

BILANCIA ZRÁŽOK STREDOHORSKÝCH LESOV NA POĽANE

WATER BALANCE OF MIDDLE MOUNTAINOUS FORESTS IN THE POĽANA MTS. REGION

Mind'áš, J.,

Lesnícky výskumný ústav T.G.Masaryka 22, 960 01 Zvolen

Abstract

The results of six year (1993-1998) study of precipitation regimes in the middle mountain region of Poľana Mts. are presented in the paper. Investigations were carried out in three different types of forest stands (mature mixed fir-spruce-beech stand, mature Norway spruce and beech stands) in the research study area "Poľana – Hukavský grúň", located in the south-eastern part of Poľana Mts. region in the Biosphere Reserve UNECSO (850 m a.s.l.), central Slovakia. Vertical and horizontal precipitations, throughfall and stemflow water fluxes were estimated by direct measurements (Hellman raingauges). The estimated stand precipitations differed due to different tree species composition on the plots. Total interception losses throughout the investigated period were 865 mm (15%) for the mature mixed fir-spruce-beech stand, 1058 mm (19%) for the beech stand, and 1642 mm (29%) for the Norway spruce stand.

Úvod

Voda zohráva kľúčovú úlohu v terestrických ekosystémoch a predstavuje základné transportné médium, bez ktorého by akýkoľvek prírodný ekosystém na Zemi nemohol fungovať. Preto komplexné skúmanie ekosystémových procesov nemôže obchádzať ani problematiku kolobehu vody a vodnej bilancie. V našich podmienkach sú takmer jedinou príjmovou položkou vodnej bilancie pre väčšinu lesných porastov Slovenska atmosférické zrážky. Z uvedeného dôvodu zohráva distribúcia zrážok a ich transformácia v lesných porastoch významnú úlohu v bilancovaní vody v lesných ekosystémoch.

Je všeobecne známe, že lesné porasty zohrávajú dôležitú úlohu v kolobehu vody v prírode a tvoria často jeho dominantný článok najmä pri transformácii atmosférických zrážok do pôdneho prostredia a následnej distribúcií vody v pôde na jej výdajové zložky a to najmä výpar (významné z produkčno-ekologického hľadiska) a odtok do podzemných vôd (významné z vodohospodárskeho hľadiska).

V súvislosti s výskytom rozsiahlych katastrofálnych povodní v strednej Európe v roku 1997 a lokálnych katastrofálnych povodní v strednej Európe v posledných rokoch sa znovu vynárajú otázky možného vplyvu lesa na kolobeh vody, ovplyvnenie zrážkovoodtokových vzťahov, tlmenie povodňových vln a pod. Z týchto dôvodov má rozvíjanie výskumných aktivít zameraných na vodnú bilanciu lesných ekosystémov či vodohospodársku funkciu lesov stále svoje opodstatnenie a význam.

Predmetom skúmania je kvantitatívna charakteristika zrážkového režimu lesných ekosystémov v 5. lesnom vegetačnom stupni (Abieto-Fagetum) s primárnym cieľom špecifikácie zrážkového režimu vplyvom rôzneho zmiešania drevín.

Materiál a Metodika

Výskumné aktivity režimu zrážok sa sústredili na prvé štyri TVP (TVP0, TVP1, TVP2, TVP3) na lokalite Poľana-Hukavský grúň (850 m n.m.), ktoré sú charakteristické najmä odlišným drevinovým zložením (najmä TVP0, TVP1 a TVP3). Percentuálne zastúpenie jednotlivých drevín na týchto TVP dokumentuje tabuľka 1.

