliácie, nárast koncentrácie ťažkých kovov v asimilačných orgánoch, rastúcu aciditu zrážok, zmeny vo vlastnostiach pôd. Zhoršovanie stavu lesov sa prejavilo aj v náraste náhodných ťažieb spôsobených vetrom a hmyzom. Vývoj lesov na južných svahoch Vysokých Tatier v jeseni 2004 nečakane skomplikoval mimoriadne

intenzívny studený padavý vietor, v tatranskej oblasti označovaný aj ako „bóra“ s dôsledkami, ktoré sme v histórii Tatier zatiaľ nezaznamenali. Dramatická zmena lesných ekosystémov a pretrvávajúci trend extremizácie vonkajších, najmä klimatických podmienok, spôsobuje vznik ďalších nepriaznivých situácií v stave a vývoji tatranských lesov.

História lesov

Lesná vegetácia na území Tatier je relatívne mladá. Začala sa formovať až po skončení pleistocénu, pred približne 10 000 rokmi. Na základe desiatok peľových analýz širšieho okolia Tatier možno konštatovať, že dovtedy sa riedka stromová vegetácia typu severnej tajgy až lesotundry nachádzala len v predhorí Tatier. Porasty tvorila predovšetkým borovica s prímiesou limby a smrekovca. Dobré svetlostné pomery umožnili šírenie borovicvy, vrb a brezy. Koncom mladšieho draysu (8800 – 8300 rokov pred n.l.) hydrologické pomery už viac vyhovovali smreku a vyvolali jeho prudkú expanziu.

V preboreáli (8300 až 6800 rokov pred n.l.), ktorý bol začiatkom sústavného otepľovania sa riedke borovicovo-brezové formácie rozšírili do nadmorskej výšky 900 – 1000 m n.m. V druhej polovici tohto obdobia sa v nich čoraz viac udomáčňovali smrekovec a limba, ktoré z nižších polôh vytlačali smrek. Tento trend pokračoval aj v teplom a suchom boreáli (6800 až 5500 pred n.l.), keď smrekové porasty boli už prevládajúcim typom lesa, a rozšírili sa až do 1700 m n.m. V priľahlých častiach kotlín sa zvyšovalo zastúpenie jedle, na najteplejších lokalitách aj charakteristické druhy *Quercetum mixtum*, najmä brest, lipa a lieska.

V teplom a vlhkom období atlantika (5500 až 2500 p.n.l.) sa do prevládajúcich smrekových porastov nižších polôh šírila jelša. Brest, lipa, lieska a dub nemali pri tvorbe porastov väčší význam. Hlavnou porastotvornou zložkou v kotlinách i na svahoch Tatier bol smrek. Hornú hranicu vo výške 1800 m n.m. tvorili borovicovo-smrekové lesy s prímiesou smrekovca. Nad hranicou lesa sa v súlade s edafickými a reliéfovými pomermi sformoval nesúvislý pás kosodreviny. Z porastov postupne ubúdala borovica a na niektorých lokalitách pristupovali jedľa a buk.

V nasledujúcom teplom, ale suchšom období subboreálu (2500 až 800 pred n.l.) sa výrazne znížilo zastúpenie listnatých drevín, najmä v prospech jedle. Podnebie subatlantika (800 rokov p.n.l. až do súčasnosti) bolo stabilné, zhodné so súčasnými podmienkami. V celom období dominovali smrekové a jedľové lesy, po systematickom odlesňovaní priľahlých kotlín sa zvýšil podiel borovice a jelše.

Súčasný rozsiahly smrekový porast sú predovšetkým dôsledkom postglaciálneho vývoja vegetácie v tatranskej oblasti. Charakter lesov formovali aj klimatické podmienky, ktoré sa od porovnateľných horských oblastí Karpát odlišujú relatívne vysokým žiarením a vyššou teplotou počas vegetačného obdobia a nižším úhrnom zrážok ako zodpovedá ich nadmorskej výške. Spolu s prevládajúcimi sorpčne nenasýtenými oligotrofnými kambizemami až podzolmi, formujú rámec pre prirodzený výskyt

relatívne malého počtu porastotvorných drevín v lesoch tajgového charakteru. Trvalý výskyt jelše, brezy, a osiky je na hydromorfných stanovištiach najmä v predhorí Tatier. Výrazne kratší životný cyklus majú brezy, jarabiny, smrekovce a borovice ako pionierske dreviny v sukcesných štádiách najmä po vetrových disturbanciách. Osobitným prípadom vývoja lesnej vegetácie je výskyt zmiešaných smrekovcovo a borovicovo smrekových lesov, ktoré sa vyskytujú na miestach s pravidelným výskytom silných padavých vetrov typu bora.

Významnejšie do tatranských lesov človek zasahoval asi od 15.-16. storočia najmä s cieľom získať voľné plochy na pastvu a obrábanie pôdy. Ťažba dreva vzhľadom na malú mieru osídlenia tatranského územia, nerozvinutú dopravnú sieť a obchod mala prevažne maloplošnú až individuálnu formu, čím sa stav a charakter lesa podstatne nemenil. Až vznikom tatranských osád na prelome 18. a 19. storočia vzniká zvýšená potreba dreva a nutnosť zalesňovať vzniknuté holiny po ťažbe i vetrových kalamiťach. Najväčšie súvislé plochy sa zalesnili v 20. rokoch minulého storočia po víchriciach v r. 1915 a 1919. Systematické zalesňovanie holín sa započalo po vzniku TANAPu v r. 1949.

