

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY
Katedra fyzické geografie a geoekologie

**Hodnocení fyzicko-geografických výzkumů na území Vysokých
Tater v období 1969 – 2008**
(bakalářská práce)

Evaluation of physical-geographical research on the High Tatra Mts in
the period 1969 -2008

Michal Jurdík

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Jan Kalvoda, DrSc.

PRAHA 2011

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracoval sám a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje.

Praha 30. 4. 2011

podpis

.....

Chcel by som poďakovať vedúcemu práce Prof. Janovi Kalvodovi za ústretovosť a veľkú trpezlivosť a pracovníkom Výskumnej stanice TANAP-u za poskytnutie študijných materiálov.

Abstrakt

Táto bakalárska práca rozoberá fyzicko-geografické výskumy o Vysokých Tatrách publikované v rokoch 1969 – 2008. Popisuje pohorie z hľadiska geomorfologických, hydrologických, klimatických, pôdnych a ďalších charakteristík. Ďalej v práci sa venujem porovnávaniu starších a súčasných vedomostí o prírodnom prostredí Vysokých Tatier.

Vysoké Tatry predstavujú výnimočný komplex zložiek krajiny a sú modelovým pohorím pre výskum vysokohorského prostredia, pretože sa na malej ploche uplatňuje široké spektrum krajnotvorných faktorov a výšková členitosť im dodáva rôznorodý charakter prostredia.

Kľúčové slová: fyzická geografia, Vysoké Tatry

Abstract

This bachelor thesis deals with physical-geographical researches about High Tatra Mts published in 1969 - 2008. It describes mountains within it's geomorphological, hydrological, climate, soil and other features. I have discussed the late and novel information. It highlighted the points where the knowledge diverged.

High Tatra Mts. build an exclusive complex of landscape natural components. Lots of landform factors in small area and vertical zonation with variable characteristics makes this area a good model for geographical studies.

Key words: physical geography, High Tatra Mts.

Obsah

1	Úvod	6
1.1	Vymedzenie oblasti Vysoké Tatry	7
1.2	Z histórie výskumu Vysokých Tatier.....	8
2	Geologická charakteristika a vývoj reliéfu Tatier	10
2.1	Geologická stavba a vývoj reliéfu v paleozoiku	10
2.2	Mezozoikum	11
2.3	Kenozoikum	12
3	Pôdy Tatier a ich charakteristika	16
3.1	Pôdne typy	16
3.2	Výšková pásmovitosť pôd	19
4	Hydrologické pomery	20
4.1	Vodné toky	20
4.2	Stojaté vody.....	21
4.3	Podzemné vody	23
5	Klimatické podmienky.....	24
6	Biogeografická charakteristika.....	27
6.1	Fytogeografia	27
6.2	Zoogeografia	28
7	Ochrana prírody a geoekológia	29
8	Diskusia	31
9	Záver.....	38
	Literatúra.....	39

1 Úvod

Tatry sú krajinný celok Fatransko-tatranskej oblasti. Nachádzajú sa v severnej časti Slovenskej Republiky na hranici s Poľskom, pričom väčšia časť - 3/4 územia Tatier ležia na Slovensku. Sú najvyšším pohorím celého karpatského oblúka.

Cieľom práce je vytvorenie komplexnej fyzicko-geografickej charakteristiky Vysokých Tatier, ktorá je potrebná pre pochopenie vzájomných vzťahov jednotlivých geosfér. Dalším cieľom je zhodnotenie výberu výskumov publikovaných v rokoch 1969 – 2008 na základe dostupnej rešerše odbornej literatúry.

Hlavnými podkladmi pre spracovanie boli textové práce, jednotlivé monografie venujúce sa Tatrám. Metódou práce je štúdium výskumných prác a máp za účelom získania najnovších poznatkov a informácií o geomorfologických, klimatických, hydrologických a pedologických pomeroch. Keďže cieľom predkladanej práce neboli grafické výstupy ani spracovanie údajov, ťažisko spočívalo v štúdiu dostupnej literatúry. V práci sa snažím venovať primárne Vysokým Tatrám, avšak v niektorých súvislostiach je nutné zaoberať sa Tatrami ako celkom.

1.1 Vymedzenie oblasti Vysoké Tatry

Tatry sú celok Fatransko-tatranskej oblasti Vnútorých Západných Karpát. Južné úbočie je výrazným reliéfovým rozhraním s charakterom úpätnice. Oddeľuje Tatry od Popradskej a Liptovskej kotliny. Tvrdé kryštalikum sa tu stretáva s málo odolným flyšom. Aj severné úpätie je veľmi výrazné – Tatry vystupujú zo zníženy Podtatranská brázda, ktorá je vytvorená eróziou v páse málo odolného flyša. Východné a západné hranice vytvárajú priečne zlomy. (Vološčuk et al., 1994).

Tatry sa rozdeľujú na dva podcelky – Západné a Východné. Deliacia línia ide cez Kôprovú dolinu, sedlom Závory, Ľaliové sedlo a dolinou Suchej vody. Viaže sa na priečnu tektonickú poruchu, pozdĺž ktorej sa Východné Tatry relatívne viac vyzdvihli (Lukniš, 1973b, Mazúr a Lukniš, 1986).

Podcelok Východných Tatier sa ďalej delí na časti Vysoké Tatry a Belianske Tatry. Hranica podcelkov prechádza Javorovou dolinou do doliny Zadné Meďodoly, cez Kopské sedlo a Dolinou Kežmarskej Bielej vody (Mazúr a Lukniš, 1986).

1.2 Z histórie výskumu Vysokých Tatier

Názov Tatry má podľa viacerých autorov rôzny význam. Niektorí autori pripisujú názov obyvateľom, ktorí žili na našom území pred príchodom Slovanov. V slove trtri, ktorým pradávni obyvatelia označovali strmú skalú alebo neúrodnú zem možno hľadať pôvod dnešného názvu. V listine z roku 1086 ich nazývajú Trytri. Prvýkrát sa názov Tatry spomína v roku 1255 v darovacej listine kniežaťa Boleslava (Marec, 2007).

Iná teória hovorí, že názov Tatry sa prvýkrát objavil v diele českého kronikára Kosmasa. Starobylá kronika hovorí o kráľovi Boleslavovi II., keď Kosmas píše o tom, ako si umierajúci panovník spomína na smrteľnej posteli na časy, keď svoju krajinu rozšíril až po vrchy Triti montes (Kollár et al., 1998).

Po období záujmu o Tatry výlučne ako o zdroj obživy trvalo od 16. storočia narastá záujem o bezzisťné poznávanie neznámych končín. Koncom 16. stor. sa na prvé výlety do neznámych hôr vypravovali kežmarskí študenti a ich pedagógovia. Lýceum v Kežmarku bolo prvou inštitúciou, ktorá sa zaslúžila o základy seriózneho vedeckého prieskumu. Zároveň však išlo o začiatky turistiky a horolezectva.

Bádanie začínalo vždy od praktických poznatkov. Napríklad prvé botanicko-bylinárske výskumy priniesli poznatky o liečivých účinkoch balzamu z kosodreviny (tzv. *Balsamum hungaricum*) a limbového oleja (*Oleum limbae*). Limba ako objavený endemit bola najprv pomenovaná *Libanonum carpaticum* (podľa podobnosti s libanonským cédom), z toho vzniklo nemecké slovo Limbaum, transponované do slovenčiny ako limba (Kollár et al., 1998).

Ďalšie, už čisto vedecké úlohy sa sústredili najmä na geologické zloženie a na rastlinstvo Tatier, neskoršími predmety záujmu sa stali tatranské plesá, ich hĺbka a spôsob vzniku (Houdek, 1951).

Vedecké výskumy stimulovali najprv miestni učitelia a duchovní (J. Czirbesz, G. Berzeviczy, K. Generisch). Medzi prvými zahraničnými učencami Tatry skúmali francúzsky geológ, geograf a lekár B. Hacquet (1793-4), ďalej

škótsky lekár a geograf R. Townson (1793) alebo švédsky botanik, geológ a topograf G. Wahlenberg z Uppsalskej univerzity. Wahlenberg opísal veľkú časť tatranskej flóry, venoval sa aj geografickému názvosloviu. Jeho meno dnes nesú dve plesá vo Furkotskej doline (Houdek, Bohuš, 1976).

2 Geologická charakteristika a vývoj reliéfu Tatier

2.1 Geologická stavba a vývoj reliéfu v paleozoiku

Tatry ako súčasť oblúku pohorí centrálnych Západných Karpát vznikli v čase alpínskeho horotvorného pochodu vyvrásnením z geosynklinály všeobecne nazývanej Tethys. Majú stavbu jadrového pohoria, pričom jadro má asymetrickú polohu. Kryštalické jadro tvoria kryštalické bridlice, migmatity, granitoidy a tektonické deriváty týchto hornín (Midriak, 1983).

Územie Tatier prešlo zložitým vývojom a je poznačené pôsobením viacerých horotvorných pochodov. Za najstaršie horniny tu pokladáme kryštalické bridlice, ktoré vystupujú hlavne v Západných Tatrách, na južných svahoch Roháčov, v skupine Baranca a na ústrednom hrebeni na Bystrej a Kamenistej (Lukniš, 1973a). Kryštalické bridlice, ako dvojsľudové (biotiticko-muskovitické) pararuly, kremité ruly, kvarcity, svorové ruly a afibolity, vznikli zo série usadených hornín regionálnou metamorfózou počas hercýnskeho alebo staršieho horotvorného pochodu. Spravidla ide o horniny s výraznou bridličnatosťou (okrem kvarcitov a amfibolitov), často zvrásnené a porušené (Lukniš, 1973a). Ich vek určil Kantor (1959) na základe polčasu rozpadu rádioaktívnych prvkov argón-káliovou metódou na približne 226 miliónov rokov, čo zodpovedá starším obdobiam hercýnskeho horotvorného pochodu. Do mohutného komplexu kryštalických bridlíc prenikla v mladších obdobiach hercýnskeho horotvorného pochodu intrúzia granitoidnej magmy, ktorá vo forme plochého doskovitého mlynu (harpolitu) prestúpila kryštalické bridlice a rozdelila ich na komplex podložných a nadložných bridlíc. Tekutá magma utuhla hlavne vo forme masívnych granodioritov a kremitých dioritov, ktoré budujú hrebeňovú časť Vysokých Tatier (Kalvoda, 1973), kryštalické bridlice sú vo Vysokých Tatrách zastúpené len sporadicky vo forme utopených kryh (Gorek a Kahan, 1973). Žuly sa vyskytujú podradne, hlavne na severných hrebeňoch Roháčov (Lukniš, 1973a). Pri prieniku magmy do kryštalických bridlíc došlo k ich obohateniu o

magmatické zložky a na styku sa vytvorilo pásмо hybridných hornín, tzv migmatitov. Celá oblasť Vysokých Tatier bola vyvrásnená a vyzdvihla sa z geosynklinálneho mora, pričom v čase mladších prvohôr predstavovala horstvo, ktoré bolo vplyvom vonkajších faktorov rýchlo rozrušované, zarovnávané a poskytovalo materiál pre usadeniny okolitého mora (Lukniš, 1973a). Počas tretej časti hercýnskeho geologického cyklu a koncom prvohôr oblasť Tatier predstavuje nízke horstvo, postupne zarovnávané. Z permu sú zachované len sporadické výskyty hrubo úlomkovitých zlepenčov, tzv. meďodolských, na hrane Jahňacieho štítu a na severných svahoch Západných Tatier (Lukniš, 1973a).

