

INTERCEPČNÝ PROCES SMREKOVÉHO PORASTU VO FÁZE ROZPADU V ZÁPADNÝCH TATRÁCH

INTERCEPTION PROCESS OF SPRUCE FOREST IN THE PHASE OF DISINTEGRATION IN THE WESTERN TATRAS (ZÁPADNÉ TATRY), SLOVAKIA

MAREK OREŇÁK¹⁾ - JAROSLAV VIDO¹⁾ - MATÚŠ HRÍBIK¹⁾ - MARTIN BARTÍK¹⁾ - RASTISLAV JAKUŠ²⁾ - JAROSLAV ŠKVARENINA¹⁾

¹⁾ *Technická Univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Zvolen*

²⁾ *Ústav ekológie lesa SAV, Zvolen*

ABSTRACT

The paper deals with an interception process in the mountain spruce forest in the Western Tatras Mts. (Západné Tatry, Slovakia). Interception is an important factor in a landscape hydrological cycle. Spruce forests represent a major ecosystem component in the area. The aim of our contribution is to analyze relations between precipitation regime described with selected characteristics and variability of interception under different canopy conditions (canopy gap, central crown zone near the tree stem and the dripping zone at the crown periphery). Measurements were provided using anti-evaporation modified rain gauges. The most balanced interception values were observed in the canopy gap. The lowest interception (including negative values) was measured in the dripping zone. Negative interception values confirm important role of occult (horizontal) precipitation from montane fogs and clouds. The highest values of interception were measured near the tree stem. Interception expressed by cumulative values in the vegetation seasons (2007–2011) shows that temporal precipitation distribution is one of the most important factors influencing interception.

Kľúčové slová: intercepcia, Západné Tatry, horská smrečina, zrážkový režim

Key words: interception, Western Tatras, mountain spruce forest, precipitation regime, Slovakia

ÚVOD

Poznanie intercepčného procesu a zákonitostí, ktoré ho ovplyvňujú, prispievajú k porozumeniu hydrologických vlastností lesných ekosystémov ako integrálnej zložky krajinskej sféry (KANTOR, ŠACH 2007). Potreba poznania intercepcie vychádza z jej relatívne vysokých úhrnov, ktoré ju zaraďujú navzdory zdanlivej nepodstatnosti na popredné miesta v hydrologickom cykle (ŠVIHLA et al. 2012). Taktiež rozmanitosť jej prejavov, vychádzajúca z rôznorodých vplyvov meteorologických činiteľov či biologických vlastností na konkrétnom stanovisku naznačuje, že táto téma ako predmet vedeckých pojednaní nie je ani zďaleka vyčerpaná. Navyiac v súčasnosti, kedy lesné ekosystémy čelia často bezprecedentným antropogénnym formám vplyvu v synergií s globálnymi klimatickými zmenami (GRODZKI et al. 2006, LOMSKÝ, ŠRÁMEK 2004; STŘELCOVÁ et al. 1997), ktorých vplyv navzdory snahám nie je vždy maximálne predikovateľný, je potreba získavania nových poznatkov z predkladanej problematiky veľmi dôležitá v oblastiach lesného či vodného hospodárstva a ekológie.

Predkladaný článok má za cieľ objasniť zákonitosti a priebeh intercepčného procesu horského smrekového porastu na lokalite Červenec v Západných Tatrách. Popri bežných charakteristikách a porovnaníach s doteraz publikovanými štúdiami na túto tému, sme sa zamerali tiež na zhodnotenie špecifik intercepcie v rôznych miestach podkornového priestoru v poraste. Snahou v tomto prípade bolo priniesť nové informácie v tejto širokej problematike.

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika územia

Výskumná plocha sa nachádza v Jaloveckej doline v geomorfologickom podcelku Západne Tatry, časť Sivý vrch v blízkosti chaty na Červenci (Pod Náružím). Pre skúmanú lokalitu je charakteristický jej štvrtohorný glaciálny reliéf. Z geologického hľadiska je územie veľmi pestré, objavuje sa tu kryštalinikum a mezozoikum Vnútorých Západných Karpát s polohami vápencov, slienitých vápencov, slieňovcov, ílovcov a pieskocov spodnej až strednej kriedy, potom vápencov, dolomitov, lokálne aj bridlíc a pieskocov stredného až vrchného triasu. Na východ od centrálného hrebeňa geomorfologickej časti Sivý vrch vystupuje na povrch kryštalinikum zastúpené granodioriom a vysoko-metamorfovanými horninami (ruly) (LEXA et al. 2000). Nami skúmaná plocha sa nachádza práve na tomto geologickom rozhraní. Priemerná ročná teplota lokality Červenec je 2,4 °C a dlhodobý ročný úhrn zrážok 1406 mm (FRIČ 2011). Výskumná plocha sa nachádza v smrekovom lesnom vegetačnom stupni s piatym, najvyšším stupňom ochrany podľa zákona o ochrane prírody a krajiny, v nadmorskej výške 1420 m n. m. Dominanciu v súčasnom drevinovom zložení má smrek obyčajný (*Picea abies*), nasledovaný podľa stanovištných podmienok jedľou bielou (*Abies alba*) a bukom lesným (*Fagus sylvatica*) v nižších a vlhkejších polohách. V hrebeňových partiách a okrajových častiach porastov sa na extrémnych stanovištiach vyskytuje borovica horská (*Pinus mugo*)

a smrekovec opadavý (*Larix decidua*). Veľmi ojedinele sa tu nachádza javor horský (*Acer pseudoplatanus*), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*), jarabina vtáčia (*Sorbus aucuparia*) a čerešňa vtáčia (*Prunus avium*).