Stav lesa na konci minuleho storočia

Mortalita je prirodzenou súčasťou bytia všetkým živým organizmov a systémov. V boreálnych lesných ekosystémoch sa za prirodzené považuje aj veľkoplošné hynutie, ktoré je nutnou podmienkou pre prirodzenú obnovu. Do 80-tych rokov minulého storočia sa v tatranských lesoch pravidelne vyskytovali vetrové a následne hmyzie kalamity, ojedinele aj požiare, ktoré zabezpečovali sústavný proces obnovy lesa bez ohľadu na želanie lesného hospodára. Výskyt, prípadne výmera takýchto plôch bola kauzálna podmienená. Od polovice 80-tych rokov sa poškodenie lesov začalo prejavovať novým, netradičným spôsobom. Koruny stromov na hrebeňoch a podobných exponovaných lokalitách začali žltnúť a rednúť. Za príčinu chradnutia lesov sa považovali imisie, neskôr po prvých prejavoch extrémov počas aj synergické pôsobenie viacerých priamych i nepriamych faktorov.

Na začiatku 90-tych rokov minulého storočia, na základe pozemného a leteckého monitoringu, chemického zloženia asimilačných orgánov lesných drevín, hodnotil stav lesov v Tatrách ako priemerný, ale súčasne aj ako najrizikovejší v rámci Slovenska (Fleischer-Koreň, 1995). Už o desať rokov sme na základe 180 trvalých monitorovacích plôch pre hodnotenie defoliácie (SAO%) konštatovali 5% nárast SAO, ale predovšetkým 20% mortalitu. Pritom ako najviac poškodené boli jedince hodnotené v predchádzajúcom cenzuse ako zdravé.

Analýza stavu modelového spoločenstva

Hodnotenia stavu a rizika ďalšieho vývoja lesa sme uskutočnili koncom 90-tych rokov na spoločenstve, ktoré podľa predbežného hodnotenia patrilo medzi

najviac ohrozené. Modelové spoločenstvo smrekovcových smrečín, Lariceto-Piceetum zaberá plochu vyše 4 500 ha a už v minulosti tu boli založené mnohé výskumné plochy a objekty na sledovanie jeho vývoja (Fleischer, 1999).

Za hlavné faktory podmieňujúce stav lesa sme považovali:

1. vnútorné predpoklady samotného lesného porastu pre ďalší vývoj, s dôrazom na schopnosť odolávať disturbačným tlakom
2. vonkajšie činitele vyvolávajúce zmeny v stave lesného porastu (klíma, imisie, lesnícke opatrenia)

Vnútorné predpoklady sme hodnotili ako jednotlivé kritériá, ktoré vyjadrovali:

a/ zdravotný stav

Zdravotný stav sme hodnotili ako kombináciu defoliácie a žltnutia asimilačných orgánov, klíčivosť peľu a semien, obsah cudzorodých látok v asimilačných a reprodukčných orgánoch. Priemerná defoliácia stromov hlavnej úrovne (biosociologické postavenie 1 a 2) hodnoteného spoločenstva zodpovedala priemernej defoliácii lesov Tatier. Výraznejšiu defoliáciu sme zistili v v spodných vrstvách viacvrstvových, prevažne umelo založených porastoch. Defoliácia takmer 50% nie je predpokladom pre zdravý vývoj lesných porastov. Do hodnotenia boli zahrnuté stojace živé stromy. Stojace mŕtve stromy boli hodnotené osobitne a v tabuľke ich podiel uvádzame pre 3 porastové úrovne. Cudzorodé látky vo zvýšenej koncentrácii sme zaznamenali hlavne pri cestách ako dôsledok intenzívnej automobilovej dopravy.

Tab. 1 Priemerná defoliácia a mortalita v spoločenstve LP, podľa biosociologického postavenia. Rok hodnotenia 1999.

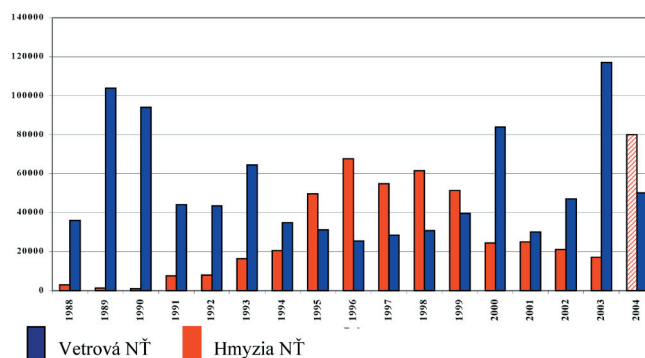
Biosociologické postavenie	Priemerná defoliácia	Priemerná mortalita
1	31,5	2,7
2	32,4	31,7
3	42,3	51,0
4	48,4	nehodnotené

Biosociologické postavenie 1 – nadúrovňové stromy, 2 – stromy hlavnej úrovne, 3 – stromy od 1,3m do ½ výšky stromov hlavnej úrovne, 4 – stromy do výšky 1,3 m.

b/ rozsah náhodnej ťažby a doterajší výskyt podkôrneho hmyzu

V dôsledku značnej veternosti južných a juhovýchodných svahov Tatier sú každoročne evidované náhodné ťažby v objeme desiatok tisíc m³. Prehľad náhodných ťažieb podľa hlavnej príčiny poškodenia – vietor, resp. hmyz je na obr. 1 Z grafu jasne vidieť závislosť výskytu podkôrníkovkej kalmity v r. 2004 s objemom 80 000 m³ na predchádzajúcej vetrovej kalamite z r. 2003 s objemom takmer 120 000 m³. Ročný objem kalamít v hodnotenom období od r. 1989 do r. 2004 sústavne zodpovedá minimálne

polovici ročného prírastku v tatranských lesoch. Obyčaje sú vetrom postihnuté plochy pomerne malé plochy, v 80% prípadov do 0,5 ha. Kým v minulosti to bola primeraná veľkosť pre prirodzené zmladenie, alebo výsadbu, ktorá prispievala k väčšej vertikálnej a vekovej diferenciácii porastov, dnes to predstavuje riziko šírenia podkôrneho hmyzu do novovzniknutých porastových okrajov a to i do nadmorských výšok, kde sa v nedávnej minulosti podkôrny hmyz vôbec nevyskytoval.