2.2 Mezozoikum

Začiatok druhohôr znamená aj začiatok nového cyklu vo vývoji Vysokých Tatier. Trias začína mohutnou morskou transgresiou. Celá oblasť je pokrytá morom a postupne sa usadzujú sedimenty - kremence, zlepenec, ílovito-piesčité bridlice, dolomity, vápence. Morské dno v priebehu druhohôr nebolo stabilné, dochádzalo k jeho vyzdvihovaniu nad hladinu a k usadzovaniu kontinentálnych sedimentov, prípadne sa prejavila vulkanická činnosť. V období druhohôr je karpatská geosynklinála rozdelená na niekoľko častí oddelených podmorskými valmi (Lukniš, 1973a).

Pre vznik je najdôležitejšia druhá časť alpínskeho cyklu, keď v období medzi strednou a vrchnou kriedou dochádza k masívnemu horotvornému pochodu, vyvrásňuje sa geosynklinála Tethys a z juhu k severu dochádza k presunu mas druhohorných usadenín vo forme subtatranských príkrovov. Presúvajú sa z oblasti Gemera a Vepora a sú zachované v podobe usadenín krížňanského a chočského príkrovu. V období vyvrásňovania dochádza k mohutným tektonickým pochodom aj v jadre Tatier. Jadro je odkryté na južnej strane a v centrálnej časti pohoria, kým na severe, západe a východe kryštalické jadro obklopujú mezozoické horniny (Lukniš, 1973a, Lukniš 1973b). Niektoré časti druhohorného obalu s útržkami kryštalického jadra sa odtrhli od svojho podkladu a zvrásnili. Došlo tak k vzniku napr. vrásy Červených vrchov a Giewont,

a oblasti javorinskej Širokej. Na mladších druhohorných usadeninách sa tu nachádzajú staršie granitoidné horniny. Tieto predstavujú jadro vrásy, a keďže ich nadložné krídlo bolo denudované, tvoria žuly a granodiority vrcholové časti uvedených hrebeňov (Gorek a Kahan 1973).



Fotografia č. 1: Masív Giewontu z hrebeňa Červených vrchov (foto: autor, 2007)

Druhohorný obal a presunuté príkrovy, reprezentované hlavne masami dolomitu a vápencov, sa zachovali hlavne v Belianskych a Západných Tatrách a lemujú celé severné svahy Tatier od Osobitej cez poľské územie po Bielovodskú dolinu (Andrusov, 1958, Lukniš 1973a).

Tatry sú oblasťou, kde bola príkrovová stavba v Západných Karpatoch vôbec prvý raz dokázaná (Michalík, 2004).

2.3 Kenozoikum

Po hlavnej kriedovej fáze alpínskeho horotvorného pochodu sú Tatry opäť denudované a začiatkom treťohôr zaplavené morom. Vznikajú pomerne mohutné tzv. flyšové usadeniny, kde sa mnohonásobne striedajú hlavne ílovité bridlice, pieskovce, prípadne zlepenice (Andrusov, 1958). Potom sú Tatry postihnuté

treťohornou fázou alpínskeho vrásnenia, pričom až v neogéne sú s konečnou platnosťou vyzdvižené nad morskú hladinu a opäť vystavené činnosti exogénnych faktorov. Pri ich vyzdvihovaní sa výrazne uplatnila zlomová línia, tzv. Podtatranský zlom. Vyklenutie Tatier na južnej strane pozdĺž zlomovej línie má za následok, že druhohorné usadeniny sú zachované prakticky len na severnom úpätí (Lukniš, 1973a). More v období neogénu z oblasti Tatier ustúpilo, pri ich vyzdvihovaní bolo ešte zachované na juhu v Liptovskej, Spišskej, na severe v Oravskej a Podhalskej kotline (Andrusov, 1958, Lukniš, 1973a).

Dnešný reliéf sa formoval v najmladšom geologickom období - kvartéri. Klimatické pomery sa zmenili. V Tatrách vznikli ľadovce vysokohorského, tzv. alpského typu. Snežná čiara bola vo výške nad 1500 m. n. m.. Tatranské doliny sa pred zaľadnením ponášali formami na tvary dnešných pohorí, ktoré neboli nikdy zaľadnené. Závery dolín sa rozširovali akumulovaním snehu a ľadovcovou eróziou tak, že sa z nich vytvorili široké ľadovcové kotly - kary. Splazy ľadovcov pri svojom postupe bočnou eróziou podrezávali boky rázsoch, a tak premodelovali doliny z pôvodného tvaru písmena V do tvaru písmena U (Vološčuk et al., 1994).

V medziľadových dobách sa ľadovce topili, ustupovali do vyšších polôh, prípadne zanikali. Mechanickým účinkom ľadovcových splazov boli podložné horniny ryhované, brázdnené, ohladené a drvené. Vzniklo veľké množstvo, balvanov, ktoré ľadovce sunuli pred sebou, alebo zanechávali po oboch stranách aj na dne (Lukniš, 1973b).

Lukniš (1973a) identifikoval tri ľadové doby. Najlepšie je možné sledovať rozsah a priebeh posledného - würmského. Od ústupu ľadovcov uplynulo 8000 - 10 000 rokov. V čase najväčšieho rozsahu zaberali ľadovce plochu cca 15 000 ha. Južná strana, síce slnečná, bola viac zaľadnená (Lukniš, 1973b).

Lukniš (1973b) delí würmské ľadovce do piatich veľkostných kategórií. Prvú kategóriu tvoria ľadovce typu dolinových zložitých ľadovcov, ktoré boli vyživované z viacerých karov, takže mali viac vetiev. Najväčší z nich - ľadovec v Bielovodskej doline - mal 10 vetiev. Okrem neho patrili do tejto skupiny napríklad ľadovce v Kôprovej, Studenej, Mengusovskej, Javorovej, Račkovej,

Jamnickej doline. Presahovali 8 km, boli hrubé 160-330 m. Veľkosťou sa dali porovnať s dnešnými veľkými alpskými ľadovcami (Lukniš, 1973a; Lukniš, 1973b).

Druhou veľkostnou skupinou boli ľadovce dlhé 5 - 8 km, hrubé 100 - 150 m. Boli to prevažne jednoduché nevetvené ľadovcové splazy. Patrili sem ľadovce vo Velickej, Batizovskej, Važeckej, Kamenistej, Bystrej a Smrečnianskej doline ().

Ľadovce tretej kategórie boli vyživované prevažne z kotlov na južných rázsochách Vysokých Tatier ako napríklad v Skalnatej, Slavkovej a Štôlskej doline a ľadovce v Širokej a Látanej doline. Boli dlhé 3,5 - 4,5 km, hrubé 80 - 100 metrov (Lukniš, 1973a; Lukniš, 1973b).

Ľadovce štvrtej kategórie tvorili malé ľadovčeky s krátkymi splazmi. Boli dlhé 1,2 až 3 km a hrubé 50 - 80 m. Najväčší z nich vychádzal z Gerlachovského kotla.

Ostatné miniatúrne ľadovce nemali splazy. Boli to vlastne firnové polia, tvorili sa v blízkosti snežnej čiary alebo pod ňou zo snehu nakopeného lavínami. Podobné, ale menšie firnové polia sú v Tatrách dodnes. Firnové pole v Medenej doline je asi 30 m hrubé (Obr. 2) (Lukniš, 1973a; Lukniš, 1973b).



Obrázok. 2: Firnové pole v Medenej kotline v septembri (foto: autor, 2005)

Gravitačné procesy v súčasnosti najviac modifikujú reliéf Tatier. Začali pôsobiť po deglaciácii, pretože počas zaľadnenia boli skalné steny fixované. Hrebene sú náchylné na tvorbu gravitačných trhlín. Pozdĺž trhlín dochádza k vzniku zlomísk. Murové prúdy vznikajú väčšinou v žlaboch po prívalových zrážkach, ktoré zvodnia sutinu a tá sa dá do pohybu v dôsledku gravitácie (Kapusta et al., 2010). Objem sutín napadaných do dolín na slovenskej strane Tatier sa pohybuje okolo 350 miliónov metrov kubických (Lukniš 1973a).

Vo vyššie položených častiach Vysokých Tatier prebiehajú periglaciálne procesy. Spodnou hranicou ich pôsobenia je horná hranica lesa (Jahn, 1975).

Reliéf Vysokých Tatier je prevažne reliktný, pretože ich veľhorská modelácia je pleistocénneho pôvodu (Kalvoda, 1973).

3 Pôdy Tatier a ich charakteristika

3.1 Pôdne typy

V oblasti Vysokých Tatier sa vyvinul genetický rad pôd prevažne na silikátovom podklade. V najnižších polohách sa z nich vyvinuli typické kambizeme, ktoré majú lokálne väčší obsah humusu. So vzrastajúcou nadmorskou výškou sa v pôdach zvyšuje obsah skeletu a vplyvom kyslého, prevažne smrekového odpadu, u nich dochádza k podzolizácii, t.j. k postupnému vyplavovaniu živín do nižších pôdnych horizontov, čím sa povrchovo ešte viac okysľujú. V pásme kosodreviny výrazne pribúda skeletu a ubúda jemnozeme, čo je typické pre rankrové pôdy (Pelíšek, 1973).

Na tvorbe pôd sa okrem materskej horniny zúčastňujú: lesný a trávnatý porast, reliéf terénu, klíma a mikroklima, výška hladiny podzemnej vody a hospodárske zásahy človeka (Linkeš, 1981).