Tab.1 Drevinové zloženie na jednotlivých trvalých výskumných plochách

TVP	Bk	Sm	Jd	Smc	Jv	Js	Tos
TVP0	70,0	20,1	3,3	-	4,5	1,8	0,3
TVP1	10,0	88,1	-	1,5	0,4	-	-
TVP3	81,1	4,4	-	8,0	2,9	3,6	-

Meranie vertikálnych zrážok na voľnej ploche sa situovalo do priestoru nad korunami lesného porastu na TVP0, na vrchnej plošine meteorologickej veže. Lokalizácia odberných zrážkomerov dostatočne zabezpečovala reprezentatívnosť merania a meranie nebolo priamo ovplyvnené lesným porastom vzhľadom na dostatočný výškový odstup (cca 3-4 m).

Meranie horizontálnych zrážok na voľnej ploche bolo lokalizované do priestoru nad korunami lesného porastu na TVP0, na vrchnej plošine meteorologickej veže. Lokalizácia hmlového kolektora a Hellmanovho zrážkomera s úpravou podľa Grunowa dostatočne zabezpečovala reprezentatívnosť merania vzhľadom na jeho účel.

Pre meranie podkorunových zrážok sa použili štandardné Hellmanove zrážkomery. Vzhľadom na heterogenitu poľa podkorunových zrážok boli v r.1992 rozmiestnené na vybraných plochách pokusné série zrážkomerov za účelom zistenia variability podkorunových zrážok a zistenia chyby merania. V priebehu roku 1993 boli po štatistickej analýze pokusnej série meraní doplnené počty zrážkomerov na takú úroveň, aby bola zabezpečená štatistická

reprezentatívnosť merania s presnosťou $\pm 10\%$. Výsledné počty zrážkometerov sú uvedené v nasledovnej tabuľke (tab.2).

Tab.2 Použité počty zrážkometerov na jednotlivých experimentálnych plochách

Experimentálna plocha	Počet zrážkometerov
TVP0	27
TVP1	7
TVP3	6

Stok po kmeni sme merali pomocou golierov z polyuretánovej peny, kde vnútorný priestor žliabku bol vyplnený chemicky testovanou silikónovou hmotou. Týmto sa zabezpečila využiteľnosť tohto spôsobu merania pre stanovenie množstva aj kvality stečenej vody po kmeňoch. Tento spôsob sme aplikovali na 3 vzorníky buka reprezentujúcich interval všetkých hrúbok bukov v poraste na TVP0.

Výsledky a diskusia

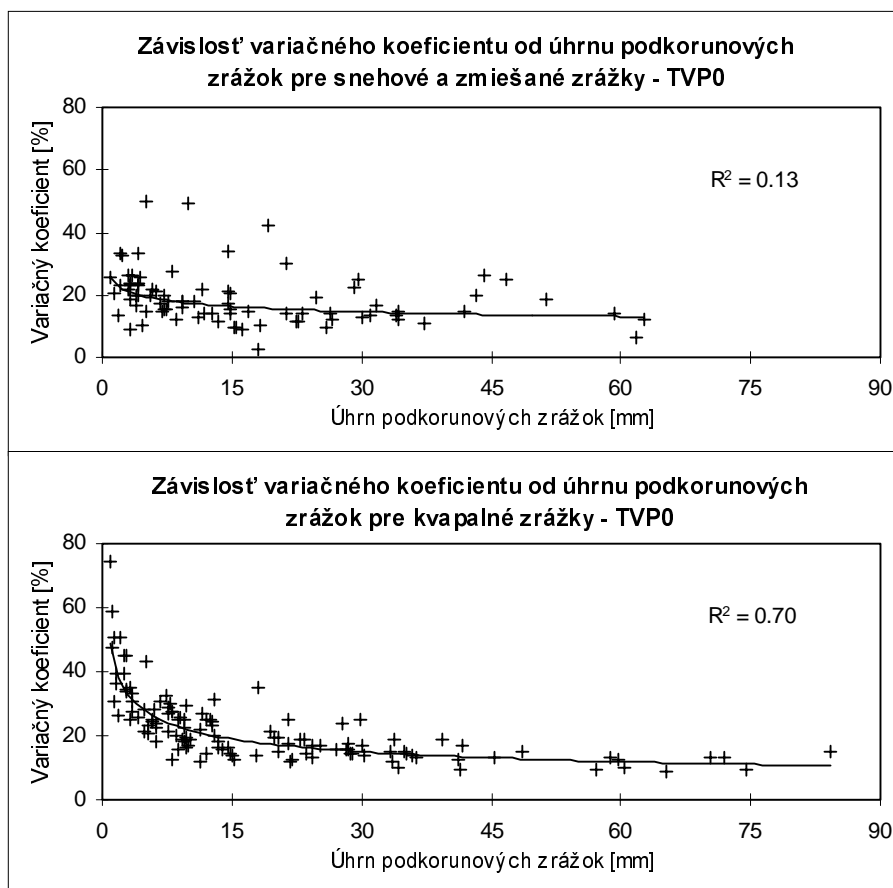
Je všeobecne známe, že drevinové zloženie významným spôsobom určuje hodnoty intercepčného záchytu zrážkovej vody v korunovej vrstve, vzhľadom na rôznu štruktúru usporiadania korún a charakter asimilačného aparátu. Najväčšie rozdiely v temperátnej zóne sa pozorovali medzi listnatými a ihličnatými drevinami (BREDEMEIER *et al.* 1991, KANTOR 1984).

