

METODICKÉ POSTUPY STANOVENIA VODNEJ BILANCIE HORSKÝCH LESOV TANAPu

Miroslav Ondruš, Ladislav Tužinský, Peter Fleischer

Abstract

METHODS USED TO DETERMINE WATER BALANCE OF MOUNTAIN FOREST STANDS IN THE HIGH TATRAS NATIONAL PARK (TANAP)

The main subject of this paper is focused upon mountain forest ecosystems of the High Tatras National Park (TANAP) with aim to analyze soil water regime as one of the possible reasons resulting in unfavorable forest sanitary conditions in the High Tatras. Methods of the soil sample gathering are presented at chosen research plots. The main aim of the research is to evaluate the soil water regime and physiologically available water in relation to measured quantity of precipitation. Results should contribute to more complex forest conditions evaluation as well as show what reasons result in decrease of the ecological stability of the subject forest stands.

Key words: water regime, hydrolimits, physiologically available water, mountain ecosystems, The High Tatras National Park

Úvod

Za príčinu všeobecného zhoršovania stavu lesov sa považuje narušenie ekologickej stability lesných ekosystémov zmenou druhovej, priestorovej a vekovej štruktúry lesov, ktorá je vzdialená prirodzenému stavu, ďalej meniace sa ekologické podmienky a synergizmus pôsobenia celého radu škodlivých činiteľov. Jednou z hypotéz súčasného zhoršovania stavu lesov sú vplyvy klimatických zmien, ktoré sa prejavujú zmenou teplotných a zrážkových pomerov a na ne nadväzujúcich vlhkostných pomerov v pôde.

V súvislosti s tým možno konštatovať, že od množstva vody v pôde závisí existencia a produkčná schopnosť jednotlivých drevín, ako aj celých porastov. V našich geografických podmienkach sú atmosférické zrážky takmer jediným zdrojom vody a preto je nutné venovať pozornosť výskumu zákonitostí celého komplexu hydrologických procesov, ktoré tvoria vodný režim pôdy (TUŽINSKÝ, 1990).

Zvlášť dôležitý je výskum vodného režimu vo vyšších lesných vegetačných stupňoch, najmä v smrekových porastoch, pretože práve tieto sú po fyziologickom oslabení najviac napádané sekundárnymi škodcami. Význam pôdnej vody sa zvyšuje aj v súvislosti so zdravotným stavom lesných porastov, kde sa nedostatok pôdnej vody prejavuje ich fyziologickým oslabením (TUŽINSKÝ, SOROKOVÁ, 1998).

V súčasnosti výskyt nedostatočnej zásoby fyziologicky prístupnej vody nie je zvláštnosťou ani vo vysokohorských spoločenstvách, ktoré sú charakteristické pre územie TANAPu. Na základe toho bola postavená hypotéza poukazujúca na zhoršujúci sa zdravotný stav lesov v závislosti od fyziologicky prístupnej vody, ako jednej z potenciálnych stresových faktorov. Prudko sa zhoršujúci zdravotný stav lesov TANAPu poukazuje na naliehavosť riešenia tohto problému.

V práci sú uvedené metodické postupy použité pri sledovaní vodného režimu pôdy na vybraných stanovištiach v

TANAPe vo vzťahu k atmosférickým zrážkam. Vychádza sa zo súčasných potrieb Výskumnej stanice TANAPu, ktorej pracovníci systematicky sledujú stav lesa v národnom parku.

Na základe toho boli definované nasledovné ciele:

- zhodnotenie časového priebehu vlhkosti pôdy počas vegetačného obdobia v súvislosti s nameranými hodnotami teplôt vzduchu a atmosférických zrážok
- sledovanie premenlivosti vlhkosti pôdy vo fyziologickom profile pôdy vo vegetačnom období v nadväznosti k atmosférickým zrážkam
- kvantifikácia množstva pôdnej vody na vybraných výskumných plochách
- zhodnotenie zistených údajov a ich komparácia s odbornou literatúrou
- vyvodenie dôsledkov vo vzťahu k zdravotnému stavu lesných ekosystémov TANAPu

f) aplikácia poznatkov v praxi

Skúmané územie

Vysoké Tatry sú jedným z najväčších jadrových pohorí Centrálnych Západných Karpát a svojim zložitým geologickým vývojom a stavbou patria ku klasickým územiám alpsko-karpatskej sústavy. Geomorfologickými procesmi pri vytváraní reliéfu Tatier sa zaoberajú práce LUKNIŠA (1973) a LUKNIŠA a PLESNÍKA (1961).