Z pôdnych typov sa v Tatrách podľa Koreňa et al. (1994) zistili tieto skupiny:

- 1) Litozeme vystupujú až na najvyššie štíty a vyskytujú sa tiež roztrúsene, najčastejšie medzi vystupujúcimi pevnými horninami a ich kamenitými zvetralinami. Priestorovo nadväzujú na rankre, podzoly alebo rendziny. Subtypy: litozem silikátová, litozem karbonátová.
- 2) Rankre sú pôdy s melanickým humusovým horizontom, ktorý je hrubý 0,2 – 0,5 m (v akumuláčnych polohách svahov až 0,8 m) s vysokým obsahom skeletu. Vyskytujú sa viac alebo menej ostrovčekovite v časti Tatier budovanej horninami kryštalinika. Subtypy: ranker typický, ranker kambizemný, ranker podzolový.
- 3) Rendziny sú prevažujúcimi pôdami v skupine Osobitej, Sivého vrchu, Červených vrchov, Belianskych Tatier a na tzv. ostrovoch mezozoických hornín v Podtatranskej kotline. Subtypy: rendzina typická, rendzina litická, rendzina kambizemná, rendzina organozemná, rendzina sutinová,

rendzina rubifikovaná.

- 4) Pararendziny sa viažu na silikátovo-karbonátový substrát. Vyskytujú sa zväčša vo vylúhovanej variete. Subtypy: pararendzina typická, pararendzina kambizemná.
- 5) Čiernice sa vyskytujú na prolúviálnych hlinách vyplavených z Belianskych Tatier, preto obsahujú aj karbonátový podiel. Čiernice sa okrem nepatrných lokalít (severovýchodne od Važca) vyskytujú len v Popradskej kotline. Subtypy: čiernica typická, čiernica glejová, čiernica organozemná.
- 6) Kambizeme sú jedny z najrozšírenejších, ale veľmi variabilných pôd lesného stupňa Tatier na rozličných substrátoch. Vytvorili sa na zvetralinách nekarbonátových flyšových hornín, na niektorých silne skeletnatých častiach glacifluviálnych kuželov a na hranách riečnych terás. Subtypy: kambizem typická, kambizem dystrická, kambizem pseudoglejová, kambizem pseudoglejová kyslá, kambizem psefitická, kambizem rendzinová.
- 7) Podzoly patria spolu s kambizemami k najrozšírenejším lesným pôdam Tatier s ťažiskom rozšírenia v smrekovom vegetačnom stupni na minerálne chudobných substrátoch. Majú výrazne diferencovaný profil s hrubým nadložným organozemným horizontom humusovej formy surový moder alebo mor, pod ktorým je tenký humusoeluviálny ochrický až melanický A horizont. Subtypy: podzol typický, podzol kambizemný, podzol glejový, podzol organozemný.
- 8) Pseudogleje sú pôdnym typom s morfológickými vlastnosťami charakteristickými pre periglaciálne prírodné podmienky. Vyskytujú sa buď na polygénnych hlinách pokrývajúcich glacifluviálne sedimenty alebo častejšie priamo na zahlinených štrkopieskoch týchto sedimentov. Subtypy: pseudoglej typický, pseudoglej litozemný, pseudoglej glejový, pseudoglej stagnoglejový.
- 9) Gleje sú jedným z najhydromorfnejších pôdných typov opisovaného územia. Vyskytujú sa v trvalejšie zamokrených terénnych depresiách, v nivách vodných tokov, ale aj na svahoch v okolí výverov podzemnej

vody. Veľké areály glejov v komplexoch so pseudoglejmi sú južne od Kežmarských Žľabov, južne od Podbanského alebo od Zuberca. Subtypy: glej typický, glej organozemný.

- 10) Organozeme zahrňujú pôdy s rašelinovým diagnostickým horizontom hrubším ako 0,3 m, alebo so zrašelineným diagnostickým Th horizontom hrubším ako 0,5 m na glejovom diagnostickom horizonte.
- 11) Fluvizeme sú pôdy na aluviálnych nivách väčších vodných tokov. Ich profil pozostáva z 0,1 – 0,3 m hrubého ochrického humusového horizontu s 2 až 3 % humusu, pod ktorým sú holocénne aluviálne kalové hliny s rozličným obsahom skeletu. Subtypy: fluvizem glejová.

Pri pedologickom výskume diverzity pôd v Belianskych Tatrách sa došlo k záveru, že najčastejším pôdnym typom sú kambizeme, nie očakávané rendziny. Je to dané výskytom kambizemí aj na karbonátovom podloží. Okrem kambizemí a rendzín sa vyskytujú aj litozeme, rankre, fluvizeme a podzoly, avšak len lokálne (Račko a Bedrna, 1998).

Štruktúrne pôdy sa vyvíjajú na hrebeňových partiách účinkami mrazu. Pelíšek (1973) ich rozdeľuje na amorfné a polygonálne. Sekyra (1956) štruktúrne pôdy rozdeľuje na polygonálne, brázdené a dlaždené.

3.2 Výšková pásmovitost' pôd

Výrazne vyvinutá je výšková pásmovitost' s týmito pôdnymi zónami (Pelíšek 1973):

1. pásmo semiglejových pôd na holocénnych náplavách rieky Poprad v nadmorských výškach 660 – 700 m,
2. pásmo údolných ilimerických podzolov na sprašových hlinách v nadmorských výškach 660 – 700 m,
3. pásmo okrových lesných pôd na žulách a žulových glaciálnych uloženinách v nadmorských výškach 700 – 800 m,
4. pásmo hrdzavých lesných pôd na žulách a pleistocénnych glaciálnych uloženinách v nadmorských výškach 800 – 1100 m,
5. pásmo čokoládovohnedých lesných pôd na žulách a žulových glaciálnych uloženinách v nadmorských výškach 1100 – 1400 m,
6. pásmo horských podzolov na žulách a glaciálnych uloženinách v nadmorských výškach 1400 – 1700 m,
7. pásmo čokoládovohnedých subalpínskych drnových pôd na žulových sutinách v nadmorských výškach 1700 – 1800 (až 1900) m,
8. pásmo čiernošedých subalpínskych pôd (drnových) na žulových sutinách v nadmorských výškach 1900 – 2000 m,
9. pásmo kamenitých a balvanovitých žulových sutín v nadmorských výškach 1700 – 2200 m,
10. pásmo skál v nadmorských výškach 1800 – 2200 m.

4 Hydrologické pomery

4.1 Vodné toky

Oblasť Tatier je rozdelená do dvoch úmorí – Čierneho a Baltského mora. Hlavná európska rozvodnica, ktorá oddeľuje tieto úmoria, prichádza zo severu na hlavný hrebeň Západných Tatier a pokračuje po hlavnom hrebenei Vysokých Tatier až po Čubrinu. Odtiaľ sa stáča na juh, pokračuje cez Kôprovský a Štrbský štít na Triumetal. Potom klesá hrebeňom Soliska na západný okraj Štrbského plesa a ďalej až na rozhranie Liptovskej a Spišskej kotliny. Z vysokotatranskej oblasti patrí do úmoria Čierneho mora povodie Bieleho Váhu a Belej. Prevažná časť Vysokých Tatier patrí do úmoria Baltského mora, prítoky z južnej strany tvoria rieku Poprad, severnú stranu odvodňuje Bialka do Dunajca (Vološčuk et al., 1994).

Výrazné sprehybanie sa hlavného hrebeňa Tatier, vyvolané horotvornými pochodmi, podmienilo vznik dvoch základných, zásadne odlišných typov riečnej siete. V každom z troch prenutí horského chrbta vzniklo väčšie povodie s dobre rozvinutou sieťou prítokov. Sú to povodia Čierneho Dunajca, Belej a Bialky. Na svahoch k juhu obrátených vyklenutiach pohoria vzniklo mnoho úzkych a pretiahnutých povodí s veľmi jednoduchou riečnou sieťou. Priemerná hustota riečnej siete všetkých oblastí je viac-menej rovnaká. Na 1 km² plochy pripadá jeden kilometer vodného toku. Vďaka klimatickým podmienkam majú rieky režim odtoku prechodne snehový alebo snehovo-dažďový. Najvyššie prítoky sú zaznamenané v máji, u niektorých podhorských riek už v apríli. Podružné maximum je v lete. Vďaka vysokým úhrnom zrážok a veľkým sklonitostiam reliéfu priemerný špecifický odtok presahuje 40 l.s⁻¹.km⁻² (Konček, 1974).

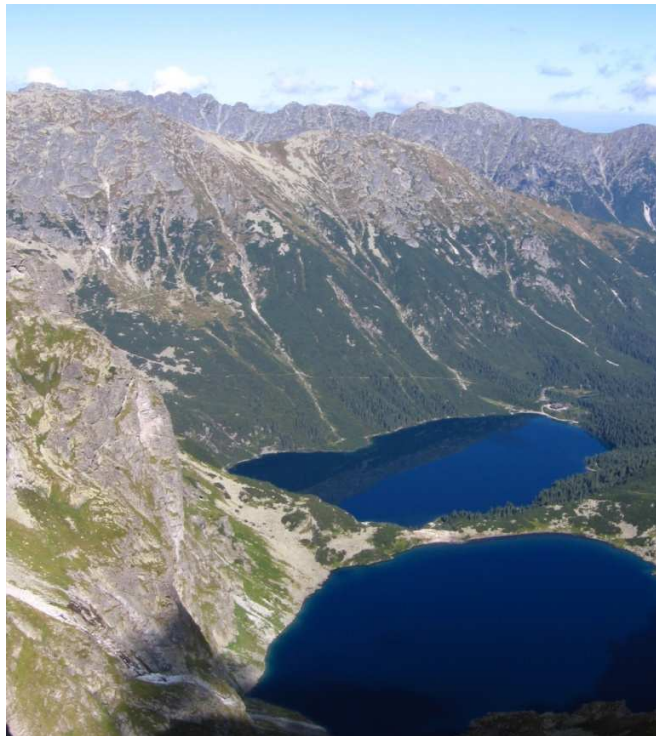
4.2 Stojaté vody

Ľadovcové jazerá Tatier, vznikli počas ústupu würmského glaciálu. Delia sa na karové plesá - voda vypĺňa ľadovcové kary vyhlbené v kompaktnom skalnom dne doliny, a na hradené (morénové), ktoré vznikli po roztopení ľadovca za jeho čelnou, príp. aj bočnými morénami, ktoré bránia odtoku vody. Časté sú aj kombinácie karových a hradených plies. Tiché pleso v Širokej doline ako jediné vzniklo krasovou činnosťou po zrútení stropu jaskyne (Lukniš, 1973b).