Podrobná charakteristika výskumnej plochy

Výskumný stacionár s celkovou rozlohou 0,1 ha je situovaný v prestarnutom smrekovom poraste vo fáze rozpadu. Expozícia plochy je severovýchodná, so sklonom 65% a pravidelným reliéfom. Podľa mapy pôd (ŠÁLY, ŠURINA 2002) a našich terénnych záznamov na metamorfitech a granodioritoch sa vyvinul pôdny typ podzol kambizemný (P2), sprievodne rankre a litozeme z ľahších zvetralín kyslých hornín. V hornom okraji do výskumnej plochy sčasti zasahujú aj rendziny kambizemné (R3) vytvorené na mezozoických vápencoch. Zakmenenie porastu je výrazne redukované ($\rho = 0,6$). Priemerná výška stromov v dospelom poraste s priemerným vekom ≥ 120 rokov a priemernou hrúbkou jedincov 40,5 cm je 26,8 m. Na obr. 1 a 2 uvádzame prehľadné rozdelenie početnosti jedincov podľa výšky a hrúbky. Na ploche sa vyskytuje hustý podrast brusnice čučoriedkovej (*Vaccinium myrtillus*) a ostružiny malinovej (*Rubus idaeus*). V okrajových častiach aj podrast tráv a bylín s občasým výskytom prirodzeného zmladenia smreka obyčajného. Na voľnej ploche sa vyskytuje vysoký počet jedincov prirodzeného zmladenia smreka obyčajného a jarabiny vtáčej.

Priebeh terénneho merania a organizácia meraní

Terénne merania prebiehajú nepretržite od založenia plochy v roku 2006. Základné rozdelenie merania v priebehu roka je na zimný a letný režim. Zimný režim je uplatnený pri nástupe tuhých zrážok (od konca októbra, novembra, do konca apríla, resp. mája). Odber je realizovaný približne v dvojtýždňových intervaloch v závislosti predovšetkým od poveternostných podmienok.

Metodika merania kvantít zrážok na voľnej ploche

Meranie vertikálnych zrážok na voľnej ploche je situované na plochu v bezlesí v dostatočnej vzdialenosti od okolitého lesného porastu tak, aby sa minimalizoval, resp. vylúčil vplyv okolostojacich stromov na množstvo zrážok v závislosti od prúdenia vzduchu. Na meranie vertikálnych zrážok na voľnej ploche je použitý jeden štandardný zrážkomer so zachytnou plochou 500 cm², umiestnený podľa klimatologických zásad (KANTOR 1981).

Metodika merania podkorunových zrážok

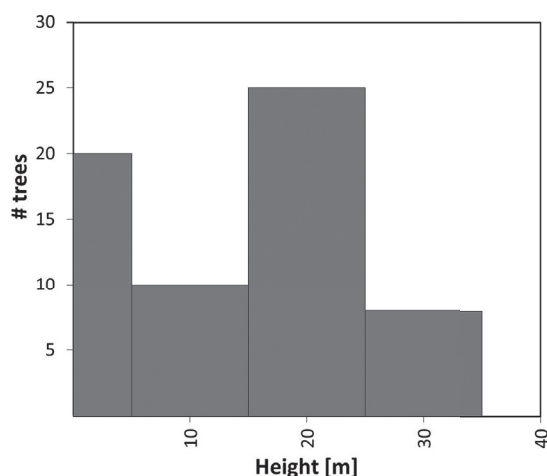
Pre meranie úhrnov podkorunových zrážok boli taktiež použité štandardné zrážkomery so zachytnou plochou 500 cm², umiestnené 1 m nad povrchom zeme. V záujme podchytenia nehomogénnej štruktúry klimaxovej smrečiny sme rozlíšenie zrážkomerov na ploche uskutočnili nasledovne: (i) v porastovej medzere (PM), (ii) v zóne odkvapu z korún – skrop po korune (KO), (iii) pri kmeni (KM) – (nie stok po kmeni).

V každej skupine sú použité tri zrážkomery rozmiestnené podľa zásad reprezentatívnosti, presnosti a vhodnosti merania. Miesto merania v porastovej medzere je charakterizované ako nezapojený priestor v poraste bez stromov o rozlohe približne 20 až 30 m². V tomto priestore sú umiestnené zrážkomery do stredu, aby dopadajúce zrážky boli minimálne ovplyvňované okolo stojacimi stromami. Na meranie zrážok v zóne odkvapu z korún – skropu po korune (zrážok, ktoré po plnom nasýtení korunového priestoru stekajú a odkvapávajú z povrchu časti korún, alebo sú striasane vplyvom vetra na bylennú etáž, hrabanku a pôdu) – sú v letnom období taktiež použité tri zrážkomery. Zrážky pri kmeni sú zachytávané do troch zrážkomerných nádob, umiestnených v tesnej blízkosti kmeňov stromov.