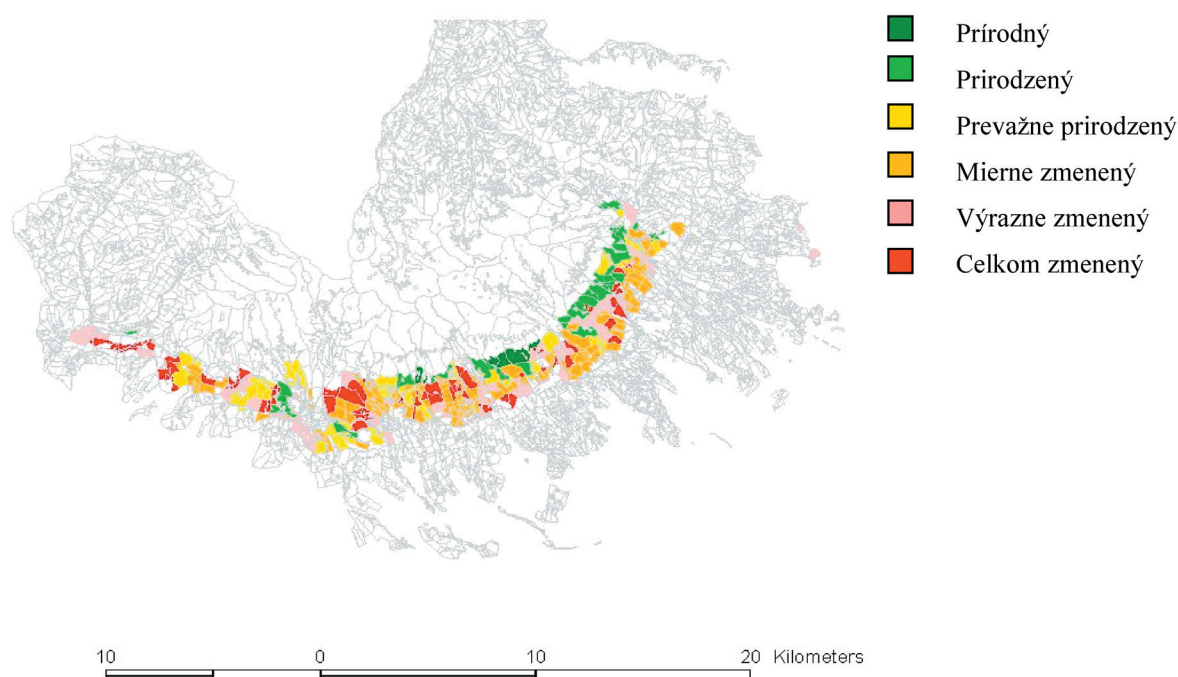
Obr. 1 Objem náhodných ťažieb podľa príčiny pre LHC Tatry, 1988-2004 (pred 19. novembrom 2004)

c/ prirodzenosť lesného porastu

Prirodzenosť porastov sme hodnotili podľa prítomnosti prírodných a antropických znakov v poraste, ako napr. prirodzenosť drevinového zloženia a bylinnej vrstvy, mŕtve drevo, pne po ťažbe, lesné cesty. Pri hodnotení sme použili aj staré fotografie, mapy a lesnú hospodársku evidenciu. Podľa zastúpenia hodnotených prvkov, sme vytvorili 6 kategórií prirodzenosti. 1-Prírodné lesy (pralesy) – obsahujú len prírodné prvky, v minulosti túlavá ťažba. 2-Prirodzený les-prirodzené druhové zloženie, mierne zmenená priestorová výstavba. 3- Prevažne prirodzený les-prirodzené druhové zloženie, výrazne zmenená priestorová výstavba. 4-Mierne zmenený les-zastúpené prírodné i antropické znaky, prírodné prevažujú. 5-Výrazne zmenený les-Les len s antropickými znakmi s prirodzeným vzhľadom. 6-Celkom zmenený les-les len s antropickými znakmi neprirodzeného vzhľadu, monokultúra.

Tab. 2 Relatívna plocha stupňov prirodzenosti v spoločenstve Lariceto-Piceetum

Stupeň prirodzenosti	Označenie	Plocha %
1	Prírodný les	3
2	Prirodzený les	13
3	Prevažne prirodzený	13
4	Mierne zmenený	23
5	Výrazne zmenený	30
6	Celkom zmenený	18



Obr. 2 Mapa prirodzenosti lesov modelového spoločenstva Lariceto-Piceetum v LHC Vysoké Tatry

d/ druhová, veková, vertikálna a priestorová štruktúra porastu

Hodnotenie druhovej diverzity ako jedného z predpokladov vyššej rezistencie lesných spoločenstiev stráca na význame v prirodzene monodruhových spoločenstvách. Na druhej strane prímes už aj jednej dreviny, v našom prípade smrekovca, je nutné v tatranských podmienkach považovať za zmiešaný porast s predpokladanou vyššou mierou rezistencie.

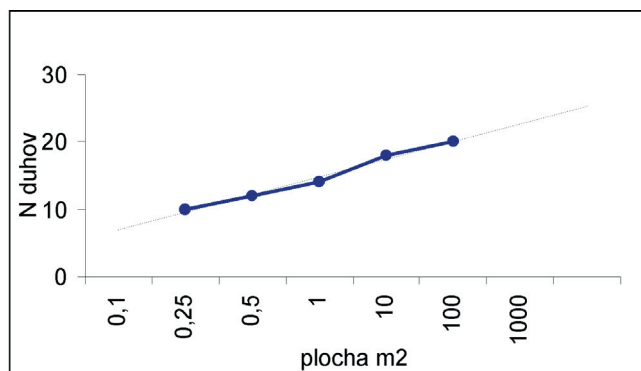
V hodnotenom spoločenstve vyše 20% plochy pokrývali čisté smrečiny s 0% zastúpením smrekovca. Takmer 40% plochy pokrývali porasty s 10% zastúpením smrekovca, 30% plochy tvorili porasty s 30% zastúpením smrekovca a vyše 30% podiel smrekovca bol len na 5% plochy lesných porastov.