Zo všetkých plies je viac než sto trvalých s charakterom jazier. Na slovenskej strane Vysokých Tatier sa nachádza 87 a na poľskej 48 plies. Z nich sa však niektoré menšie a plytké, stratia už krátko po roztopení snehu alebo koncom leta alebo na jeseň. Celková plocha všetkých plies je takmer 3 km² a celkový objem asi 12 mil. m³ vody. Plesá sú postupne zanášané erodovaným horninovým materiálom, ktorý do nich transportuje zrážková voda. Týmto spôsobom už zaniklo Lievikové pleso v Skalnatej doline. Likvidačný účinok na nižšie položené plesá v montánnom stupni má rozrastajúca sa vegetácia, hlavne rašeliník, ktorý spôsobil zánik Slepého plesa, ale aj ďalších. Náhly zánik morénových plies môže zapríčiniť porušenie tesnosti hradiacej morény. To sa môže stať v dôsledku vodného prívalu, zosuvom podmočených bočných strání a stien do plesa alebo postupným eróznym prehlodávaním sa odtoku cez morénu až do úplného odtečenia obsahu plesa. Toto postihlo v minulosti pravdepodobne najväčšie tatranské pleso, po ktorom zostala asi 60-hektárová panva s rašeliniskom a ním pretekajúcim Studeným potokom. Plesá svojim akumuláčnym priestorom zadržávajú vodu a vyrovnávajú povrchový aj podpovrchový odtok. Ich hladinový rozdiel kolíše v čase maxima a minima v priemere o 30 až 80 cm. Čistota vody je vďaka nízkemu obsahu rozpustných minerálov vysoká. Teplota plies - okrem nižšie položených či plytkých - nepresahuje ani v lete 15 °C. Hlbšie ako 1 m sa voda slabo prehrieva a teplota dosahuje len 4 až 6 °C. V zimných mesiacoch sa na všetkých plesách vytvára ľadová pokrývka hrubá 40 - 60 cm. Ľad sa v závislosti od nadmorskej výšky, expozície a zatienenia topí od mája do augusta. V septembri rozmŕzajú i Zmrzlé, Zamrznuté a Ľadové pleso (Pacl,

1973).

Prítoky plies sú väčšinou podpovrchové, niektoré majú aj povrchový prítok, napríklad Popradské pleso. Plesá s povrchovým odtokom sú pre vodné živočíchy vhodnou migračnou cestou (Lellák a Kubíček, 1991).



Obrázok 3: Morské oko (vzdialenejšie) a Czarny Staw pod Rysami zo Žabieho koňa (foto: autor, 2006)

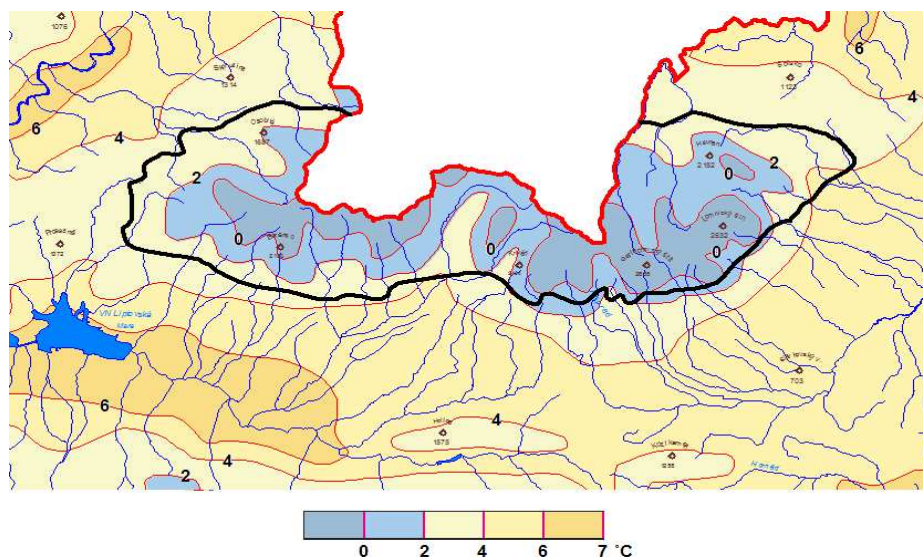
Podľa veľkosti je najväčším jazeromna slovenskej strane Vysokých Tatier Veľké Hincovo pleso s rozlohou 20,08 ha a hĺbkou 53 m. Celkovo v Tatrách je najväčšie Morské oko s variabilnou rozlohou 34,54 - 34,92 ha, hĺbkou 50,8 m, dĺžkou 862 a šírkou 566 m (Obr. 3). Najvyššie položeným jazerom je Modré pleso v Malej Studenej doline (Dolinka pod Sedielkom) vo výške 2192 m n. m. Vo výške 2207 m n.m. je v Malej Studenej doline Baranie pliesko, ktoré je však nestále. Najnižšie položené na slovenskej strane sú Rakytovské plesá vo výške 1307 m n. m., celkovo najnižšími sú Toporowe staw na poľskej strane v nadmorskej výške 1100 m n. m (Gregor a Pacl, 2005).

4.3 Podzemné vody

Podstatnú časť územia Tatier budujú horniny kryštalinika (Gorek a Kahan, 1973). Hustá sieť tektonických puklín v masíve granodioritov Vysokých Tatier priamo ovplyvňuje priepustnosť tohoto komplexu. V celom masíve sa nachádza množstvo puklinových prameňov s výdatnosťou do 2 l/s, ojedinele s výdatnosťou do 15 l/s. Väčšina podzemných vôd kryštalinika Vysokých Tatier je koncentrovaná a vyviera na tektonickom styku granodioritvého masívu s paleogénom Popradskej a Liptovskej kotliny (Hanzel, 2003).

5 Klimatické podmienky

Dnešná klíma Vysokých Tatier je výrazne kontinentálna s typickými črtami vysokohorského podnebia. Teplota klesá so stúpajúcou nadmorskou výškou teoreticky o 0,6°C na 100 metrov. Najteplejší je júl, kedy je priemerná teplota v Starom Smokovci 14,3 °C, na Štrbskom Plese 12,2 °C a na Lomnickom štíte 3,8°C. Priemerné ročné teploty sú v Starom Smokovci 4,7 °C, na Štrbskom Plese 3,2 °C a na Lomnickom štíte -3,7°C (Konček et al., 1973)



Mapa č.1: Priemerné ročné teploty (Atlas krajiny Slovenskej republiky, 2002)

Celé územie Tatier je súčasťou chladnej klimatickej oblasti. Tá sa delí na tri obvody podľa priemernej júlovej teploty, hraničné teploty sú 10 a 12°C. Teplota vzduchu s nadmorskou výškou spravidla klesá, podobne i jej ročná amplituda, naproti tomu relatívna vlhkosť vzduchu v horských oblastiach sa mení s výškou nepravidelne. Charakteristickým znakom teplotných pomerov horských oblastí sú inverzie (vzrast teploty vzduchu s nadmorskou výškou). (Smolen a Ostrožlík, 1994).

Ročný úhrn zrážok dosahuje 1200 - 1700 mm, takmer polovica má

podobu snehu, ktorý sa v alpskínskome pásme udržiaa 7 - 8 mesiacov. Najviaa zrážok pripadá na júl a oblasane na Veľkú Studenú dolinu (Konček, 1974, Smolen a Ostrožlík, 1994).

Prevládajú západné a juhozápadné vetry. Smer vetra je však veľmi ovplyvnený reliéfom. Napríklad Javorina má výraznú prevahu severných a južných vetrov, v porovnaní so západno-východným prúdením na väčšine územia, z dôvodu tvaru Javorovej a Bielovodskej doliny. Lomnický štít (Obr. 4), kde je ovplyvňovanie smeru vetra reliéfom relatívne najnižšie, má prevládajúce vetry západné, severozápadné a severné (Konček et al., 1973).



Obrázok 4: Lomnický štít (vpravo) s meteorologickou stanicou (foto: autor, 2009)

Veľký výškový rozsah Tatier a značná členitosť terénu podmieňujú podstatné rozdiely vo výskyte a trvaní podnebných prvkov (slnečný svit, oblačnosť, teplota vzduchu, zrážky, atď.) v jednotlivých výškových stupňoch (Andráši et al., 1991).

Trend vývoja priemernej teploty je podľa meraní na Skalnatom plese rastúci, obdobie 1991 – 2009 vykazuje priemernú ročnú teplotu o 0,8 °C vyššiu ako obdobie 1951 – 1980. Najteplejším rokom bol rok 2005 (Luczy, 2010).

Podľa Niedzwiedza (1992) zaznamenali priemerné ročné teploty v období 1968 – 1982 výrazný pokles. Dôvodom boli kratšie obdobia slnečného svitu.

Klimatická stanica	nad. výška (m)	Priemerný úhrn zrážok v mm za obdobie 1951-1980												Rok
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Štrbské Pleso	1360	63	60	60	67	91	122	129	95	71	63	71	73	962
Poprad. Pleso	1530	73	83	87	81	131	171	184	150	105	89	90	75	1319
Vyšné Hágy	1140	60	42	53	51	77	122	124	87	72	53	57	66	864
Skalnaté Pleso	1778	67	60	69	84	127	198	210	155	96	85	79	76	1305
Javorina	1014	52	53	59	86	124	186	187	152	95	75	67	61	1195
Tatr. Lomnica	832	37	36	38	55	83	119	119	92	61	55	55	43	793

Tabuľka 1: Priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok v období 1951 - 1980. (Ondruš et al. 2003)

6 Biogeografická charakteristika

6.1 Fytogeografia

Rastlinstvo Západných a Východných Tatier tvorí jeden fytogeografický okres Tatry. Medzi jednotlivými územiaми sú však značné rozdiely, hlavne na rozhraní Vysokých a Belianskych Tatier (Futák, 1975).

Podokres Vysokých Tatier je tvorený hlavne granitoidnými horninami s ostrovčekmi vápencov medzi Javorovou a Bielovodskou dolinou (Gorek a Kahan, 1973). Vysoké Tatry predstavujú najvyššie priestory Tatier, a práve tu sa najhojnejšie vyskytuje borovica limba (Anráši et al. 1991). Aj samotná horná hranica lesa v týchto miestach vystupuje najvyššie, priemerne do 1 580 m n. m.. Druhmi rastúcimi len v tomto podokrese sú trávnička alpínska (*Armeria alpina*), iskerník trpasličí (*Ranunculus pygmaeus*), rožec jednokvetý (*Cerastium uniflorum*) (Marhold a Hindák, 1998).

Na území TANAP-u rozoznávame stupeň smrekových lesov (800 - 1500 m n.m.), stupeň kosodreviny (1500 - 1800 m n.m.), stupeň hôľny (1800 - 2300 m n.m.) a subniválny stupeň (nad 2300 m n.m.) (Maglocký, 2002).