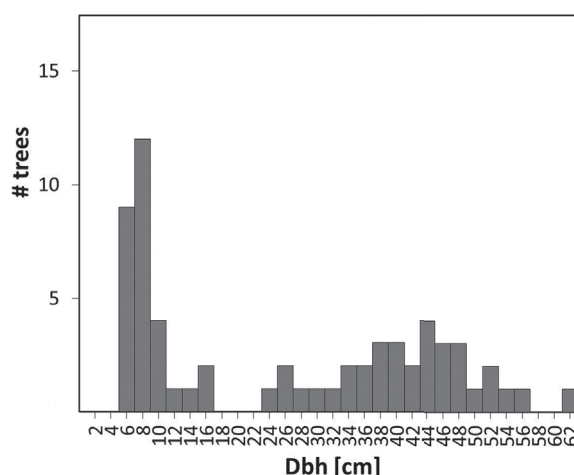
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Charakteristika zrážkového režimu na voľnej ploche

Špecifiká intercepčného procesu, ktorý je predmetom predkladanej práce, veľmi úzko súvisia s charakteristikami zrážkového režimu v konkrétnom čase. Preto je na úvod potrebné popísať jednotlivé roky z pohľadu úhrnu zrážok a ich časovej distribúcie. Nakoľko na ploche prebiehalo meranie spravidla v dvojtýždňových intervaloch bez ohľadu na začiatok či koniec kalendárneho mesiaca, klimatická charakteristika jednotlivých rokov podľa dlhodobých priemerných mesačných intervalov by bola veľmi skresľujúca. Preto sme porovnali vegetačné a mimovegetačné obdobie s dlhodobým priemerom úhrnu zrážok na lokalite podľa klimatologického gradientu. Mimovegetačné obdobie v priebehu roka sme rozdelili na mimovegetačné obdobie I. (január–marec) a mimovegetačné obdobie II. (november–december). Ak hodnotíme jednotlivé roky na základe ročných úhrnov zrážok (1. január–31. december), tak najvlhkejší bol rok 2010 s ročným úhrnom zrážok 1684 mm (120% dlhodobého normálu) a najsušší rok



Obr. 1. Zobrazenie rozdelenia početností stromov podľa výšok
Fig. 1. Abundance distribution of the trees by heights



Obr. 2. Zobrazenie rozdelenia početností stromov podľa hrúbok
Fig. 2. Abundance distribution of the trees by diameters

2011 s ročným úhrnom zrážok 1099 mm (78 % dlhodobého normálu) (tab. 1). Veľmi vlhkým bol aj rok 2007 s ročným úhrnom zrážok 1652 mm, čo predstavuje 117 % dlhodobého normálu. Rok 2008 bol zrážkovo podpriemerný s celoročným úhrnom 1240,7 mm (88 % dlhodobého normálu) a obdobne i rok 2009 s úhrnom 1315 mm (93 % dlhodobého normálu). Počas vegetačného obdobia nám vychádza ako najdaždivejší opäť rok 2010, kedy vo vegetačnom období spadlo 86 % ročného úhrnu zrážok. Avšak najsuchšie vegetačné obdobie sme zaznamenali v roku 2009. V danom roku spadlo v lete iba 689 mm zrážok, čo predstavovalo 52 % z ročného úhrnu. V ostatných rokoch sa úhrn zrážok počas vegetačného obdobia pohyboval od 732 mm (2008) po 955 mm (2011). Najvýraznejšie rozdiely sezónnej distribúcie zrážok boli v roku 2010 (tab.1), kedy na mimovegetačné obdobie I. pripadlo 12 % a dokonca na mimovegetačné obdobie II. len 3 % celoročného úhrnu zrážok, pričom cez vegetačné obdobie v tomto roku spadlo 86 % ročného úhrnu zrážok, čo predstavovalo ročný úhrn zrážok dlhodobého priemeru. Podobný priebeh sme zaznamenali aj v roku 2011, kedy cez vegetačné obdobie spadlo na výskumnej ploche 87 % ročného úhrnu zrážok, čo predstavovalo 955 mm. Ročný úhrn zrážok v roku 2011 bol iba 1099 mm. Podľa výsledkov mal pravdepodobne aj tento fakt dopad na hodnotu intercepce, pretože práve v týchto dvoch rokoch sme zaznamenali cez vegetačné obdobie najnižšie hodnoty sumárnej intercepce v zóne odkvapu z korún.

Z údajov uvedených v tab. 1 je vidieť, že zrážkové pomery v jednotlivých rokoch boli značne odlišné. V priebehu sledovaného obdobia sa striedali náhle prechody suchých období so zrážkovým deficitom s chladnejšími vlhkými cyklónálnymi situáciami, čo pôsobilo najmä na charakter zrážok z hľadiska ich sily, intenzity a dĺžky trvania. To v podstatnej miere ovplyvnilo celkový intercepčný proces v poraste v priebehu jednotlivých rokov.

Vyhodnotenie intercepčného procesu v jednotlivých miestach merania počas vegetačných období v priebehu rokov 2007–2011

Intercepčia v poraste nadobúda spravidla kladné hodnoty. Množstvo vody zo zrážok, ktoré je vyparené späť do atmosféry, resp. nedosiahne povrchu pôdy, závisí od mnohých faktorov, ktoré v tomto procese pôsobia. Jedným z faktorov, ktoré ovplyvňujú hodnotu intercepce vyjadrenej či už v % alebo mm vodného stĺpca, je podoba lesného porastu. Koruny stromov sa vyznačujú značnou variabilitou, čo spôsobuje rozdielnu priestorovú distribúciu podkorunových zrážok. V lesoch s minimálnym, alebo žiadnym výchovným zásahom sa heterogenita porastu ešte znásobuje. Cieľom príspevku je vyhodnotenie vplyvu porastu na priebeh intercepčného procesu, a teda aj zrážkového režimu horskej smrečiny. Z údajov úhrnov zrážok sú zistené hodnoty intercepce, ktoré sú v jednotlivých miestach merania graficky spracované

pre vegetačné obdobia v rokoch 2007–2011. Mimovegetačné obdobia (január–marec, november–december) sú vyjadrené sumárne (tab. 1), pretože vyjadrenie intercepce tuhých zrážok pri kratších časových intervaloch môže byť skreslené. Zrážky vo forme snehu sú totiž zachytené (obdobie akumulácie snehu) v korunovom priestore a k ich opadu dochádza až v období topenia snehu, čím nemusí vyjadrenie intercepce v kratších časových intervaloch zodpovedať skutočnosti (MINDÁŠ, ŠKVARENINA 2010).