V tatranských smrekových porastoch vyššiu heterogenitu, ako jeden z predpokladov pre vyššiu rezistenciu, predstavuje vertikálna a priestorová štruktúra. Najnepriaznivejšia nivelizovaná, alebo jednvrstvová štruktúra tvorila až 60% výmery modelového spoločenstva. Optimálna, viacvrstvová, tvorila 18% plochy spoločenstva. Potvrdilo sa, že vyššie zastúpenie smrekovca a výraznejšia vertikálna štruktúra porastu podmieňuje vhodnejšie svetelné a humusové pomery a umožňuje vyššiu druhovú diverzitu prízemnej vegetácie, priaznivejšie pomery pre nálet a odrastanie zmladenia. Zistili sme veľmi vysokú mortalitu prirodzeného zmladenia najmä v dôsledku vysokého zápoja.

Vysokú hustotu lesných porastov potvrdzuje aj údaj o priemernom počte stromov s hrúbkou v $d_{1,3} > 8$ cm na 1 ha. Zistený počet 1092 je o 20% vyšší ako považuje Korpeľ (1994) za hornú hranicu pre model výberného lesa v porastovom type smrek-smrekovec. Vysoký počet stromov znamená aj vysoké hektárové zásoby. Oproti priemernej hodnote pre lesy Tatier (175 m³/ha), sme zistili priemernú zásobu 478 m³/ha, keď takmer 85% hmoty bolo ústredené v hornej porastovej vrstve. Za optimálnu hektárovú zásobu Korpeľ považuje 250 m³ a za kritickú 500 m³. Na 50 skusných plochách sme v 62% prípadov zistili zásoby vyššie ako 500 m³.

Potvrdila sa tesná korelácia medzi priestorovým usporiadaním drevín a prirodzenosťou. Umelé lesy si dlhodobo udržiavajú pravidelný spon, kým prírodné majú tendenciu vytvárať hlúčky. Prevážna väčšina porastov má charakter lesa vekových tried, najmä na plochách ktoré boli postihnuté vetrovou kalamitou v 20. rokoch minulého storočia. Plochy jednotlivých vekových stupňov mali takmer normálne rozdelenie, čo potvrdzuje asi 100-150 ročné úsilie lesníkov o pestovanie lesa v tejto oblasti.

Druhová monotónnosť lesných porastov sa premieta aj do charakteru fytocenóz. Na obr. 3 uvádzame príklad počtu druhov na jednotku plochy z výskumnej plochy T20. Priemerný počet druhov na skusných plochách bol 10,3 a priemerná pokrývnosť prízemnej vegetácie 67%. Machorasty dominovali v zapojených nediferencovaných porastoch. Trávovité a bylinné fytocenózy prevládali v druhovo a priestorovo diferencovanejších lesných porastoch.



Obr. 3 Druhovú početnosť lesného spoločenstva LP podľa hodnotenia na ploche T20

Všeobecne vysoké zastúpenie mezofytných acidofilných machorastov indikovalo čerstvo vlhké, kyslé až veľmi kyslé pôdy s nedostatkom dusíka.

e/ geologické, pôdne a humusové pomery

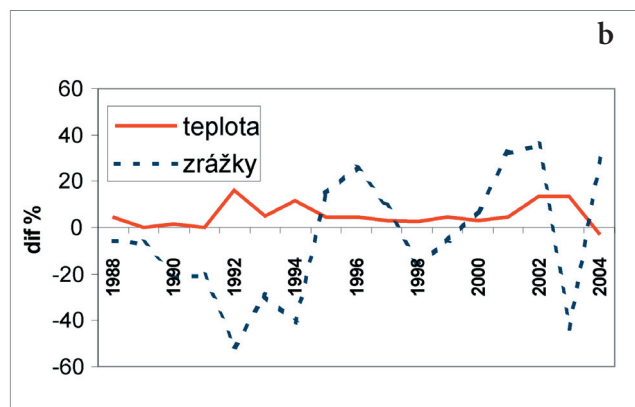
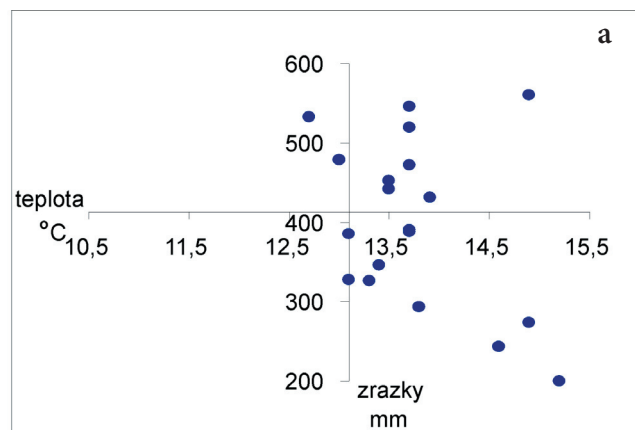
Hodnotené spoločenstvo sa nachádza prevažne na južných svahoch Tatier, ktoré z geologického hľadiska tvoria prevažne morény a polygenetické sute. Vyvinuli sa na nich oligotrofné až podzolané kambizeme s rôznymi fyzikálnymi vlastnosťami závislými od hĺbky a zrnitosti. Kým plytšie, hlinito-piesčité a najmä skletnaté, často balvanité pôdy viac vyhovujú smrekovcu, na hlbších a hlinitých pôdach sa uplatní aj jedľa. Zistili sme pomerne hrubú vrstvu nadložného humusu (5 až 12 cm), formu moder až mor s pH priemerne 3,3 až 3,7, a tiež vysoký obsah humusu v minerálnom horizonte. Biologická aktivita stanovená nepriamo rozkladom celulózy bola všeobecne nízka, minimálne hodnoty sme zistili v machorastových fytocenózach. V humuse prevládali fulvokyseliny nad humínovými kyselinami.