K odstraňovaniu lesa dochádzalo v najnižších polohách hlavne za účelom rozširovania poľnohospodárskej pôdy, pri hornej hranici lesa dochádzalo zase k odstraňovaniu kosodreviny prevažne vypaľovaním za účelom zväčšovania plôch pasienkov. Pastierstvo považuje Plesník (1971) v zhode s Boltižiarom (2007) za jeden s najvýznamnejších faktorov pri znižovaní hornej hranice lesa.

6.2 Zoogeografia

Územie TANAP-u predstavuje v rámci Karpát izolovaný výbežok so zvláštnou faunou s väzbami na vysokohorský charakter územia. Po deglaciácii Tatier zostáva niekoľko živočíšnych druhov severského pôvodu, z ktorých tu niektoré dosahujú najjužnejšiu hranicu svojho rozšírenia. Mnohé druhy vznikli v svojráznych podmienkach ako endemické druhy Tatier alebo endemity z karpatskej oblasti (Vološčuk et al., 1994).

Medzi významné reliktné druhy patria najmä: žiabronôžka arktická (*Branchinecta paludosa*), d'ubník trojprstý (*Picooides tridactylus*), pôtik kapcavý (*Aegolius funereus*), orešnica perlavá (*Nucifraga caryocatactes*), drozd kolohrivý (*Turdus torquatus*), piskor vrchovský (*Sorex alpinus*), myšovka vrchovská (*Sicista betulina*). Z endemických druhov a poddruhov tu žijú: hraboš snežný (*Microtus nivalis*), hrabáč tatranský (*Pitymys tatricus*). Z charakteristických a typických vysokohorských druhov živočíchov sú zastúpené aj niektoré karpatské endemity. Najviac ich je v subniválnom a alpínskom stupni. Z významných treba uviesť tieto: kamzík vrchovský (*Rupicapra rupicapra* subsp. *tatica*), svišť vrchovský (*Marmota marmota*), z vtákov murárik červenokrídly (*Tichodroma muraria*) a orol skalný (*Aquila chrysaetos*), z plazov jašterica živorodá (*Lacerta vivipara*) a niektoré druhy hmyzu. V hlbokých lesoch žije medveď hnedý (*Ursus arctos*), rys ostrovid (*Lynx lynx*), mačka divá (*Felis silvestris*), kuna skalná (*Martes foina*). Medzi najrozšírenejšiu poľovnú zver patrí jeleň obyčajný (*Cervus elaphus*) (Ponec a Mihálik, 1981).

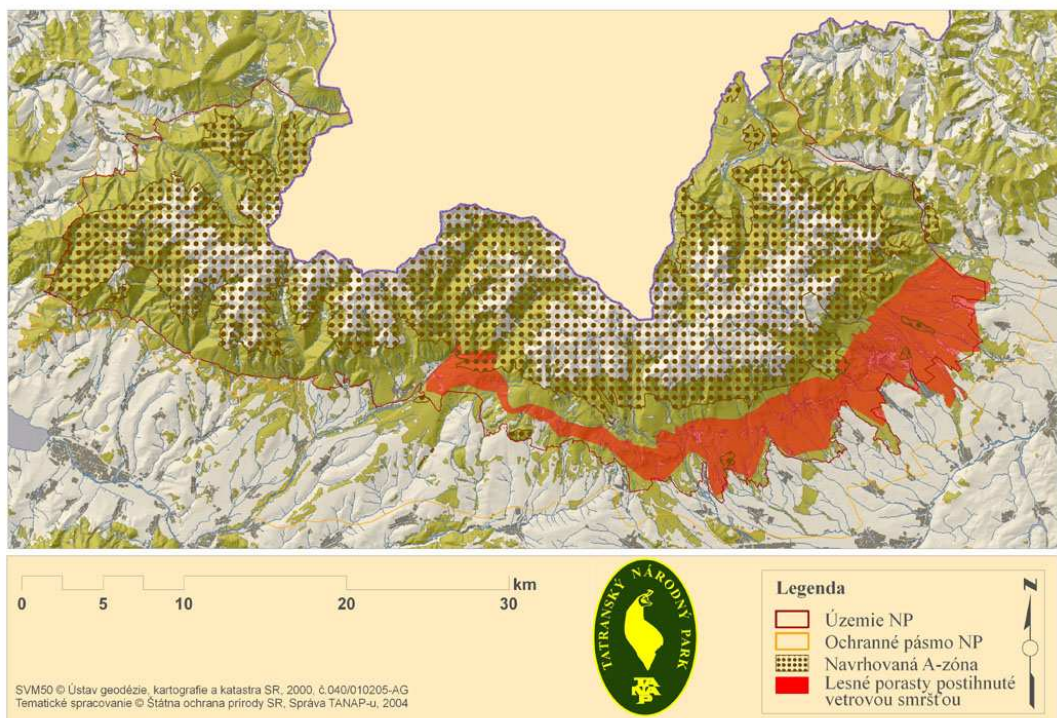
7 Ochrana prírody a geoekológia

Územná ochrana vo Vysokých Tatrách má dlhú históriu. Národný park v slovenskej (resp. vtedy v československej) časti Tatier TANAP vznikol 1.1. 1949 ako prvý v Československu. Pôvodne však nemal súčasnú rozlohu, mal rozlohu 510 km² - nezahrňoval Západné Tatry, tie boli len v jeho ochrannom pásme. Na poľskej strane vznikol Tatrański park narodowy (TPN) o päť rokov neskôr. TANAP sa o Západné Tatry rozšíril v roku 1987 a jeho plocha sa zväčšila na 730 km² (Kele a Lučanský, 2005) Pre územie národných parkov Slovenska platí 3. stupeň ochrany, pre ochranné pásmo 2. stupeň ochrany. Vyššie polohy Vysokých Tatier však majú v skutočnosti 5. (najvyšší) stupeň ochrany, pretože doliny sú súčasne národnými prírodnými rezerváciami (Zákon ochrane prírody a krajiny, 2010). TANAP bol v roku 1993 vyhlásený za biosférickú rezerváciu.

Aktuálnym problémom je návrh zonácie národného parku z roku 2006, obmenený 2010. Je kritizovaný odbornou aj laickou verejnosťou, pretože zo zóny C (3. stupeň ochrany) predpokladá vyňatie zóny Cr na podporu cestovného ruchu, kde by bola ochrana nižšia. Piaty stupeň ochrany by platil v zóne A. Plesník (2009) s navrhovanou zonáciou TANAP-u nesúhlasí. Ostro kritizuje hlavne možnosť rozširovania zjazdových tratí, čo spôsobí postupné odumieranie lesa.

Jednou z najčastejšie rozoberaných vysokotatranských tém je v posledných rokoch veterná kalamita z novembra 2004. Kalamitou všeobecne rozumieme nepriaznivý stav spôsobený nedostatkom alebo prebytkom alebo poškodenie prírodnými živlami. Z prírodných živlov najviac katastrof spôsobujú extrémny počasie, pokiaľ ide o lesy, najrozsiahlejšie škody spôsobuje práve vietor, menej sneh, námraza a lokálne lavíny (Olšavská et al., 2008). Nejedná sa o prvú známu kalamitu, podľa Ferenčíka (2006) postihli Tatry kalamity aj v rokoch 1925, 1928 a 1941, podľa Koreňa (2005) za posledných 100 rokov prebehlo až 14 vetrových kalamít. Za obeť každej z nich padlo 10 000 - 300 000 m³ dreva. V novembri 2004 to bolo mnohonásobne viac - až 3,5 mil m³. Postihnutou oblasťou bol pás široký 2 - 5 km a dlhý približne 30 km, ktorý sa rozprestiera na južnom

svahu Tatier od Podbanského po Tatranskú kotlinu (Mapa 2). Príčinou bol silný padavý vietor, ktorý dosahoval rýchlosti v nárazoch až 230 km/h. Spornou zostáva otázka: „Je rozsah kalamity spôsobený do istej miery zlou druhovou a vekovou stavbou porastov?“. Zo zhrnutí prieskumov Koreňa (2005) však vyplýva, že vietor si vôbec nevyberal len smrekové monokultúry vysadené pred 80 rokmi. Nepostihol porasty pod hornou hranicou lesa vo výške nad 1200 m n. m. Väčšina postihnutého územia boli smrekové porasty s rozličným primiešaním smrekovca, borovice, jedle, jarabiny, osiky, brezy, jelše a iných drevín. Výskumy určite netvrdia, že drevinové zloženie Tatier je vhodné, ale konštatujú, že nárazom vetra by s najväčšou pravdepodobnosťou neodolal ani prirodzený les (Koreň, 2005).



Mapa č.2: Oblasť postihnutá veternou kalamitou (ŠOP SR, 2004)

8 Diskusia

Za posledných 40 rokov bolo publikované množstvo literatúry zaoberajúcej sa Vysokými Tatrami. Jedná sa o monografie a články v odborných časopisoch. Vzhľadom na to, že Vysoké Tatry sa nachádzajú na slovensko-poľskej, resp. bývalej československo-poľskej hranici, väčšina výskumov je slovenských, poľských a českých. Paradoxné je, že napriek tomu, že poľská časť Vysokých Tatier je výrazne menšia, najviac publikovaných prác je práve od poľských autorov.

Významným zdrojom vedeckých poznatkov sú Zborníky prác o Tatranskom národnom parku. Vychádzajú od roku 1967, aktuálne pod zmeneným názvom „Štúdie o TANAP-e. Fyzickej geografii je venované číslo 15 z roku 1973, ktoré sa venuje geologickej stavbe, vývoju reliéfu, pôdnou, hydrologickou a klimatickou charakteristikou. Fyzickogeografické články sa v novších číslach zborníkov, resp. štúdií, vyskytujú sporadicky. Častejšie sú témy lesnícke, botanické, prípadne zoologické, historické a iné.

Vološčuk et al. (1994) tiež podrobne rozoberá jednotlivé sféry krajiny, na rozdiel od Zborníku č. 15 sa venuje aj rastlinstvu. Fyzickogeografická charakteristika územia Vysokých Tatier tvorí aj súčasť monografií Plesníka (1971) a Lukniša (1973a).

Fakt, že v závere sledovaného obdobia vychádza menej monografií a Štúdie o TANAP-e sa venujú fyzickej geografii len okrajovo, neznamená, že počet výskumov klesá. Sú publikované v slovenských, českých a poľských odborných časopisoch (z ktorých mnohé na začiatku sledovaného obdobia neexistovali), ale aj v zahraničných, ktoré síce existovali, ale publikovanie v nich bolo z hľadiska politicko-spoločenských pomerov nemožné (napr. Geografiska Annaler).