Nakoľko zrážky vo vegetačnom období majú rozhodujúci význam pri tvorbe biomasy, venujeme im v tejto práci širší priestor. Najvyrovnejšie hodnoty intercepce počas celého výskumu sme zaznamenali v porastovej medzere. Tá je charakterizovaná ako voľný priestor vytvorený uvoľneným zápojom porastu, čo je typické pre porasty v štádiu rozpadu. Intercepčia sa tu počas vegetačného obdobia pohybovala v roku 2007 v rozmedzí 7–33 %, 2008 od 10–48 %, 2009 12–40 %, 2010 od 7–46 % a v roku 2011 od 9–39 % zrážok voľnej plochy. Hodnoty intercepce z meraní počas vegetačných období v priebehu jednotlivých rokov v porastovej medzere sú zobrazené na obr. 3.

Celkové inerpčné straty priestoru porastovej medzery na úrovni porastu vo vegetačnom období (tab. 2) boli v roku 2007 – 162 mm, 2008 – 208 mm, 2009 – 170 mm, 2010 – 374 mm a v roku 2011 – 211 mm. Množstvo intercepčných strát sa v porastovej medzere spravidla najviac odvíja od množstva zrážok za vyhodnotenú dobu. Hoci porastová medzera predstavuje priestor bez stromov, aj tu sa výrazne prejavuje bočný vplyv. K intercepčným stratám v tomto priestore dochádza najmä pôsobením okolostojacich stromov, čím časť zrážok nedosahuje pôdny povrch.

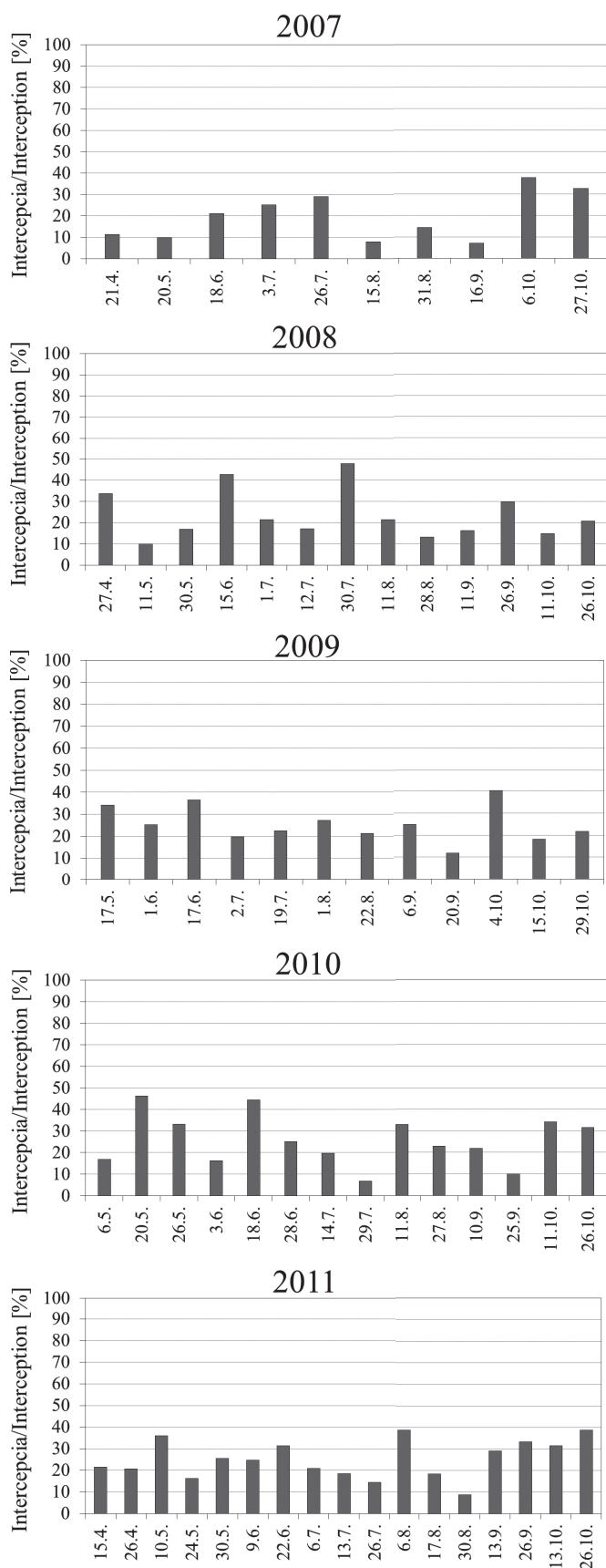
Najvýraznejšie rozdiely časového priebehu hodnôt intercepce boli zaznamenané pri podkorunových zrážkach v zóne odkvapu z korún (obr. 4). Výskumná plocha Červenec sa nachádza v oblasti s výskytom hmly v intervale 70–300 dní (MINDÁŠ, ŠKVARENINA 1995). Hmlové zrážky neovplyvňujú len samotný úhrn podkorunových zrážok, ktorý môže byť ich vplyvom navýšený nad úroveň vertikálnych zrážok zistených v bezleši, ale priamo ovplyvňujú aj korunový priestor stromov. Totiž pri výskyte hmlových zrážok je povrch korunového priestoru rýchlo nasýtený vodou. Relatívna schopnosť atmosféry odoberať vodu z povrchu, ktorý je nasýtený vodou, sa dostáva na minimum, čím pri okamžitom či následnom výskyte vertikálnych zrážok dochádza k ich úplnému prepadu cez korunový priestor stromov. Tento jav popisuje tiež KADLUS (1989), ktorý zároveň označuje zápornú hodnotu intercepce (množstvo zrážok v poraste prevyšuje množstvo zrážok v bezleši, napríklad pri námraze) ako percepciu. Ako vidíme na obr. 4, hodnota intercepce v zóne odkvapu z korún sa počas vegetačného obdobia pohybovala v roku 2007 v rozmedzí 13–50 %, v roku 2008 od (–29)–74 %, v roku 2009 od (–54)–70 %, v roku 2010 od (–39)–65 % a v roku 2011 od (–33)–91 %. Z jednotlivých miest merania bola záporná inter-