Vonkajšie činitele sme rozdelili podľa týchto kritérií:

a / klimatické pomery

Klimatické pomery sme hodnotili na základe priemerných a extrémnych denných, mesačných a sezónnych hodnôt teploty vzduchu a zrážok. Konštatovali sme významné kladné odchýlky od dlhodobých priemerných teplôt vo vegetačnom období a časté záporné odchýlky od priemerných zrážok. Pretrvávajúce takéto podmienok by podľa modelu klimatických zmien CCCM (Mindáš a Škvarenina, 2003) mohlo viesť k úplnému zániku týchto spoločenstiev v nadmorskej výške 1000 – 1200 m už v priebehu niekoľko desiatok rokov, najmä kvôli vysokej intercepcii (priemerne 60% v krajných prípadoch až 85%) a veľmi sporadickému prirodzenému zmladeniu.

Prejavila sa závislosť zdravotného stavu lesa na zrážkach. Nielen vzrástol podiel náhodných ťažieb po teplých a suchých rokoch, ale aj defoliácia bola vyššia na skletnatých, presýchavých pôdach.



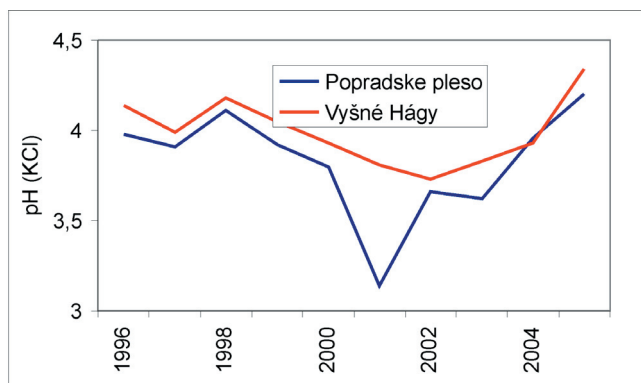
Obr. 4a Odchýlka teploty vzduchu a zrážok v r. 1988-2004 od normálu pre vegetačné obdobie v T. Lomnici, 840 m n.m., (priemer mesiacov V-VIII v r.1930-1960, T=13,1 °C, zrážky 413 mm).

4b Relatívna odchýlka priemernej teploty a zrážok za vegetačné obdobie v r. 1988-2004 od normálu

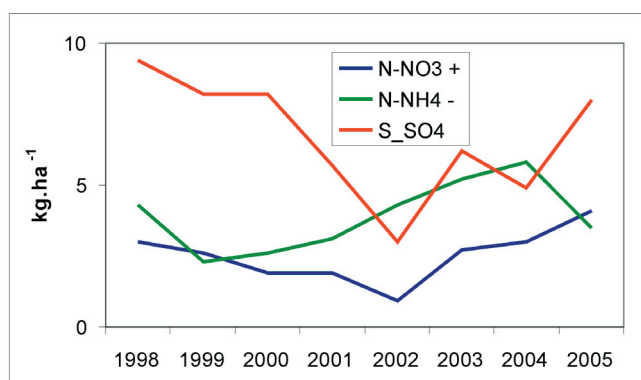
b/ imisné pomery

Imisné pomery sme hodnotili prostredníctvom sledovania mokrej depozície s dôrazom na pH zrážok, vstup síry a dusíka a vyplavovanie živín (Ca, Mg, K) z asimilačných orgánov.

Dohodnoteného spoločenstva vstupujú zrážky priemernou ročnou hodnotou pH od 3,1 do 4,5. Pričom kyslejšie zrážky sú vyšších nadmorských výškach. Zaznamenali sme pokles depozície síry, čo ale neplatí o vstupe dusíka vo forme dusičnanov i amoniaku. Vyššie depozície elementov sme potvrdili v podrastových zrážkach oproti stavu na voľnej ploche. Koeficient obohatenia sa pohyboval medzi 2 až 7.



Obr. 5 Priemerné pH zrážok na lokalite Popradské Pleso 1500 m n.m a Vyšné Hány 1200 m n.m



Obr. 6 Ročná depozícia elementárneho N a S v kg/ha na lokalite Popradské Pleso, 1500 mnm

Tab. 3 Klasifikácia významnosti sledovaných faktorov na rezistenciu spoločenstva smrekovcových smrečín

Faktor	Váha	Poznámka
Zdravotný stav	?	- Rýchle hynutie skupín spôsobuje fragmentáciu a „edge efekt“ + Pozvoľná defoliácia umožňuje rozklad humusu, prirodzené zmladenie
Náhodné ťažby	?	- veľké plochy s extrémnymi mikroklimatickými podmienkami + do výmery 0,5 ha , prirodzená obnova, diferenciácia lesa
Napadnutie hmyzom	+	Spontánne šírenie v rovnovekých smrekových porastoch
Prirodzenosť	++	Najvyššia možná rezistencia je vlastná prírodným spoločenstvám
Porastová výstavba	++	Druhovú diverzitu => vertikálna diferencovanosť => veková diferencovanosť => trvalosť spoločenstva
Textúra	+++	Priestorové usporiadanie prirodzených a štrukturovaných porastov
Diverzita	+	Účasť SC, BO a JD zvyšuje statickú stabilitu spoločenstva
Humus	?	+ tlmiači účinok ku kyslej depozícii - obmedzenie zmladenia
Pôda - fyzikálny stav	?	+ balvanitosť podmieňuje prirodzenejšie porasty - zahĺbenie a vlhkosť akcelerujú tvorbu biomasy
Klíma	+++	Extrémy zvyšujú vulnerabilitu na napadnutie hmyzom Deficit zrážok Výskyt bóry
Imisie	+	Prekročenie kritickej úrovne kyslej depozície Prekročenie kritickej úrovne O3

Metódou kritických záťaží sme určili, že súčasná depozícia zakysľujúcich látok prekračuje tlmiaču schopnosť pôdneho prostredia a je zodpovedná za 10-30% mortalitu v lesných porastoch (Kunca et al., 2003).