Janiga a Zámečníková (1998) tvrdia, že efektívnosť výskumov je znižovaná formálnym kompetenčným sporom o začlenenie výskumnej stanice v systéme štátnej správy. Ministerstvo pôdohospodárstva SR ani Ministerstvo životného prostredia SR totiž nezaraďujú výskumnú stanicu v Tatrách do svojich

výskumných štruktúr, ale do administratívnych podnikov (Štátne lesy TANAP-u, resp. Správa národných parkov), ktoré majú iné priority i štruktúru ako výskumné ústavy. Napriek tomu podľa Michalíka (2003) v poslednom období výrazne pokročil geologický a geomorfologický výskum a prináša pozoruhodné výsledky.

Pri zostavení Prehľadu geologického vývoja a stavby Vysokých Tatier (Gorek a Kahan, 1973) vychádzajú autori z vlastných starších prác, z výskumov slovenských geológov Andrusova (1935, 1958), Kantora (1959) a ďalších, ale hlavne z prác mnohých poľských geológov publikovaných v 1. polovici 20-teho storočia.

Z novších poznatkov vyplýva, že súčasný zdvih územia, ktorý je stále aktívny a na južnej strane Tatier dosahuje 8 mm ročne, začal len pred 10 -15 mil rokmi (Kováč et al., 1994). Výzdvihu predchádzalo usadenie súboru zlepencov, pieskovcov a ílovcov spod ktorého sa masív Tatier vynára. Podľa Sotáka a Stareka (1999) sa tieto horniny v panvách usadili počas eocénu a oligocénu. Vhľadom na to, že je to podstatne neskôr než sa uvádza v ostatných centrálokarpatských panvách tohto veku, môže byť výsledok výzvou pre revíziu poznatkov o paleogeografickom vývoji.

Zaľadnenie, ktoré najvýraznejšie ovplyvnilo súčasný vzhľad pohoria, prebehlo opakovane. Podľa Lukniša (1973a) minimálne tri krát. Uvažuje o piatich fázach, ale spojitosť glacifluviálneho materiálu so zaľadnením sa v tom čase nepodarilo dokázať. Za najrozsiahlejší považuje predposledný glaciál - Riss. Výskum Lindnera et al. (1993) však tvrdí, že glaciálnych fáz bolo najmenej osem. Prvé tri z nich predstavovali málo vyvinuté karové ľadovce, ktoré nezachovali žiadne morény. Pri výskume maximálneho rozsahu zaľadnenia sa autori zhodujú na tom, že najdlhším a súčasne najmohutnejším bol ľadovec v Bielovodskej doline počas fázy Riss, resp. Riss I, napriek tomu, že viac zaľadnená bola južná strana pohoria z dôvodu asymetrického vrásnenia (Lukniš 1973a, Lindner et al. 1993). V niektorých dolinách však majú ľadovce wümského glaciálu rozsah porovnateľný s risskými a miestami ho dokonca prekračujú (Lindner et al.,

2003). Pri geochronologickom meraní sa zistilo, že posledné zaľadnenie v Tatrách malo najväčší rozsah pred cca 25 000 rokmi, čo zodpovedá priebehu würmského zaľadnenia v rakúskych Alpách (Baumgart-Kotarba a Kotarba, 1997).

Nad hornou hranicou lesa prebiehajú periglaciálne procesy. Príkladom sú polygonálne pôdy. Ich veľké formy, ktoré sa nachádzajú napr. v Lúčnom sedle alebo vo Velickej doline, sa považujú za fosílné (Sekyra, 1956). Naopak malé formy sa tvoria aj v súčasnosti. Podľa Lukniša (1973a) sa vo Vysokých Tatrách častejšie vyskytujú lysinové pôdy, girlandové pôdy, soliflukčné náteky a tufury.

Príkladom geomorfologických prác, ktoré sa objavujú až od 90-tych rokov je výskum permafrostu. Dobinski (1998 a 2004) identifikoval nesúvislý permafrost vo výškach nad 1930 m n. m. Pri porovnaní s pohoriami Južných Karpát a Balkánu považuje Tatry za najviac preskúmané. Vzhľadom na nižšiu geografickú šírku týchto pohorí určuje spodnú hranicu výskytu vyššie. V rumunských Karpatoch sa jedná o pohoria Fagaraš, Retezat a Apuseni. V bulharských pohoriach na základe merania teplôt predpokladá existenciu permafrostu v Rile, nepredpokladá v pohorí Vitoša. Extrapoláciou výškovej hranice uvažuje aj o permafroste vo vrcholových častiach masívu Olymp (Dobinski, 2005). Podľa Gądeka a Kędziu (2008) snehová pokrývka v Tatrách podložie väčšinou dostatočne neizoluje, záleží na jej hrúbke. Preto nesúvislý výskyt permafrostu existuje na severných svahoch.

Najdynamickejšou formou vývoja reliéfu sú v súčasnosti skalné rútenia a sutinové prúdy (Hreško et al., 2005).

Geomorfologický výskum vo Veľkej Studenej doline odhaľuje zaujímavý výsledok – vyvracia tvrenie, že do zemetrasenia v roku 1662 bol Slavkovský štít o 300 m vyšší. Vzhľadom na svoju momentálnu výšku 2452,4 m n. m. by to znamenalo, že bol vyšší ako najvyšší vrchol Vysokých Tatier Gerlachovský štít (2654,4 m n. m.). Táto nesprávna informácia sa uvádza v turistických sprievodcoch a populárne-náučnej literatúre. Autori tejto fámy nesprávne

klasifikovali postglaciálne formy ako formy skalného rútenia (Kędzia a Rączkowska, 2008). Skalné rútenie spôsobené zemetrasením mohlo byť jedine na Vareškovom pilieri, v masíve Slavkovského štítu, nie na vrchole (Kędzia a Rączkowska, 2008).

Popis pôdotvorných faktorov a skupín pôdných typov zostavil vo svojej práci Pelíšek (1973), pričom použil vlastný klasifikačný systém. Pri neskoršej klasifikácii tatranských pôd sa autori (Koreň, Linkeš, Bublinec in Vološčuk et al., 1994) opierajú o Morfogenetický klasifikačný systém pôd ČSSR (Hraško et al., 1987). Systém je chápaný ako referenčný, pretože na jednotnej báze zlučuje klasifikačné systémy poľnohospodárskych a lesných pôd. Tento systém obsahuje aj subtypy pôdných typov podľa zrnitosti. Aktuálnejší systém veľkého kolektívu pedológov (Šály, 2000) sa v pôdných typoch zásadne neodlišuje.

Základné informácie o pôdných typoch Tatier možno tiež určiť z Atlasu krajiny Slovenskej republiky (2002), avšak nie veľmi presnú, pretože mapa je značne generalizovaná, navyše vychádza zo starších pedologických mapovaní a legenda nezodpovedá súčasnému klasifikačnému systému.

Klimatológia v Tatrách predstavuje na začiatku sledovaného obdobia pravdepodobne jedinú vednú disciplínu, v ktorej sa uskutočnila výrazná medzištátna spolupráca. Viedla k vydaniu rozsiahlej monografie Klíma Tatier (Konček 1974), z ktorej vychádza väčšina prác na túto tému až do súčasnosti. Meteorologickým a klimatologickým výskumom sa zaoberajú napr. pracovníci Výskumnej stanice TANAP-u v Tatranskej Lomnici a meteorologického oddelenia GFÚ SAV v Starej Lesnej. Najdiskutovanejšími sa v posledných rokoch stali témy súvisiace s veternou kalamitou z roku 2004 a klimatickými zmenami (Fleischer et al., 2005).

Významná časť výskumov z oblasti hydrológie je zameraná na limnológiu, tj. stojaté vody. Tieto práce sú často zamerané na biológiu a chemizmus plies. Chemizmus plies začína byť predmetom výskumu až v 60-tych rokoch 20-teho

storočia, predtým sa skúmali hlavne faunisticky a flóristicky. Zistilo sa, že zvyšovaním navštevnosti ubytovacích zariadení na brehoch sa zvyšuje znečistenie amoniakom (Juriš et al. 1965). Na porovnanie iných znečistení však chýbali údaje v dlhšom časovom horizonte.

Dlhodobým meraním pH sa zistila zvyšujúca sa acidifikácia plies v dôsledku kyslých dažďov a následne pokles acidifikácie v 90-tych rokoch. (Kopáček et al. 1998, Stuchlík et al., 2006). Na tento jav má vplyv hlavne zníženie priemyselnej výroby a odsírenie teplární a elektrární. Podľa Bitušíka et al. (2006) sa chemizmus plies vrátil do stavu z predindustriálneho obdobia, avšak návrat živočíchov (rekolonizácia) bola v tom období len v iniciálnej fáze.

Odlišujú sa aj názory na vznik a vývoj Štrbského plesa. Označenie tohto jazera za morénové poopravuje Lukniš (1973a) na výtopiskové, pretože jazerná panva nevznikla nasypáním čelných morén Mlynickým ľadovcom, ale zosadnutím morénových sutín na mieste, kde sa roztápala asi 80 metrov hrubá kryha mŕtveho ľadu. Pre vodu priepustné morénové sutiny tvoria preto nielen hrádze, ale aj dno jazera. Zadržanie vody v takto vzniknutej panve bolo umožnené jej postupným utesňovaním produktmi zvetrávania. Teóriu postupného vzniku síce nikto nepopiera, ale súčasné výskumy dopĺňajú, že posledné stúpnutie hladiny muselo byť veľmi intenzívne a náhle. Preto Štrbské pleso na rozdiel od okolitých jazier, ktoré sú takmer úplne zarastené, proces zazemňovania nepostihol (Kráľ, 2006).

Krajinná ekológia je relatívne mladým vedným odborom, ktorý sa zaoberá štruktúrou a priestorovým rozložením krajinných zložiek a biomasy, tokom energie a informácií medzi organizmami a prostredím a medzi organizmami navzájom ako v priestore, tak i v čase (Forman a Godron, 1993). Asi najvýznamnejšia interakcia medzi neživou zložkou prírody a organizmami sa udiala v 20-tom storočí, keď spádmi emisií z ovzdušia sa tatranská príroda acidifikovala a eutrofizovala (Gasiorowski a Sienkiewicz 2010). Tento jav sa študoval hlavne na plesách pozorovaním chemizmu vody (Kopáček a Stuchlík, 1991) a porovnávaním priameho alebo nepriameho (v sedimente)

organizmálneho zastúpenia (Bitušík et al., 2010, Gasiorowski a Sienkiewicz, 2010, Kamenik et al., 2005). V prostredí s pH pod 5 sa už vyskytuje len malé množstvo organizmov. Jedným z významných organizmov, ktorý nízke pH vyhovuje je rašelinník (*Sphagnum*), ktorému sa v tomto prostredí darí a postupne zarastá niektoré plesá (Pacl, 1973).