Vplyv drevinového zloženia na intercepciu podkorunových zrážok sme hodnotili jednak v rámci zmiešaného porastu na TVP0, ako aj medzi jednotlivými TVP (TVP0, TVP 1 a TVP 3), ktoré majú odlišné drevinové zloženie.

Celkové ročné úhrny podkorunových zrážok na TVP0 sa v období 1993-98 pohybovali od 595 do 906 mm, čo predstavovalo 70,6 až 82,1 % z úhrnu zrážok nad porastom. Najnižšia intercepcia (17,9 %) sa vyskytla v roku 1997, najvyššia v roku 1993 (29,4 %). Údaje v tabuľke (Tab.4) napovedajú o postupnom znižovaní intercepcie podkorunových zrážok na TVP0 (s výnimkou roku 1998). Bližšia analýza intercepcie stanovenej z vybraných zrážkometerov podľa výskytu drevín ukázala, že intercepcia v smrekovej časti TVP0 je pomerne vyrovnaná (30-33 %) a výkyvy v celkovej interepcii podkorunových zrážok sú spôsobené zmenami najmä v bukovej časti TVP0. Je to spôsobené najmä podielom zrážok spadnutých vo vegetačnom období. V rokoch 1993 a 94 bol podiel zrážok spadnutých vo vegetačnom období (v stave plného olistenia bukov) 64, resp. 63 %, zatiaľ čo v ďalších 3

rokoch 1995-97 sa tento podiel pohyboval v rozpätí 48-51 %, čo znamená, že zhruba polovica zrážok padala v období s nižším stupňom olistenia bukov pri nižších intercepčných stratách.