Kvalitu ovzdušia sme hodnotili prostredníctvom koncentrácie O₃ počas vegetačného obdobia. Vyššie sezónne koncentrácie O₃ sme zaznamenali v teplejších rokoch. Doporučená priemerná koncentrácia 50 µg.m³ pre lesy počas vegetačného obdobia bola sústavne prekročená na všetkých sledovaných lokalitách. Potvrdil sa významný nárast ozónu s nadmorskou výškou a tak doporučený index AOT40 s hodnotou 10 000 ppbh bol vo výške 800 m nm prekročený 2-násobne, pri hornej hranici lesa až 5-násobne. Nekrotické škvrny identifikované ako poškodenie O₃ sme zaznamenali na ihliciach limby, listoch jarabiny, bazy a na prízemnej vegetácii (Fleischer et al., 2005)

Hodnotenie ohrozenia

Hodnotenie rizík ďalšieho vývoja modelového spoločenstva sme chápali ako rezistenciu lesa voči známym a očakávaným disturbanciam, ktoré sme dlhodobšie monitorovali. Ku každému hodnotenému kritériu sme na základe súčasných poznatkov prisúdili váhy významnosti.

Na základe výsledného skóre sme predpokladanú rezistenciu sledovaných porastov zatriedili do 4 kategórií, ktoré sa priestorovo pomerne dobre zhodujú s kategóriami prirodzenosti lesov. Model najvyššej rezistencie sme prisúdili ekologicky stabilným prírodným lesom. Prirodzené lesy sme rozdelili na viac a menej rezistentné podľa charakteru porastovej výstavby. Na koniec rebríčka rezistencie sme zaradili ekologicky labilné monokultúry.

Miera predpokladanej rezistencie (1 – najvyššia, 5 najnižšia) v modelovom spoločenstve *Lariceto-Piceetum* bola nasledovná:

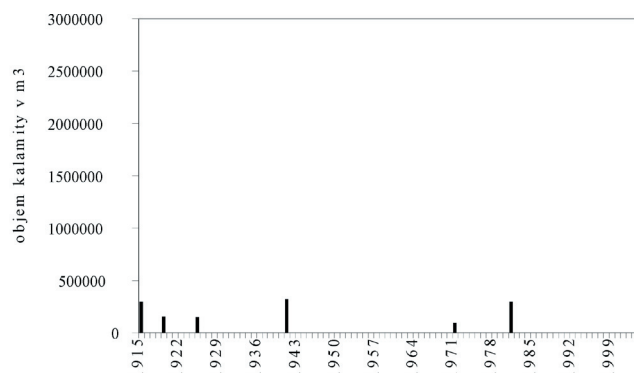
Kategória lesa	Rezistencia
Prírodné lesy a prirodzené lesy diferencované	1
Prirodzené lesy nediferencované	2
Zmenené lesy diferencované	3
Zmenené lesy homogénne	4

Víchrice 19. novembra 2004

Verifikácia modelovej rezistencie sa uskutočnila nečakane skoro. 19. novembra 2004 severný vietor typu bora dosahoval v nárazoch vyše 200 km/h a vyvrátil lesné porasty na výmere vyše 12 000 s celkovým objemom 2,3 mil m³.

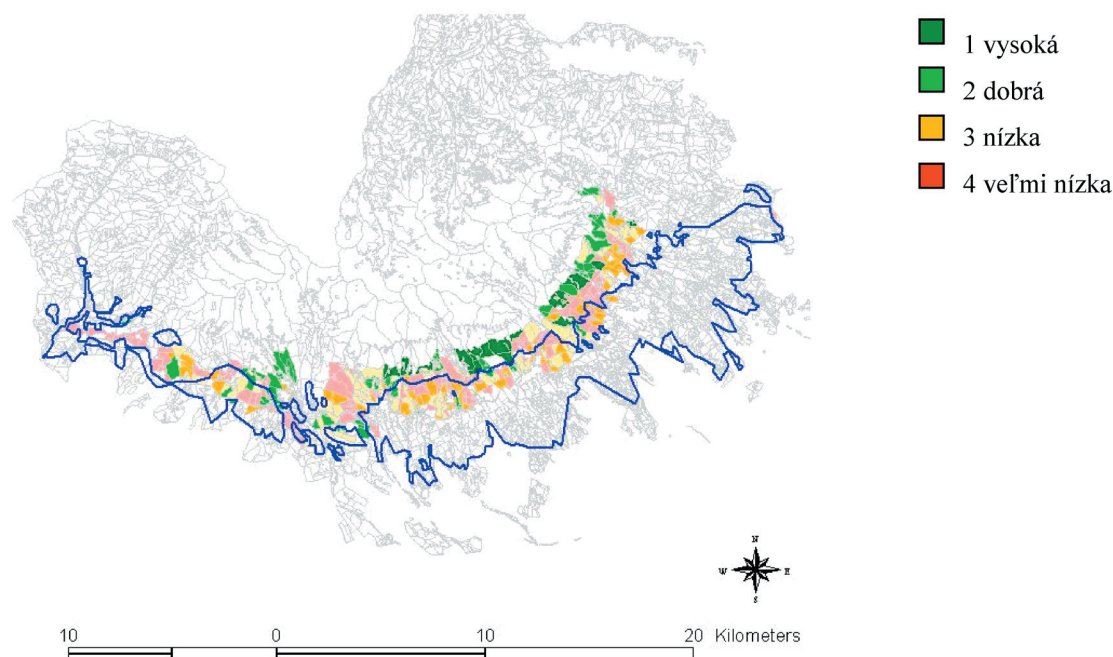
Plocha postihnutá víchricou bola takmer súvislá. Ťažká, studená masa vzduchu zasiahla územie v nadmorskej výške zhruba od 750 m do 1200-1350 m n.m. Postihnuté boli najmä spoločenstvá smrekovcových smrečín a borovicových

smrečín. Od r. 1915 to bola už siedma ničivá víchrice tohto typu, postihujúca viac alebo menej to isté územie. Časový priebeh známych víchríc a objem polámaného lesa je na obr. 9.