So zreteľom na značný vertikálny rozsah a veľkú členitosť terénu sa tu vyskytujú veľmi podstatné rozdiely v teplote v závislosti od polohy daného miesta. Pokiaľ ide o ročný priebeh teplôt, treba konštatovať, že v celej oblasti pripadá najnižšia teplota v priemere na január, najvyššia na júl. Teplotné pomery na vybraných klimatických stanicích sú uvedené v tabuľke č.1.

Tab.1.: Priemerné mesačné a ročné teploty vzduchu (°C) za obdobie rokov 1951-1980 na vybraných klimatických stanicích (KONČEK, 1974)

Klimatická Stanica	nad. výška (m)	Priemerné mesačné (ročné) teploty v období 1951-1980												Rok
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Štrbské Pleso	1360	-5,3	-4,6	-2,1	2,4	7,3	11,0	12,4	12,1	8,8	4,8	-0,1	-3,5	3,6
Poprad. Pleso	1530	-6,3	-5,7	-3,6	0,6	5,5	9,0	11,0	10,4	7,2	3,2	-0,9	-4,0	2,2
Vyšné Hágy	1140	-5,1	-4,2	-1,2	3,4	8,4	12,0	13,3	12,7	9,3	5,3	0,6	-3,2	4,3
Skalnaté Pleso	1778	-6,0	-0,6	-4,0	-0,2	4,3	8,0	9,5	9,3	6,4	3,3	-1,0	-4,2	1,6
Javorina	1014	-5,4	-4,4	-1,5	3,1	8,0	11,7	13,1	12,5	9,2	5,2	0,5	-3,4	4,0
Tatr. Lomnica	832	-5,0	-3,6	-0,4	4,9	10,1	13,5	14,8	14,2	10,5	6,0	1,0	-3,0	5,2

Režim zrážok v tatranskej oblasti zodpovedá vlastnostiam kontinentálnej klímy horského typu. Určujú ho atmosférická cirkulácia a s ňou spojené poveternostné poruchy. Priestorové rozloženie zrážok závisí najmä od nadmorskej výšky a od expozície voči prevládajúcemu severozápadnému prúdeniu prinášajúcemu vla-

hu od oceána. Zrážkové pomery charakteristické pre vybrané klimatické stanice sú uvedené v tabuľke č.2.

Kompletná klimatická charakteristika Tatier je uvedená v práci KONČEKA *et al.*(1974) alebo v Zborníku prác o TANAPe (1973).

Tab. 2.: Priemerné mesačné (ročné) úhrny zrážok v mm v období rokov 1951-1980 na vybraných klimatických staniciach (KONČEK, 1974)

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

Záujmové územie je charakterizované nasledovnými 11 výskumnými plochami:

1. JAVORINA – Pod Muráňom (horáreň)
2. JAVORINA – Babošie sedlo
3. TATRANSKÁ LOMNICA – horná hranica lesa (TVP)
4. TATRANSKÁ LOMNICA – Štart (TVP)
5. TATRANSKÉ MATLIARE – TVP
6. VEĽKÁ STUDENÁ DOLINA-depozičná plocha
7. VYŠNÉ HÁGY – depozičná plocha
8. VYŠNÉ HÁGY – horáreň (TVP)
9. POĽANA POD OSTRVOU – TVP
10. POPRADSKÉ PLESO (Zlomisková dolina)
11. ŠTRBSKÉ PLESO (Esíčko)

Priestorové vymedzenie záujmových lokalít je uvedené v tabuľke 3.