Emisný spád však neovplyvnil len jazerné spoločenstvá, zvýšené množstvo oxidu siričitého a oxidov dusíka splavovaných dažďami výrazne ovplyvnilo aj pôdne vlastnosti (Kopáček et al., 2004, Kopáček et al., 2006), na ktorých závisia mikrobiálne spoločenstvá a vyššie rastliny. Kopáček et al. (2006) zistili, že mikrobiálne spoločenstvá alpínskych lúk, čo do množstva viazaného dusíka a rýchlosti mineralizácie uhlíku odpovedajú mikrobiálnym spoločenstvám v nížinných spoločenstvách. Navyše sú schopné fixovať až 3x viac uhlíku ako mikrobiálne spoločenstvá v smrekovom lese. Tým sa stávajú dôležitou súčasťou ekosystému vo vysokých nadmorských výškach (Kopáček et al., 2006). Táto štúdia však bola prevedená v období po čiastočnej revitalizácii pôd po acidifikácii. Je však známe, že pôdy v smrekovom lese majú nižšie pH ako iné lesné pôdy, tým sa znižuje nielen biomasa, ale hlavne druhová diverzita týchto spoločenstiev. Acidifikácia však nie je len o znižovaní pH, ale aj o vyplavovaní kationov vápnika, horčíka, draslíka a sodíka do spodných pôdnych horizontov a naopak uvoľnení trojmocného kationu hliníka z granitového podložia do pôdneho roztoku. Kationy hliníka sú toxické a bránia rastu koreňových vláskov smreku. To môže spôsobiť slabšiu odolnosť voči častým silným vetrom v tomto území (Fleischer et al., 2005). Kyslé dažde okrem zhoršených pôdnych podmienok spôsobujú opad ihličia. Odhaduje sa, že majú za následok 10 - 30% odumierania smrekových porastov. Opad ihličia však nie je hlavnou príčinou odumierania smrekov. To spôsobuje fragmentácia porastov a vystavenie kmeňov stromov intenzívnemu slnečnému osvetlu - stresovému faktoru, ktorý má potom za následok zníženú odolnosť voči napadnutiu kôrovcom. Čo vedie k pozitívnej spätnej väzbe a zväčšujúcej sa defragmentácii porastu. Navyše k tomu prispieva i suché obdobie a príliš vysoké jarné a letné teploty (Fleischer et al. 2005). Súborná práca Bytnerowicz et al. (2003), spracovala ako porovnanie efektu

oxidov dusíka a oxidu siričitého na smrekové porasty, tak aj vplyv ozónu na smrekové porasty. V Tatrách sa vyskytuje zvýšené množstvo už spomínaných emisných plynov, ale aj ozónu, ktoré môžu ovplyvniť odolnosť voči škodcom. Aj keď Fleischer et al. (2005) potvrdil vplyv emisií na odolnosť smrekových porastov, u ozónu nezaznamenal vplyv na smrek. Ozón spôsoboval degeneráciu častí stromov ako breza, vrba, či borovica limba na smreku však nezanechával viditeľné poškodenia. Bytzerowicz et al. (2003) svoje tvrdenia nepodkladá žiadnou štúdiou, odkazuje sa len na dlhotrvajúci výskum - je to akási predštúdia na spoluprácu zahraničných pracovísk pri príprave odborných článkov.

Vďaka mnohým limnologickým prácam sa zistilo, že chemické parametre plies sa v priebehu 20-tich rokov zlepšili a u väčšiny jazier sa pH zvýšilo nad 5, čo viedlo k znovu znovuosídleniu týchto ekosystémov (Stuchlík et al., 2006). Vplyv acidifikácie bol z počiatku skúmaný hlavne na vodných biotopoch, v súčasnosti už začínajú vznikať práce zaoberajúce sa vplyvom na pôdu a hlavne jej mikrobiálnu zložku (Kopáček et al., 2006).

Ako vyplýva z predchádzajúcej diskusie, krajina Tatier je v súčasnosti významne ovplyvňovaná antropogénnymi činiteľmi. Podtatranská kotlina je osídlená už v praveku, ale samotné územie Tatier začína byť obývané až v 16-tom a 17-tom storočí za účelom drevorubačstva a pastierstva (Kollár et al., 1998). Počas obdobia posledných cca 40 rokov boli už poľnohospodárske aktivity utlmené. Pastierstvo bolo v TANAP-e zakázané v roku 1955. Najvýznamnejšími antropogénnymi zmenami územia sa stáva zväčšovanie intravilánu obcí, budovanie komunikácii a dopravných zariadení (Boltižiar 2007,).

Najkontroverznejšou a mediálne najznámejšou témou súčasného vplyvu človeka na prírodu Tatier je návrh zonácie národného parku, proti ktorému protestuje odborná i laická verejnosť, mimovládne organizácie, Správa TANAP-u aj Štátne lesy TANAP-u. Pri návrhu zonácie by sa malo zabrániť fragmentácii území s vyšším stupňom ochrany.

9 Záver

Cieľom bakalárskej práce bolo vytvoriť fyzickogeografickú charakteristiku prírodného prostredia Vysokých Tatier a z rôznych uhlov zhodnotiť výskumy za posledných cca 40 rokov.

Z množstva publikovaných prác sa dá predpokladať, že Vysoké Tatry sú vzhľadom na svoju relatívne malú rozlohu najviac skúmaným územím Slovenska aj Poľska, tvoria totiž necelé 1% územia Slovenska.

V rámci niekoľkých krajinných zložiek došlo k posunu v poznatkoch. Ide napríklad o počet a rozsah zaľadnení a zaznamenanie výskytu permafrostu.

Prekvapivým zistením je fakt, že najmenej sa fyzická geografia venuje hydrológii, resp. množstvo prác o vodstve Tatier sa venuje biológii a nemožno ich úplne označiť za geografické.

Práca pomohla autorovi k získaniu prehľadu a orientácie v literatúre týkajúcej sa oblast Tatier, čo neskôr môže využiť pri spracovaní diplomovej práce.

Literatúra

ANDRÁŠI, J., BOHUŠ, I., OLEJNÍK, J., PACL, J. (1991): Vysoké Tatry, turistický sprievodca ČSFR, Šport, Bratislava, 301 s.

ANDRUSOV, D. (1958): Geológia Československých Karpát I., Vyd. SAV, Bratislava, 304 s.

Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 2002, 343 s.

BAUMGART-KOTARBA, M., KOTARBA, A. (1997): Würm glaciations in Biala woda valley, High Tatra Mountains, *Studia Geomorphologica Carpato - Balcanica.*, vol. 31, p. 57 – 81.

BITUŠÍK, P., KOPÁČEK, J., STUHLÍK, E., ŠPORKA, F. (2006): Limnology of lakes in the Tatra Mountains. *Biologia.* 61/Suppl. 18, p. 185 – 190.

BITUŠÍK, P., ŠPORKA, F., KRNO, I. (2010): Benthic macroinvertebrate fauna of two alpine lakes over the last century: The value of historical data for interpreting environmental changes. *Biologia* 65, p. 884 - 891.

BOLTIŽIAR, M., (2007): Štruktúra vysokohorskej krajiny Tatier, FPV UKF v Nitre, Nitra, 248 p.

BOLTIŽIAR, M., BRŮNA, V., CHRASTINA, P., KŘOVÁKOVÁ, K., (2006) : Krajina Vysokých Tater na historických mapových podkladoch, *Krajina –človek–kultúra 2006, Prístupy k implementácii Európskeho dohovoru o krajine v štátoch V4,* Banská Bystrica.

BYTNEROWICZ, A., BADEA, O., BARBU, I., FLEISCHER, P., FRACZEK, W., GANCZ, V., GODZIK, B., GRODZINSKA, K., GRODZKI, W., KARNOSKY, D., KOREN, M., KRYWULT, M., KRZAN, Z., LONGAUER, R., MANKOVSKA, B., MANNING, W. J., MCMANUS, M., MUSSELMAN, R. C., NOVOTNY, J., POPESCU, F., POSTELNICU, D., PRUS-GJLOWACKI, W., SKAWINSKI, P., SKIBA, S., SZARO, R., TAMAS, S., VASIL, C. (2003): New international long-term ecological research on air pollution effects on the Carpathian Mountain forests, Central Europe. *Environment International* 29, p. 367- 376.

DOBIŃSKI, W. (2004): Permafrost in the Tatra Mts.: age, features, evolution (in Polish with English summary), *Przegląd geograficzny*, vol. 76., no 3., p. 327 – 343.

DOBIŃSKI, W. (2005): Permafrost of the Carpathian and Balkan Mountains, eastern and southeastern Europe. *Permafrost and Periglacial Processes*, 16: p. 395 – 398.

FERENČÍK, J. (2006): Hrozba skrývajúca sa v kalamitnom dreve, časopis *Tatry*, 3/2006, SLZA, Poprad, p. 4 – 5.

FLEISCHER, P., GODZIK, B., BICAROVÁ, S., BYTNEROWICZ, A. (2005): Effects of air pollution and climate change on forests of the Tatra Mountains, Central Europe. *Plant responses to air pollution and global change*, p. 111-121

FORMAN, R.T.T., GODRON, M. (1993): *Krajinná ekologie*. Academia, Praha, 583 p.

FUTÁK, J. (1975): Fytogeografické členenie Tatranského národného parku a jeho vzťahy k ostatným pohoriam. In: *Zborník prác o Tatranskom národnom parku*, č. 17, Martin, p. 109 – 132.

GADEK, M., KOTYRBA, A (1997): Contemporary and fossil metamorphic ice in Medena dolina (Slovak Tatras), as mapped by ground-penetrating radar, *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, vol. 7, no. 1, p. 75 – 81.

GOREK, A., KAHAN, Š. (1973): Prehľad geologického vývoja a stavby Vysokých Tatier. In: Zborník prác o Tatranskom národnom parku, č. 15, Martin, p. 5 – 88.

GASIOROWSKI, M., SIENKIEWICZ, E. (2010): 20th century acidification and warming as recorded in two alpine lakes in the Tatra Mountains (South Poland, Europe). *Science of the total environment* 408 (5): p.1091 - 1101.

GREGOR V., PACL, J. (2005): *Hydrologia tatranských jazier.*- *Acta Hydrologica Slovaca* 6: 161-187, Bratislava

HANZEL, V., (2003): Podzemné vody Tatranského národného parku a jeho predpolia. - *Štúdie o TANAP-e*, 7 (40), Poprad, s. 147 – 162

HRAŠKO, J., et al. (1991): *Morfogenetický klasifikačný systém pôd ČSFR.* VÚPÚ, Bratislava

HREŠKO, J., BOLTŽIAR M., BUGÁR G. (2005): The present-day development of landforms and landcover in alpine environment — Tatra Mts (Slovakia). *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica* 39, p. 23–48.