Obr. 9 Rok a objem poškodeného lesa (m³) víchricami typu bora

Z prehľadu je zrejmé, že objem polámaného lesa bol pri víchri 2004 väčší ako suma doteraz zdokumentovaných udalostí od r. 1915. Právom je víchrice z r. 2004 označovaná aj ako Veľká víchrice (Koreň, 2005).



Obr. 7 Predpokladaná rezistencia lesných porastov v spoločenstve smrekovcových smrečín a súvisle vyvrátená plocha kalamitiska

Z rozboru predpokladanej rezistencie a skutočne poškodeného lesa konštatujeme:

1. miera predpokladanej rezistencie a skutočné poškodenie nemajú žiaden vzťah. Pre poškodenie bolo rozhodujúce, kde sa daný porast nachádzal. Vietor s rýchlosťou vyše 170 km/h sa po prekonaní horského hrebeňa náhle dotkol lesných porastov vo výške približne 1200 m n. s rýchlosťou vyše 230 km/h, keď sa preniesol oblúkom ponad prírodné a prirodzené lesy vo vyšších nadmorských výškach. Sile vetra neodolali ani borovice, brezy, jelše a iné vetru vysoko odolné dreviny, či porasty s diferencovanou vertikálnou a vekovou štruktúrou. Vietor stromy nielen lámal, ale i vytrhával s tzv. koreňovými koláčmi a to napriek skutočnosti, že pôda v tom čase nebola rozmoknutá. Borivému vetru najlepšie odolali smrekovce, ktoré v pôvodne zapojených porastoch mali extrémne krátku korunu a v čase víchrice boli už bez asimilačných orgánov.

2. Napriek tomu, že pri odhade rezistencie lesa sme nepredpokladali s takou ničivou silou borivého vetra, možno za hlavné príčiny historicky najväčšej vetrovej kalamity považovať:

- vysoké hektárové zásoby dreva
- nedostatočnú priestorovú textúru lesa

3. Na ploche súvislého vývratika ostali stáť len malé ostrovčeky lesa. Boli to lokality, ktoré boli proti borivému vetru chránené buď záveternou polohou za čelom morén, v hlbších ryhách potokov, alebo paradoxne na vyvýšených chrbátoch morén orientovaných v smere padavého vetra SZ-JV. Osobitnú skupinu tvorili bývalé viacetážové porasty, v ktorých mladé podrasty ostali len čiastočne poškodené.

Súčasný stav a predpokladaný vývoj lesných porastov

Vývoj lesa v nasledujúcich rokoch po vetrovej kalamite potvrdil opodstanenosť výberu kritérií pre hodnotenie rezistencie lesa. Zvyšky mladých porastov, najmä jedle a smrek, začali chradnúť v dôsledku náhlej zmeny mikroklimatických podmienok. Okolité porastové steny boli napadnuté podkôrnym hmyzom v nebyvalom rozsahu. Ku bežným druhom ako *I. typographus*, *P. chalcographus* pristúpili doteraz marginálne druhy *I. amitinus*, *I. cembrae* a iné. Index nárastu odchytených imág vo feromónových pasciach za rok 2007 (do konca júna) oproti celému roku 2006 je v prípade *I. typographus* 2 a pri *P. chalcographus* až 6. Ku nebyvalej gradácii populácií podkôrneho hmyzu prispelo okrem nadštandardných trofických podmienok aj extrémne teplé a suché jarné obdobie v r. 2007. Skutočné napadnutie už dnes prekračuje aj tie najpesimistickejšie prognózy vývoja lesných porastov.

Veľký objem ľahlo zápalných zvyškov po ťažbe ihličnatých drevín, deficit zrážok a extrémne teploty spôsobili aj nárast požiarného rizika. V lete 2005 sme zaznamenali doteraz najrozsiahlejší požiar na tomto území, ktorý zasiahol plochu 250 ha nad Tatranskými Zrubami. Všetko nasvedčuje tomu, že pri doterajšom vývoji sa stav tatranských lesov bude

v dôsledku kombinácie nepriaznivých faktorov meniť veľmi dramaticky.

Ciele ďalšej starostlivosti o lesy

Ciele lesníckej starostlivosti v Tatrách boli definované už v materiáloch zo 60. rokov a spresnené v dokumentoch ochrany prírody z prvej polovice 90. rokov minulého storočia. Bez ľudského zásahu by mali podľa nich ostať len lesy prírodné (pralesy), ktoré by slúžili najmä na štúdium prírodných procesov. S lesníckymi zásahmi, zhodnými so súčasnými koncepciami prírode blízkeho pestovania lesov, sa počítalo v lesoch, ktoré ľudskou činnosťou, alebo prírodnými disturbanciami sa od želaného vývoja vzdialili tak, že by dlhodobo neplnili predpokladané krajino-ekologické stabilizačné funkcie. Nazdávame sa, takýto prístup zdôvodnený v celom rade prác (Korpel 1990, Saniga 1996 a iní) nie je potrebné zásadne meniť, snáď čiastočne modifikovať so zreteľom na nové fakty vo vývoji tatranských lesov.

Optimálne riešenie celkovej obnovy prírodných ekosystémov by malo zahŕňať:

- ochranu bohatstva genofondu flóry a fauny, ako aj ostatných kvalít neživej prírody šetrným spôsobom využívania krajiny,
- zabezpečenie kvalitnej pitnej vody, ktoré by mohlo byť „mimovoľným“, tzn. ekonomicky nenáročným cieľom hospodárenia,
- mimoprodukčné využívanie krajinného prostredia pre poznávanie, liečbu, rekreáciu a turistiku.