Tab.3.: Priestorová charakteristika vybraných výskumných plôch

číslo plochy	1	2	3	4	5	6
nadmorská výška (m)	1100	1360	1510	1200	900	1415
zemepisná šírka	49° 15' 01"	49° 14' 03"	49° 11' 05"	49° 10' 47"	49° 10' 30"	49° 10' 19"
zemepisná dĺžka	20° 09' 27"	20° 09' 08"	20° 14' 29"	20° 15' 20"	20° 17' 22"	20° 12' 34"
číslo porastu	1811 A	1854	1024 A	1060 B	1050 C	893
lesný typ	6409	7405	8103	6145	5117/5241	7104
sklon (v stupňoch)	3	-	10	5	3	20
expozícia	Z	-	JV	JV	JV	V

číslo plochy	7	8	9	10	11
nadmorská výška (m)	1100	1120	1500	1500	1550
zemepisná šírka	49° 07' 20"	49° 07' 10"	49° 08' 13"	49° 09' 17"	49° 07' 56"
zemepisná dĺžka	20° 06' 30"	20° 07' 07"	20° 05' 35"	20° 05' 00"	20° 03' 04"
číslo porastu	609	597 B	623	503	360 A
lesný typ	7103	7103	7103	7100	7100
sklon (v stupňoch)	5	3	3	15	5
expozícia	JV	JV	J	JZ	J

Komplexnejšia charakteristika stanovištných pomerov vybraných výskumných plôch je uvedená v prácach SITKOVEJ (2000), ONDRUŠA (2000), MIŠOVIČA

(2000), SPITZKOPFA (2000) a FLEISCHERA (2003).

Materiál a metodika

Výskum prebieha od roku 2001 na opísaných 11 výskumných plochách situovaných v TANAPe. Keďže sledovanie režimu vlhkosti pôdy predstavuje súbor zložitého pozorovania jednotlivých zložiek vodnej bilancie v spolupôsobení vybraných klimatických faktorov, uvažuje sa s jeho výskumom počas troch vegetačných období.

Výber plôch sledoval úmysel nadviazať na prebiehajúci výskum realizovaný pracovníkmi VS TANAP-u. Použila sa ich sieť už založených výskumných plôch, resp. trvalých výskumných plôch (TVP). Vybrané lokality reprezentujú typické reliéfové a porastové pomery na troch výškových tranzektoch (štrbský, hágovský, lomnický) na južnej strane Tatier a jednom na severnej strane (javorinský). Takto situované plochy majú napomôcť ku kvalitnejšej priestorovej extrapolácii sledovaných prvkov.

Metodika merania kvantitatívnych charakteristik zrážkového procesu

Zrážkomerné stanice sú inštalované na plochách, kde sa od roku 1999 meria koncentrácia znečisťujúcich látok O₃, SO₂ a NO₂ a od roku 2000 aj teplota a vlhkosť vzduchu prostredníctvom digitálnych meracích staníc. Pri sledovaní úhrnu a intenzity zrážok sa používajú impulzné zrážkomery DAVIS&HOBO ONSET (preklápací zrážkomer, záchytná plocha 211 cm², citlivosť 0,2 mm) a impulzné zrážkomery YOUNG a VAISALA (preklápací zrážkomer, záchytná plocha 200 cm², citlivosť 0,1 mm). Pred inštaláciou a po ukončení merania sa prístroje kalibrujú. Údaje sa sťahujú približne raz za dva týždne.

Na zachytávanie vertikálnych, resp. porastových zrážok sa používajú otvorené polyetylénové zberače z chemicky inertného materiálu voči dažďovej vode, upravené podľa ŠKVARENINU (1993). Okrem porastových zrážok sa kvôli porovnaniu odoberajú zrážky aj na voľnej ploche. Na zachytávanie lyzimetrických vôd sa používajú platňové polyetylénové lyzimetre so záchytnou plochou 1112 cm². Záchytné plochy (P) pre jednotlivé kolektory sa vypočítali podľa vzorca pre výpočet obsahu kruhu, na základe zisteného priemeru nádoby, ako je uvedené v tabuľke 4 (ONDRUŠ, 2000). Používajú sa dva typy kolektorov.