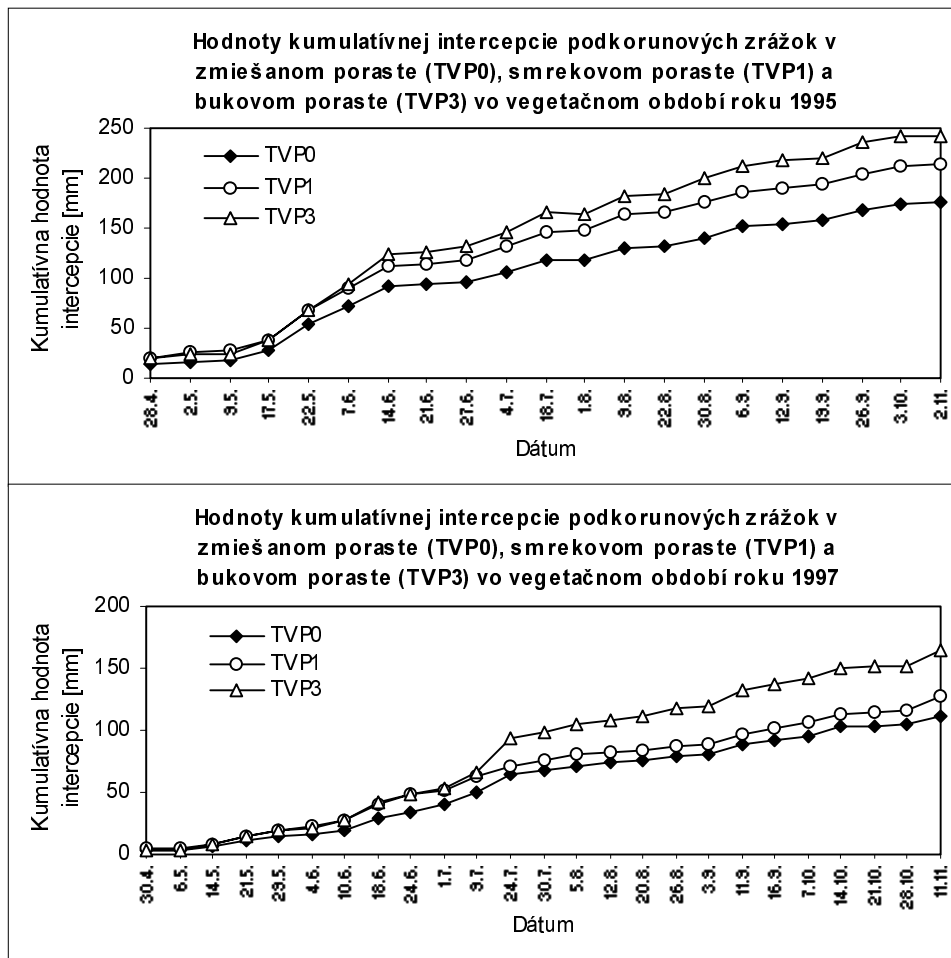
Analýza vzájomného vzťahu úhrnov podkorunových zrážok a zrážok voľnej plochy ukázala, že prienik korunovou vrstvou je odlišný u tuhých a zmiešaných zrážok a u kvapalných zrážok. Intercepcia tuhých a zmiešaných zrážok v korunovom priestore je nižšia v priemere o 7 %. Je to dané predovšetkým stavom odlistenia (nižšia záchytná plocha), nižším intercepčným výparom (nižšia teplota vzduchu, menej energie na výpar) a odlišným charakterom zachytu pre sneh, ktorého určitá časť sa dostane na povrch v neskoršom období (sfúkavanie snehu, skvapkávanie topiaceho sa snehu). Týmto spôsobom, vzhľadom na dlhé zotrvanie snehu v korunách, môže dôjsť aj k vzniku "zápornej intercepcie", keď nameraný úhrn podkorunových zrážok je vyšší ako nad korunami. Stáva sa to v tých prípadoch, keď určitá časť snehu zachytená v korunách stromov sa dostáva na povrch až v priebehu nasledujúcej periódy merania, čím dochádza k nesúladu vo vzťahu k zrážkam voľnej plochy.



Obr.1 Závislosť variačného koeficientu od úhrnu podkorunových zrážok pre tuhé a kvapalné zrážky na TVPO