HOUDEK, I., (1951): *Osudy Vysokých Tatier.* Slovotur, Liptovský Svätý Mikuláš, 256 s.

HOUDEK, I., BOHUŠ I. (1976): *Osudy Tatier.* - Šport, Bratislava, 241 s.

JAHN, A. (1975): *Problems of the periglacial zone.* Panstwowe wydawnictwo Naukowe, Warsaw. 233 p.,

JANIGA, M., ZÁMEČNÍKOVÁ, H. (1998): Prečo vo svete prosperuje a na Slovensku zaniká výskum vysokých pohorí? - Životné prostredie č. 1, Ústav krajinej ekológie SAV, Bratislava.

JURIŠ, Š., ERTL, M., ERTLOVÁ, E., VRANOVSKÝ, M. (1965): Niektoré poznatky z hydrobiologického výskumu Popradského plesa. In: Zborník prác o Tatranskom národnom parku, 8, p. 33 – 44

KALVODA, J. (1974): Geomorfologický vývoj hrebenové čast Vysokých Tater . – Academia, Praha, 65 s.

KAMENIK, C., AGUSTI-PANAREDA, A., APPLEBY, P. G., DEARING, J. A., SHILLAND, E.M., ŠPORKA, F., ŠTEFKOVÁ, E., THOMPSON, R. (2005): Paleolimnological evidence for atmospheric pollution, climate and catchment-related changes in alpine chrysophyte stomatocyst assemblages (Tatra, Slovakia). Nova Hedwigia Suppl. 128, p. 275 - 293.

KAPUSTA, J., STANKOVIANSKY, M., BOLTÍŽIAR, M. (2010): Changes activity and geomorphic effectiveness of debris flows in the High Tatra Mts within the last six decades (on the example of the Velická dolina and Dolina Zeleného plesa Valleys). In: Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, Vol. XLIV, Kraków : Wydawnictwo oddziału Polskiej Akademii Nauk, p. 5 - 33.

KĘDZIA, S., RAČZKOWSKA, Z. (2008): Lichenometric – geomorphological investigations in the area of Slavkovský štít. Geomorphologia Slovaca et Bohemica, 8,, 1, p. 36 - 41.

KOLLÁR, D., LACIKA, J., MALARZ, R., (1998): Slovensko – poľské Tatry - Dajama, Bratislava, 360 ps.

KONČEK, M., (1973): Klimatické pomery Tatier. - Zborník prác o Tatranskom národnom parku, 15, Osveta, Martin, s. 145 – 180.

KONČEK, M.(eds.) (1974): Klíma Tatier. Veda – Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 885 s.

KOPÁČEK, J., HARDEKOPF, D., MAJER, M., PŠENÁKOVÁ, P., STUHLÍK, E., VESELÝ, J. (2004): Response of alpine lakes and soils to changes in acid deposition: the MAGIC model applied to the Tatra Mountain region, Slovakia – Poland. *Journal of Limnology* 63, p. 143–156..

KOPÁČEK, J., HEJZLAR, J., STUHLÍK, E., FOTT, J., VESELÝ, J., (1998): Reversibility of Acidification of Mountain Lakes After Reduction in Nitrogen and Sulphur Emissions in Central Europe. *Limnology and Oceanography*, Vol. 43, No. 2, p. 357 - 361.

KOPÁČEK, J., KAŇA, J., ŠANTRŮČKOVÁ, H. (2006): Pools and compositions of soils in the alpine zone of the Tatra Mountains. *Biologia* 61 Suppl. 18, p. S35 - S49...

KOPÁČEK, J., STUHLÍK, E. (1991): Chemical characteristics of lakes in the High Tatra Mountains, Slovakia. *Hydrobiologia* 274, p. 49 - 56.

KOREŇ, M. (2005): Vetrová kalamita 19. novembra 2004: nové pohľady a Konsekvencie, časopis Tatry, 2/2005, SLZA Poprad, s. 7 – 28.

KOREŇ, M., LINKEŠ, V., BUBLINEC, E. (1994): Charakteristika pôd. In Tatranský národný park, Biosférická rezervácia, Gradus, Martin, s. 86 -104.

KOVÁČ, M., KRÁL, J., MÁRTON, E., PLAŠIENKA, D., UHER, P. (1994): Alpine uplift history of the Central Western Carpathians: geochronological, paleomagnetic, sedimentary and structural data. *Geologica Carpathica*, 45: P. 83 – 96.

KRÁL, P., (2006): Nové poznatky o vzniku Štrbského plesa., časopis Tatry, 2/2006, SLZA Poprad, p. 10 – 11

LELLÁK, J., KUBÍČEK, F., (1991): *Hydrobiologie*, UK Praha, 257 p.

LINDNER, L., DZIERZEK, J., MARCINIAK, B., NITYCHORUK, J. (2003): Outline of Quaternary glaciations in the Tatra Mts.: their development, age and limits. *Geological Quarterly*, 47 (3): p. 269 – 280.

LINDNER, L., NITYCHORUK, J., BUTRYM, J. (1993): Problem of number and age of glaciations in the Tatra Mts. Against thermoluminescence dating of glaciofluvial sediments in the Bialy Dunajec drainage basin (in Polish with English summary). *Prz. Geol.*, 41 (1): p. 10 – 21.

LINKEŠ, V. (1981): Geografia pôd Vysokých Tatier a ich predpolia. *Geografický časopis*, 33: s. 32 - 49.

LUKNIŠ, M. (1973a): Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia. - Veda, Vydav. SAV, Bratislava, 375 s.

LUKNIŠ, M. (1973b): Reliéf Tatranského národného parku. - Zborník prác o Tatranskom národnom parku, č 15, Martin, s. 89 – 144.

LUCZY, G., (2010): Trendy teploty vzduchu na Skalnatom plese, časopis Tatry, 4/2010, SLZA Poprad, s. 17.

- MAGLOCKÝ, Š. (2002): Potenciálna prirodzená vegetácia. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky., Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava, s. 114 – 115
- MAREC, A., (2007): Tatranské siluety – Matica slovenská, Martin, 185 s.
- MARHOLD, K., HINDÁK, F. [eds.], (1998): Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. – Veda, Bratislava. p. 688
- MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. (1986): Geomorfologické členenie SSR a ČSSR. Časť Slovensko. Slovenská kartografia, Bratislava
- MIDRIAK, R. (1983): Morfogenéza povrchu vysokých pohorí. – SAV, Bratislava, 512 s.
- MICHALÍK, J. (2003): Geologická stavba, zloženie a vývoj Tatier – prehľad novších poznatkov. - Štúdie o TANAP-e, 7 (40), Poprad, s. 125 – 132
- NIEDZWIEDZ, T. (1992): Climate of the Tatra Mountains. Mountain research and development, vol. 12, no. 2, p. 131 – 146
- OLŠAVSKÁ, G., KRIŽOVÁ, E., ŠOLTÉS, R., (2008): Pokalamitný vývoj vegetácie na trvalo monitorovaných plochách vo Vysokých Tatrách – Pokalamitný výskum v TANAP-e, Tatranská Lomnica , s. 172 – 182
- PACL J., (1973): Hydrológia Tatranského národného parku - Zborník prác o Tatranskom národnom parku, 15, Martin , s. 181 – 238.
- PELÍŠEK, J., (1973): Pôdne pomery Tatranského národného parku - Zborník prác o Tatranskom národnom parku, 15, Martin, s. 145 – 180.

PLESNÍK, P. (1971): Horná hranica lesa vo Vysokých a Belanských Tatrách. Veda, Bratislava, . 237 s.

PLESNÍK, P. (2009): Lesná fytoklíma zabezpečuje existenciu a rozvoj biosféry. Vedecká konferencia Krajina, príroda, biosféra, Bratislava 2010.

PONEC, J., MIHÁLIK, Š., (1981): Prírodné rezervácie na Slovensku. Vydavateľstvo Osveta, Martin, 284 s.

RAČKO, J., BEDRNA, Z. (1998): Diverzita pôd Belianskych Tatier a ich environmentálny význam. Daphne - časopis pre aplikovaný environmentálny výskum, č. 2, Bratislava, s. 21 -25.

SEKYRA, J., (1956): The development of cryopedology in Czechoslovakia. Biuletyn Peryglacjalny 4, p. 351–369.

SMOLEN, F., OSTROŽLÍK, M., (1994): Podnebie. In: Tatranský národný park, Biosférická rezervácia, Gradus, Martin, s. 53 – 66

SOTÁK, J., STAREK, D. (1999): Depositional stacking of the Central-Carpathian Paleogene basin: sequences and cycles. *Geologica Carpathica : International Geological Journal : Official Journal of Carpathian-Balkan Geological Association.* - Vol.50, special issue, p. 69-72

STANKOVIANSKY M., MIDRIAK R. (1998). The recent and present-day geomorphic processes in Slovak Carpathians. State of arts review. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica* 22, p. 69 – 87.

ŠÁLY, R. (eds.) (2000): Morfológický klasifikačný systém pôd Slovenska. VÚPaOP Bratislava, 76 s.

VOLOŠČUK, I. (eds.), BOHUŠ, I., BUBLINEC, E., BOHUŠOVÁ-HRADISKÁ, V., DRDOŠ, J., DÚBRAVCOVÁ, Z., GÁPER, J., GREGUŠ, C., HAAKOVÁ, J., CHOVANCOVÁ, B., HINDÁK, F., JANIGA, M., KOCIAN, L., KORBEĽ, L., KOREŇ, M., KOVÁČ, J., KYSEĽOVÁ, Z., LAZEBNÍČEK, J., LINKEŠ, V., LOŽEK, V., MAJZLAN, O., MARENČÁK, M., MIDRIAK, R., NEMČOK, J., NOVÁK, V., OLEJNÍK, J., OSTROŽLÍK, M., PAČL, J., PACLOVÁ, L., SCHMIDT, M., SMOLEN, F., SPITZKOPF, P., ŠOLTÉSOVÁ, A., ŠOLTÉS, R., ŠOMŠÁK, L., VOLOŠČUK, I. (1994): Tatranský národný park, Biosférická rezervácia. Gradus, Martin, 555 s.

Zákon NR SR č. 543/2002 Z. z o ochrane prírody a krajiny.

Internetové zdroje

Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Škody v chránených územiach [online]. cit [2011-05-16]]. Dostupný z WWW: <<http://www.sopsr.sk/skody/full.php>>