Za osobitne významné je potrebné považovať stratégie starostlivosti o lesné porasty:

1. Stratégiu zachovania biodiverzity lesných porastov, ktorá sa týka ekologicky vhodných porastov so štruktúrou blízkou prirodzenej

2. Stratégiu obnovy biodiverzity lesných porastov, ktorá sa týka ekologicky nevhodných porastov s narušenou biodiverzitou, pričom je potrebné rozlišovať porasty v rastovom štádiu kultúr a nárastov, mladín, žrdkovín a žrdovín a kmeňovín (do 80 rokov), v ktorých existuje možnosť nápravy nepriaznivého stavu bez nákladných zásahov a zvýšených rizík kalamít.

3. Adaptačnú stratégiu, zmyslom ktorej je minimalizovať riziko negatívnych dôsledkov klimatickej zmeny, pretože lesy, najmä vzhľadom k dlhovekosti patria k najproblémovjším krajinným prvkom, pričom sa pripúšťa široká škála ich ovplyvnenia – od nepatrného poškodenia až po úplný rozpad.

Vladovič (2003), Voško a kol. (1997) a ďalší navrhujú riešiť adaptáciu lesných porastov na klimatické zmeny orientovaním ich drevinového zloženia smerom k pôvodnému zloženiu a uplatnením ďalších zásad, ktoré priamo, či nepriamo zvyšujú stabilitu porastov. Pre podmienky TANAP-u

ich možno súhrnne sformulovať takto:

- základom budúcich porastov musia byť dreviny autochtónne,
- je potrebné zvýšiť biodiverzitu lesných ekosystémov (druhovú a genetickú), ako predpoklad vyššej adaptačnej schopnosti druhov (fenotypov) na zmenu ekologických podmienok,
- vzhľadom k intolerancii smreka ku klimatickým zmenám a nepôvodnosti buka v celej tatranskej a podtatranskej oblasti zvýšiť v porastoch podiel iných listnatých drevín, najmä javora horského,
- v autochtónnych porastoch uplatňovať podrastové a výberné formy hospodárenia využívajúce prirodzenú obnovu.

Literatúra

Fleischer, P., Koreň, M., 1995: Forest health conditions in the Tatra Biosphere Reserve. Ecology (Bratislava) 14, No. 4, p. 445-457

Fleischer, P. 1999: Súčasný stav lesa v TANAPe ako východisko pre hodnotenie ekologickej stability na príklade spoločenstva smrekovcových smrečín. Dizertačná práca. TU Zvolen, VsM TANAP T. Lomnica, 107 s.

Fleischer, P., Godzik, B., Bicarova, S., Bytnerowicz, A., 2005: Effects of pollution and climate change on forest of the Tatra Mts. In: Omasa-Nouchi, eds., Plant responses to air pollution and global change. Springer Tokyo 2005, p.111-121.

Koreň, M.st., Fleischer, P., Turok, J. et al., 1997: Príčiny podkôrnikovej kalamity v ochrannom obvode Javorina a návrh ozdravných opatrení. Štúdie o TANAP-e č.3 (36), s. 113-187

Koreň, M., Fleischer, P., Ferenčík, J., Slivinský, J., 1999: Rozpad horských lesov a problémy ich rekonštrukcie v podmienkach ŠL TANAP-u. In.: Zborník referátov z celoslovenského seminára 8.-9.apríla 1999 v Banskej Štiavnici „Aktuálne problémy v ochrane lesa 99“, s. 37-46.

Koreň, M., 2005: Studené padavé vetry v tatranskej oblasti: mechanizmus vzniku, dôsledky na lesné ekosystémy, konsekvencie. In: Zborník referátov Medzinárodná konferencia prírodovedných pracovníkov múzeí a pracovníkov múzeí v prírode. Slovenské múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva Lipt. Mikuláš, 24. - 26. 5. 2005, s. 9 - 16

Koreň, M., 2005: Kalamita v lesoch TANAP-u - príčiny, následky, východiská. Zborník referátov z celoslovenského seminára Aktuálne problémy v ochrane lesa 2005. Banská Štiavnica 28. - 29. apríla 2005, s. 46 - 55

Koreň, M., 2006: Návrh zonácie, ciele a zásady starostlivosti o lesné porasty Národnej prírodnej rezervácie Dolina Bielej vody. Štúdie o Tatranskom národnom parku 8(41), s. 441 - 456

Korpeľ, Š., 1990: Výskum vývoja a štruktúry prírodných lesov TANAP-u a závery vyplývajúce pre usmerňovanie lesov s integrovanými funkciami. In: Zborník referátov z konferencie k 40. výročiu uzákonenia TANAPu „Ako ďalej pri ochrane a záchrane prírody TANAP-u“, Vysoké Tatry, S-TANAP-u, s. 237 - 250

Korpeľ, Š., 1994: Porastové typy výberných lesov vhodné pre podmienky Vysokých Tatier. Zborník z konferencie Teória a prax ochrany prírody v TANAPe. T. Lomnica, s.125-140

Kunca V., Škvarenina, J., Fleischer, P., Celer, S., Viglaský, J., (2003): Concept of critical load applied in landscape ecology on an example of the Tatra Mts. Ekologia Bratislava, Vol. 22, Supplement 2/2003:349-360

Mindáš, J., Škvarenina, J., (eds.), 2003: Lesy Slovenska a globálne klimatické zmeny. EFRA Zvolen a Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 128 s.

Saniga, M., 1996: Možnosti a skutočnosti uplatnenia prírode blízky hospodárskych spôsobov v lesoch TANAP-u. In. KOREŇ, M. (eds.): Päťdesiat rokov starostlivosti o lesy TANAP-u. Zborník referátov z konferencie. Vysoké Tatry 16. - 18. júna 1999, s. 99 - 102

Vladovič, J., 2003: Oblastné východiská a princípy hodnotenia drevinového zloženia a ekologickej stability lesov Slovenska. Lesnícke štúdie 57. Bratislava. Vydavateľstvo Príroda, 160 s.

Voško M. a kol. 1997: Prognózy a koncepcie rozvoja lesného hospodárstva. Zvolen. LVÚ (záverečná správa), 173 s.