Odlišnosť intercepčného procesu pre snehové a kvapalné zrážky môžeme dokumentovať aj rozdielnosťou závislosti variačného koeficientu od úhrnu zrážok (Obr.1). V zimnom období je variabilita poľa podkorunových zrážok vo všeobecnosti vyššia a s rastúcim úhrnom zrážok klesá len pozvoľne. Tento rozdiel oproti kvapalným zrážkam vo vegetačnom období je primárne daný rozdielnym stavom hornej vrstvy listnatých drevín. Vyrovnaná hodnota variačného koeficientu sa dosahuje pri hodnote približne 15 mm a vzťahuje sa na hodnotu okolo 15 %. V prípade kvapalných zrážok je závislosť variačného koeficientu od úhrnu zrážok oveľa tesnejšia ako v prípade snehových zrážok (hodnota R^2 pre snehové zrážky je 0,13 a pre kvapalné zrážky 0,70, Obr.1). Do hodnoty úhrnu zhruba 5 mm je rozpätie variačného koeficientu značné (20-75 %), čo súvisí s procesom nasycovania skropnej kapacity korún. Pre hodnoty úhrnu do 20 mm je pokles variačného koeficientu veľmi zreteľný a od tejto hodnoty sa ustáľuje na úrovni okolo 15 %, podobne ako v prípade snehových zrážok. V tomto zmysle treba považovať uvedenú hodnotu variačného koeficienta poľa podkorunových zrážok za relatívne stabilnú charakteristiku porastu danú pravdepodobne porastovou výstavbou korunového a kmeňového priestoru.

Lepšiu predstavu o vplyve drevín na TVP0 na celkovú intercepciu získame z hodnôt kumulatívnej intercepcie podkorunových zrážok vo vegetačnom období. Rozdiely v kumulatívnych hodnotách intercepcie podkorunových zrážok medzi smrekovou a bukovou časťou TVP0 môžu dosiahnuť v priebehu vegetačnej sezóny hodnotu až 100 mm v neprospech smreka. Táto hodnota je už z hľadiska celkovej vodnej bilancie nezanedbateľná a preto z hľadiska vodohospodárskej funkcie lesa môže podiel zastúpenia smreka v zmiešaných porastoch (nehovoriac už o čistých smrekových porastoch) zohrávať rozhodujúcu úlohu vo vodohospodárskej účinnosti lesných porastov.



Obr.2 Hodnoty kumulatívnej intercepce podkorunových zrážok na TVP0 (zmiešaný porast), TVP1 (sm) a TVP2 (bk) vo vegetačnom období - roky 1995 a 1997

Hodnotenie kumulatívnej intercepce podkorunových zrážok na jednotlivých TVP (Obr.2) poukazuje na zaujímavé zistenie, že kumulatívna intercepčia podkorunových zrážok vo vegetačnom období bola najvyššia v bukovom poraste (TVP3), o niečo nižšia v smrekovom poraste (TVP1) a najnižšia v zmiešanom poraste (TVP0). Ak si však porovnáme celkové úhrny podkorunových zrážok za celý rok (Tab.4), tak úhrnná intercepčia podkorunových zrážok je najvyššia v smrekovom poraste (TVP1) 22-36 %, potom v bukovom poraste (TVP3) 18-35 % a najnižšia v zmiešanom poraste 18-29 % z úhrnu zrážok voľnej plochy. Diferencie sa ešte zvýraznia pri porastových zrážkach vplyvom stoku po kmeni, keď úhrnná intercepčia porastových zrážok vplyvom stoku po kmeni sa znížila na 9-27 % v bukovom poraste (TVP3) a na 11-24 % v zmiešanom poraste (TVP0) z úhrnu zrážok na voľnej ploche.

Tab.4 Výsledky meraní podkorunových zrážok a stoku po kmeni na jednotlivých výskumných plochách v období 1993-98 (lokalita Poľana-Hukavský grúň)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Zrážky voľnej plochy v mm						
Vertikálne	842,9	1001,1	1126,7	930,1	799,1	916,3
Horizontálne	43,6	79,5	100,8	64,2	53,1	29,1
Podkorunové zrážky v mm						
TVP0	595,3	774,6	905,8	750,8	656,3	705,8
TVP1-sm	543,3	686,5	793,2	730,1	575,5	646,1
TVP3-bk	551,6	704,0	833,8	761,8	587,6	644,5
Intercepcia podkorunových zrážok v %						
Int-TVP0	29,4	22,6	19,6	19,3	17,9	23,0
Int-TVP1	35,5	31,4	29,6	21,5	28,0	29,5
Int-TVP3	34,6	29,7	26,0	18,1	26,5	29,7
Stok po kmeni v mm						
Stok-TVP0	49,7	64,4	66,2	64,8	54,8	62,8
Stok-TVP3	64,6	82,7	84,8	86,5	68,8	87,8
Porastové zrážky v mm						
TVP0	645,0	839,0	972,0	815,6	711,1	768,6
TVP1-sm	543,3	686,5	793,2	730,1	575,5	646,1
TVP3-bk	616,2	786,7	918,6	848,3	656,4	732,3
Intercepcia porastových zrážok v %						
Int-TVP0	23,5	16,2	13,7	12,3	11,0	16,1
Int-TVP1	35,5	31,4	29,6	21,5	28,0	29,5
Int-TVP3	26,9	21,4	18,5	8,8	17,9	20,1