Tab.4.: Záchytné plochy pre jednotlivé typy použitých kolektorov

TYP KOLEKTORA	PRIEMER (v cm)	PLOCHA (v cm²)
č.1	15,95	200,0
č.2	23,7	441,2

Meranie stoku zrážkovej vody po kmeni stromov sa vykonáva pomocou žliabku z polyuretánovej peny nanesej na kmeň a utesnenej silikónom. Zo

žliabku je voda cez hadičku odvádzaná do nádoby.

Vzorky porastových zrážok sa z výskumných plôch odoberajú zvyčajne po každej zrážkovej udalosti.

Metodika merania vlhkosti pôdy

Priebeh okamžitej vlhkosti pôdy sa sleduje v trojtýždňových intervaloch počas vegetačného obdobia, avšak termíny odberu sú determinované aktuálnou zrážkovou činnosťou. Vlhkosť pôdy je zisťovaná periodicky gravimetrickou metódou zo vzoriek zeminy, ktoré sú odoberané do kovových vysúšačiek prostredníctvom pôdneho vrtáka do hĺbky 50 cm po 10 cm vrstvách.

Miesto odberu je určené náhodne na každej z vybraných výskumných plôch, v rámci plôšky 2x2m (v niektorých prípadoch je veľkosť plôšky upravená z dôvodu vysokej skeletnatosti terénu) v 5 až 6 opakovaniach kvôli vysokej variabilite. Pre porovnanie odoberáme vzorky pôdy aj na voľnej ploche. Okamžitá vlhkosť pôdy sa určuje rozdielom hmotnosti vzorky po odobratí a jej hmotnosti po vysušení pri 105 °C a vyjadruje sa v % hmotnosti alebo v % objemu.

Z hydrofyzikálnych vlastností sú ďalej stanovované maximálna kapilárna kapacita (MKK) podľa NOVÁKA (KLIKA, NOVÁK, GREGOR, 1954), bod zníženej dostupnosti (BZD), bod vädnutia (BV) a maximálna hygroskopičnosť (MH) podľa DRBALA (1965). Množstvo fyziologicky prístupnej vody sa počíta odpočítaním obsahu neprístupnej vody od okamžitej vlhkosti pôdy. Zásoba využiteľnej vody sa bude hodnotiť podľa KUTÍLKA (1966).

Záver

Výskum jednotlivých zložiek vodnej bilancie a vodného režimu lesných porastov je veľmi významný a zároveň veľmi

zložitý. Pôdna voda so svojou dynamikou a periodicitou má osobitný význam, pretože ovplyvňuje celý režim obehu vody v krajine.

Vlhkosť pôdy patrí k jedným z limitujúcich faktorov, ktoré ovplyvňujú zdravotný stav lesných porastov. Existencia, produkčná schopnosť lesných porastov a ich stabilita je teda závislá od obsahu a kvality vody v pôde. Množstvo vody v pôde ako aj obsah fyziologicky prístupnej vody je závislý od rôznych faktorov ako sú charakter vegetácie (druh a vek dreviny, zápoj, zakmenenie), vlastnosti pôd (fyzikálne, chemické a hydrofyzikálne vlastnosti, obsah humusu), geografických podmienok (sklon, expozícia), ako aj od klimatických charakteristík (úhrny zrážok, teplota, vlhkosť a prúdenie vzduchu).

Z hodnotiacich správ o stave lesných ekosystémov v TANAPE v uplynulých desaťročiach sa dá vypozať rýchlý nárast faktorov negatívne vplývajúcich na stabilitu lesných ekosystémov, ktoré majú na svedomí zhoršujúci sa stav lesa. Z dôvodu očakávaných klimatických zmien sa prevažná väčšina vybraných výskumných plôch nachádza na južnej strane Tatier, kde sa predpokladá najväčší rozsah zmien.