Tab. 1.

Ročné úhrny zrážok, úhrny zrážok v jednotlivých obdobiach a ich porovnanie s dlhodobým priemerom
Annual precipitation totals, precipitation totals in individual seasons and their comparison with the long-term average

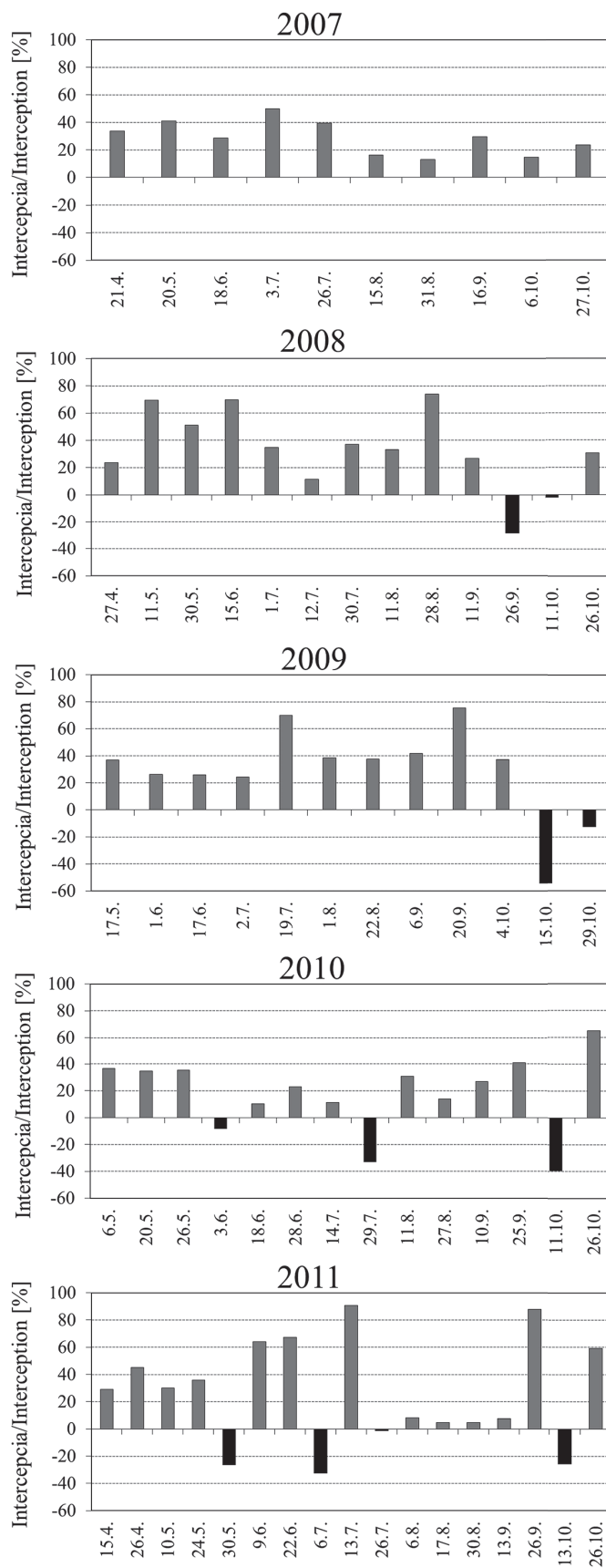
Rok/ Year	Mimoveg. obdobie I. (1.1.–31.3.)		Mimoveg. obdobie II. (1.11.–31.12.)		Mimoveg. Obdobie I.+II./ Season I.+II.		Vegetačné obdobie/ Growing season		Celoročne Yearly
	Úhrn/total [mm]	%*	Úhrn/total [mm]	%*	Úhrn/total [mm]	%*	Úhrn/total [mm]	%*	Úhrn/total [mm]
2007	503,7	30	196,56	12	700,3	42	951,8	58	1652,1
2008	320,8	26	187,6	15	508,4	41	732,3	59	1240,7
2009	366,6	28	260,0	20	626,6	48	688,9	52	1315,5
2010	195,4	12	48,8	3	244,1	15	1440,1	86	1684,2
2011	77,4	7	67,0	6	144,4	13	954,8	87	1099,2
N	288,0	20	205	15	493,0	35	913,0	65	1406,0