V literatúre je pomerne málo výsledkov komparatívnych štúdií intercepcie lesných porastov s rôznym drevinovým zložením v rámci jednej lokality. Zo zaujímavejších výsledkov treba spomenúť výsledky z výskumnej plochy Solling v Nemecku, kde BREDEMEIER *et al.* (1990) uvádzajú za obdobie 1971-83 priemerný úhrn zrážok na voľnej ploche 1032 mm, pre bukový porast 870 mm (podkorunové zrážky) a pre smrekový porast 752 mm. Podkorunové zrážky v bukovom poraste tvoria teda 84,3 % a v smrekovom poraste 72,9 % zo zrážok voľnej plochy, čo sú údaje porovnateľné s našimi výsledkami.

KANTOR (1981) uvádza pre 117-ročný bukový porast v Orlických horách intercepciu porastových zrážok 5,8 až 7,4 % a pre paralelný smrekový porast 18,5 až 19,5 %. Tieto výsledky dávajú nižšie intercepčné straty oproti našim výsledkom a to z dôvodu vysokého výskytu horizontálnych zrážok z hmly v tejto oblasti, kde autor uvádza nadlepšenie hmlovými zrážkami o 60 mm pre smrekový a 55 mm pre bukový porast (KANTOR 1981). Podobne aj niektoré prehľadové práce (POBJEDINSKIJ, KREČMER 1984, KANTOR 1983) uvádzajú vo všeobecnosti nižšie intercepčné straty v bukových porastoch oproti smrekovým porastom.

Záver

Výsledky výskumu kvantitatívneho a kvalitatívneho režimu zrážok v rôznych porastových typoch na lokalite Poľana - Hukavský grúň priniesli viacero nových poznatkov, ktoré rozširujú naše vedomosti o transformácii zrážok v lesných ekosystémoch.

Jedným z dôležitých prínosov bolo posúdenie celkových intercepčných strát v troch rôznych porastových typoch a to v prírode blízkom vertikálne aj horizontálne štrukturovanom jedľovo-smrekovo-bukovom poraste (typická horská karpatská zmes), v smrekovej monokultúre a bukovom poraste v približne rovnakom veku. Získané výsledky dokumentovali významné rozdiely v intercepčnom procese medzi týmito porastami. Najnižšie intercepčné straty sa zistili v zmiešanom poraste, o niečo vyššie straty sú v bukovom poraste a najvyššie v smrekovej monokultúre. V neprospech smrekovej monokultúry hovoria predovšetkým vysoké intercepčné straty v zimnom období, ktoré sa v plnej miere prejavili aj v charakteristikách snehovej pokrývky. Účasť smreka v porastoch tejto lokality zvyšuje záchyt snehových zrážok, znižuje výšku snehových zrážok a jej vodnú hodnotu a zvyšuje riziko premrzania lesnej pôdy. Vplyvom pesterjšej štruktúry a diferencovanosti korunovej vrstvy, aj pri určitej (20 %-nej) nezanedbateľnej účasti smreka, môže takýto porast priaznivo znižovať intercepčné straty aj v porovnaní s čistým bukovým porastom.