Aj keď zvolená metóda stanovenia vlhkosti pôdy nie je práve najmodernejšia, jej výber bol podmienený veľkým počtom výskumných plôch a zložitými terénnymi podmienkami, najmä vysokou skeletnatosťou územia, ktorá nedovoľuje použitie iných, modernejších metód pri požadovanej presnosti výsledných údajov. Metodické postupy použité pri zachytávaní zrážok spravidla vychádzajú z postupov merania štandardne používaných v klasickej klimatológii.

Získané výsledky budú k dispozícii po skompletizovaní databázy údajov.

Literatúra

- FLEISCHER, P. 2003: Hodnotenie niektorých klimatických parametrov ako faktor stavu lesov v TANAPe. Záverečná správa referenčnej úlohy. VSaM, Tatranská Lomnica, 20 s.
- KLIKA, J., NOVÁK, V., GREGOR, A. 1954: Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. ČSAV, Praha, 773 s.
- KONČEK, M. *et al.* 1974: Klíma Tatier. Bratislava, 855 s.
- KUTÍLEK, M. 1966: Vodohospodárska pedologie. SNTL, Praha, 275 s.
- LUKNIŠ, M. 1973: Reliéf Tatranského národného parku. In: Zborník prác o TANAP-e, č.15, s. 89-144
- LUKNIŠ, M., PLESNÍK, P. 1961: Nížiny, kotliny a pohoria Slovenska. Bratislava, 135 s.
- MIŠOVIČ, V. 2000: Atmosférická depozícia v limbovej smrečine (*Cembreto-Piceetum*) TANAPu. Diplomová práca, TU, Zvolen, 51 s.
- ONDRUŠ, M. 2000: Chemické vlastnosti vertikálnych a porastových zrážok smrekovcových smrekovcových smrečín v TANAP-e. Diplomová práca, TU, Zvolen, 69 s.
- SITKOVÁ, Z. 2000: Vplyv vybraných ekologických faktorov na lesné ekosystémy v súvislosti s hromadným odumieraním horských smrečín TANAPu. Projekt dizertačnej práce, TU, Zvolen, 54 s.
- ŠKVARENINA, J. 1993: Horizontálne zrážky v jedľovo-bukovom ekosystéme ako nositeľ depozície vybraných elementov. KDP, TU Zvolen, 114 s.
- SPITZKOPF, P. 2000: Hydrochemické charakteristiky porastových zrážok v jarabinovej Smrečine (*Sorbeto-Piceetum*) v TANAPe. Diplomová práca, TU, Zvolen, 57 s.
- TUŽINSKÝ, L. 1990: Režim vlhkosti a zásob využiteľnej vody v pôde pod lesnými ekosystémami. Vedecké práce VÚLH, Zvolen, s. 97-110
- TUŽINSKÝ, L., SOROKOVÁ, M. 1998: Vodný režim lesných pôd pod smrekovými porastami v horských podmienkach Oravy. Zb. Stav, vývoj, produkčné schopnosti a využívanie lesov v oblasti Babej hory a Pilska, LF TU, Zvolen, s. 8-10
- ZBORNÍK PRÁC O TANAP-E, 1973.č.15, s.239-324

PodĎakovanie

Táto práca bola čiastočne finančne podporená prostriedkami z grantov č. 1/9207/02 a č. 1/0635/03.

Kontaktné adresy:

Ing. Miroslav Ondruš, Technická univerzita, Lesnícka fakulta, Katedra prírodného prostredia, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, e-mail: ondrus@vsld.tuzvo.sk

Prof. Ing. Ladislav Tužinský, CSc. Technická univerzita, Lesnícka fakulta, Katedra prírodného prostredia, T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, e-mail: tuzinsky@vsld.tuzvo.sk

Ing. Peter Fleischer, Ph.D., VSaM TANAP, 059 60 Tatranská Lomnica, e-mail: fleischer@vstanap.sk