*percento zrážok z ročného úhrnu na voľnej ploche/annual total precipitation percentage in an open area; N – dlhodobý priemer/long-term average



Obr. 3. Hodnoty intercepce v porastovej medzere počas vegetačných období 2007–2011

Fig. 3. Values of interception in the canopy gap during the growing seasons 2007–2011



Obr. 4. Hodnoty intercepce v zóne odkvapu s korún počas vegetačných období 2007–2011

Fig. 4. Values of interception in the dripping zone at crown periphery during the growing seasons 2007–2011

cepcia zaznamenaná iba v tomto priestore. Je to však logické, nakoľko horské ekotypy smreka morfológiou svojich korún vytvárajú vhodné podmienky pre stekanie a odkvap zadržanej vody. Najvyššia záporná hodnota intercepce v zóne odkvapu z korún bola koncom vegetačného obdobia v mesiaci október roku 2009 (obr. 4). Hodnota (-54%) v tomto prípade predstavovala navýšenie o 30 mm úhrnu zrážok v zóne odkvapu z korún oproti úhrnu zrážok na voľnej ploche. Ďalšie navýšenie úhrnu podkorunových zrážok pôsobením horizontálnych zrážok z hmly sme zaznamenali aj v rokoch 2010 a 2011. Záporná hodnota intercepce sa v oboch prípadoch pohybovala na úrovni (-33%), čo predstavovalo navýšenie o približne 70 mm zrážok. Obe obdobia sa vyznačovali vysokými úhrnmi zrážok voľnej plochy (cca 270 mm). Môžeme predpokladať, že významnú úlohu na navýšení úhrnu zrážok

v týchto prípadoch mali jednak horizontálne zrážky, ako aj silné prúdenie vzduchu počas prudkých zrážkových udalostí v meranom období, kedy dochádzalo vplyvom vetra k značnému striasaniu zachytených zrážok a zanášaniam dažďa do korunového priestoru.

Najvyššie hodnoty intercepce počas vegetačných období v jednotlivých rokoch merania sme zaznamenali v zrážkomeroch umiestnených pri kmeni (obr. 5). Miesto merania pri kmeni sa nestotožňuje s pojmom stok po kmeni, preto intercepčné straty nedosahujú nízkych hodnôt stoku po kmeni, ktoré sa pohybujú pri smrekových porastoch v mesačných priemeroch 1,4% zrážok voľnej plochy (0,3–2,7%) (KANTOR 1981), 0,9–1% (ŠITKOVÁ et al. 2011), 0,1% zrážok voľnej plochy (TUŽINSKÝ 1988). Naše výsledky zóny pri kmeni sa pohybovali počas vegetačných období na úrovni 22–37% zrážok voľnej plochy.

Tab. 2.

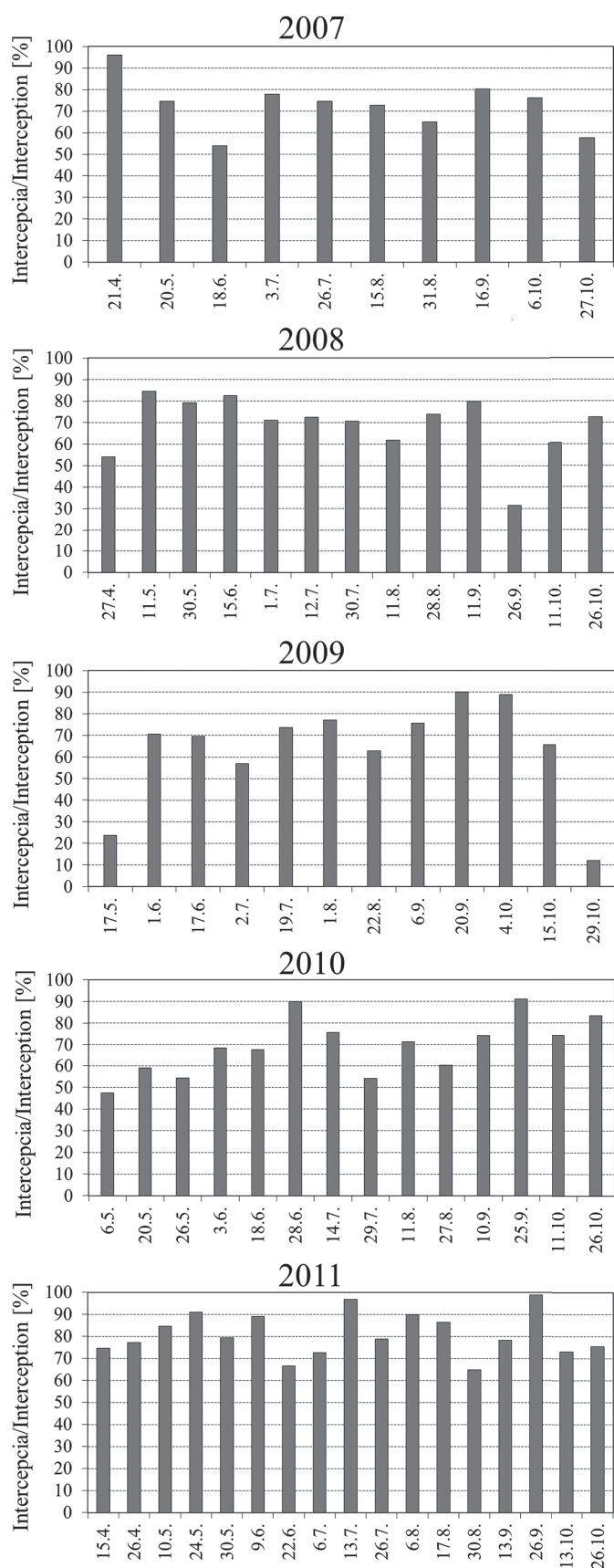
Prehľad hodnôt intercepce, úhrnov zrážok voľnej plochy a zrážok v poraste v jednotlivých miestach merania