Konkrétnejšiu predstavu o diferenciách medzi jednotlivými porastami získame z údajov za celé hodnotené obdobie šiestich rokov. Celková úhrnná intercepcia porastových zrážok za toto obdobie predstavovala v zmiešanom poraste (TVP0) hodnotu 865 mm (15 %), v smrekovej monokultúre (TVP1) 1642 mm (29 %) a v bukovom poraste (TVP3) 1058 mm (19 %). Oproti zmiešanému porastu predstavuje teda "čistá" bilančná strata intercepciou pre smrekovú monokultúru 777 mm a pre bukový porast 193 mm. Sú to hodnoty, ktoré najmä u smrekového porastu nemožno, z pohľadu celkovej vodnej bilancie lesného porastu, nebrať do úvahy.

Ďalším zaujímavým zistením je, že aj napriek nepriaznivému vplyvu smreka na intercepčný proces, jeho približne 20 %-né zastúpenie v zmiešanom poraste na TVP0 neznamenal v porovnaní s ostatnými sledovanými plochami badateľné zvýšenie intercepčných strát. Zdá sa teda, že pri priaznivej výškovej aj hrúbkovej diferencovanosti lesného porastu, ktorá umožňuje lepší prienik atmosférických zrážok cez korunový priestor, nemusí ísť účasť smreka na úkor zhoršovania intercepčných strát, dokonca (ako to bolo v našom prípade) môže byť bilancia zrážok ešte priaznivejšia ako málo výškovo a hrúbkovo diferencovaný bukový porast. Táto skutočnosť môže mať svoj význam najmä z

lesopestovného hľadiska, najmä pri obhospodarovaní lesov s požiadavkami na plnenie vodohospodárskej funkcie lesa.

Súhrn

Predložená práca obsahuje výsledky meraní zrážkového režimu lesných porastov v stredohorskej oblasti Poľany. Experimentálne výskumné práce boli realizované v podmienkach dospelého prírode blízkeho zmiešaného jedľovo-smrekovo-bukového porastu, smrekového porastu a bukového porastu približne rovnakého veku v lokalite Poľana – Hukavský grúň v nadmorskej výške 850 m v období rokov 1993-1998. Celková úhrnná intercepcia porastových zrážok za toto obdobie predstavovala v zmiešanom poraste (TVP0) hodnotu 865 mm (15 %), v smrekovej monokultúre (TVP1) 1642 mm (29 %) a v bukovom poraste (TVP3) 1058 mm (19 %). Oproti zmiešanému porastu predstavuje teda "čistá" bilančná strata intercepciou pre smrekovú monokultúru 777 mm a pre bukový porast 193 mm. Sú to hodnoty, ktoré najmä u smrekového porastu nemožno, z pohľadu celkovej vodnej bilancie lesného porastu, nebrať do úvahy.

Literatúra

1. BREDEMEIER, M.-MATZNER, E.-ULRICH, B., 1990: Internal and external proton load to forest soil in Northern Germany. J. Environ. Qual., Vol.19, No.2: 469-477.
2. KANTOR, P., 1981: Intercepce horských smrkových a bukových porostů. Lesnictví, 27, č.2, 1981: 171-192.
3. KANTOR, P., 1983: Intercepční ztráty smrkových a bukových porostů. Vodohosp. Čas., 31, 6, 1983: 643-651.
4. KANTOR, P., 1984: Vodohospodářská funkce horských smrkových a bukových porostů. Lesnictví, 30 (LVII), č.6, 1984: 471-490.
5. POBJEDINSKIJ, A.V.-KREČMER, V., 1984: Funkce lesů v ochraně vod a půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1984, 256 s.

Kľúčové slová: Atmosférické zrážky, Intercepcia, Podkorunové a porastové zrážky, Stok po kmeni

Kontaktné adresy:

RNDr. Ing. Jozef Mind'áš, PhD.
Lesnícky výskumný ústav
T.G.Masaryka 22
960 01 Zvolen