Summary values of the interception, precipitation totals on the open area and stand precipitations in the places of measurement

Rok/Year		Mimovegetačné obdobie I,II, 1.1.–31.3./1.11.–31.12.			Vegetačné obdobie 1.4.–31.10			Celoročne Yearly		
		úhrn	I [mm]	I [%]	úhrn	I [mm]	I [%]	úhrn	I [mm]	I [%]
2007	PM	427,9	272,4	39	790,2	161,6	17	1218,0	434,0	26
	KO	499,9	200,4	29	688,6	263,2	28	1188,6	463,5	28
	KM	350,2	350,1	50	256,0	695,8	73	606,2	1045,9	63
	VP	700,3	–	–	951,8	–	–	1652,1	–	–
	P*	426,0	274,3	39	578,3	373,5	39	1004,3	647,8	39
2008	PM	352,4	155,9	31	524,5	207,8	28	876,9	363,7	29
	KO	404,3	104,1	20	518,1	214,2	29	922,4	318,3	26
	KM	293,1	215,3	42	236,1	496,2	68	529,1	711,5	57
	VP	508,4	–	–	732,3	–	–	1240,7	–	–
	P*	349,9	158,4	31	426,2	306,1	42	776,1	464,5	37
2009	PM	480,3	146,3	23	519,9	169,0	25	1000,2	315,3	24
	KO	559,5	67,1	11	516,3	172,6	25	1075,8	239,7	18
	KM	349,7	276,9	44	257,3	431,7	63	607,0	708,6	54
	VP	626,6	–	–	688,9	–	–	1315,5	–	–
	P*	463,2	163,4	26	431,2	257,8	37	894,3	421,2	32
2010	PM	152,0	92,1	38	1066,4	373,8	26	1218,4	465,9	28
	KO	143,1	101,0	41	1238,1	202,1	14	1381,1	303,1	18
	KM	111,0	133,1	55	495,5	944,7	66	606,4	1077,8	64
	VP	244,1	–	–	1440,1	–	–	1684,2	–	–
	P*	135,4	108,8	45	933,3	506,8	35	1068,6	615,6	37
2011	PM	72,6	71,8	50	744,3	210,5	22	816,9	282,3	26
	KO	84,6	59,8	41	904,7	50,1	5	989,3	109,9	10
	KM	43,5	100,9	70	208,7	746,1	78	252,2	847,0	77
	VP	144,4	–	–	954,8	–	–	1099,2	–	–
	P*	66,9	77,5	54	619,2	335,6	35	686,1	413,1	38
Ø	PM	297,0	147,7	36	729,0	224,5	24	1026,1	372,3	27
	KO	338,3	106,5	29	773,2	180,4	20	1111,4	286,9	20
	KM	229,5	215,3	52	290,7	662,9	69	520,2	878,2	63
	VP	444,8	–	–	953,6	–	–	1398,3	–	–
	P*	288,3	156,5	39	597,6	356,0	38	885,9	512,4	37

*Porast počítaný ako priemer z hodnôt: porastovej medzery, zóny odkvap z korún, zóny pri kmeni/Forest calculated as the average of the values: canopy gap, dripping zone at crown periphery, central crown zone near the tree stem

Vysvetlivky/Captions: úhrn – úhrn zrážok/total precipitation (mm); I mm – intercepčia/interception (mm); I % – intercepčia/interception (%); PM – porastová medzera/canopy gap; KO – zóna odkvap z korún/dripping zone at crown periphery; KM – miesto pri kmeni/central crown zone near the tree stem; VP – voľná plocha/open area



Obr. 5. Hodnoty intercepčie v mieste pri kmeni počas vegetačných období 2007–2011

Fig. 5. Values of interception in the central crown zone near the tree stem during the growing seasons 2007–2011

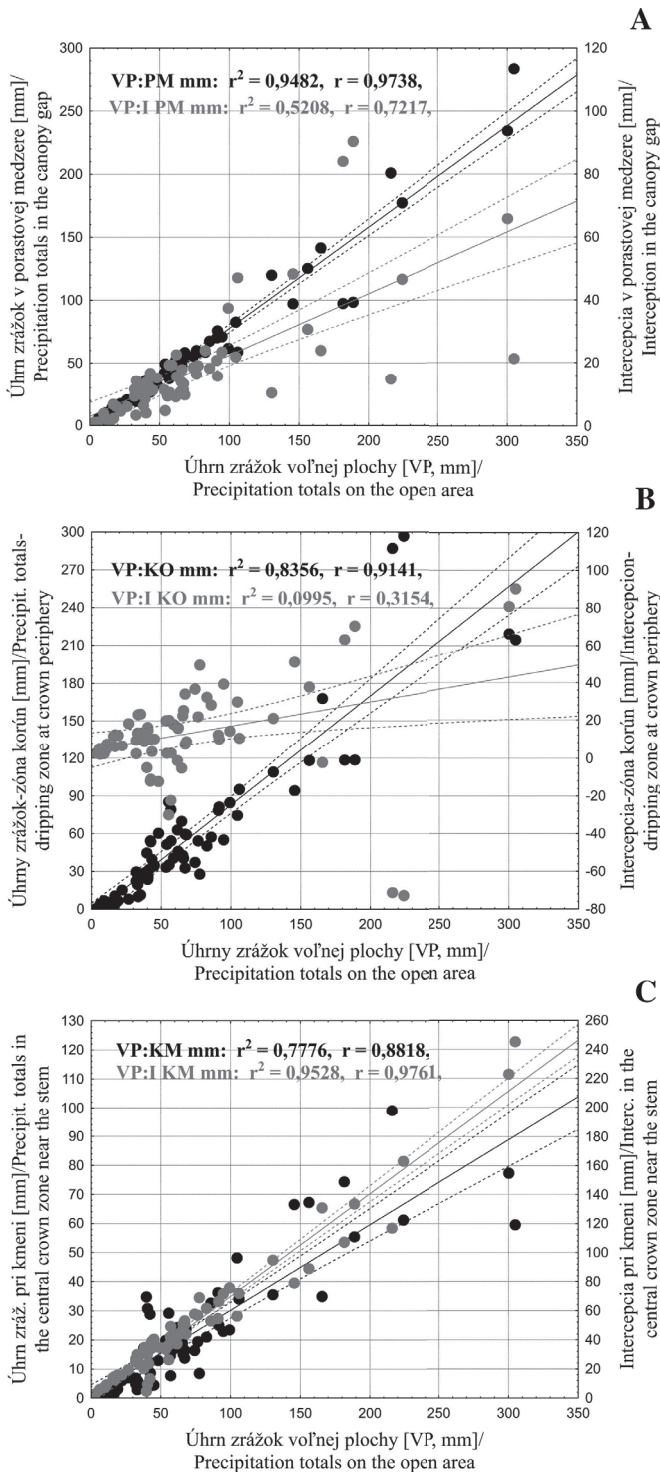
Intercepčné straty sú v tomto priestore najväčšie zo všetkých miest merania, čomu zodpovedá prienik zrážok v podkorunovom priestore v blízkosti kmeňov stromov, kde štruktúra a morfológia korún najviac zabraňujú prieniku zrážok. K prieniku zrážok v mieste pri kmeni dochádza v druhej fáze (nasytovanie intercepčnej kapacity korunového priestoru) a k plnému prieniku zrážok až v tretej fáze (fáza nasýtenej intercepčnej kapacity), ako uvádza KREČMER, FOJT (1981).

Hodnoty intercepčie v mieste pri kmeni sa vo vegetačnom období pohybovali v roku 2007 v rozmedzí 54–96%, 2008 32–85%, 2009 12–90%, 2010 47–91% a v roku 2011 67–99%. Najvyššia hodnota 99% v roku 2011 bola zaznamenaná pri úhrne zrážok voľnej plochy 3 mm (obr. 5).

Z vyjadrení závislosti úhrnov zrážok voľnej plochy a úhrnov zrážok v jednotlivých miestach merania môžeme vidieť, že tesnosť korelácie sa znižuje od porastovej medzery smerom k zóne pri kmeni (obr. 6). Hodnota koeficienta determinácie ($r = 0,97$) pri vyjadrení závislosti úhrnu zrážok VP a úhrnu v porastovej medzere (obr. 6A) nám vyjadruje najnižšiu variabilitu úhrnov v porastovej medzere ako aj variačný koeficient ($r^2 = 0,95$), ktorý nám interpretuje najvyššiu mieru tesnosti v tomto mieste merania.

Potvrďuje to podobnosť zrážkového režimu v priestore porastovej medzery a voľnej plochy. To znamená, že na hodnoty úhrnov zrážok v porastovej medzere vplyva porast, respektíve okrajové stromy, v podstatne menšej miere ako je to v zóne odkvapu z korún, prípadne v mieste pri kmeni. Samozrejme že hodnota „ r “ ako aj „ r^2 “ sa od stredu porastovej medzery (umiestnenie zrážkomera) smerom k porastovej stene bude znižovať vplyvom výraznejšieho pôsobenia korún stromov a prevládajúceho vetra na úhrn zrážok. V priestore odkvapu z korún sa tesnosť korelácie ($r = 0,91$) oproti porastovej medzere znižuje a k úhrnom zrážok voľnej plochy prístupujú ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú úhrny zrážok v zóne odkvapu z korún (obr. 6B). Zníženie $r^2 = 0,84$ spôsobuje predovšetkým vstup horizontálnych zrážok v tomto priestore (voľná plocha, porastová medzera bez hmlových zrážok) ako aj výraznejší vplyv korún stromov (skroplná kapacita, zachytávanie zrážok, tvar koruny atď.) ako v porastovej medzere. Najnižšia tesnosť $r = 0,88$ bola zaznamenaná v porovnaní úhrnov zrážok voľnej plochy a úhrnov zrážok pri kmeni (obr. 6C). Táto závislosť má samozrejme lineárny priebeh, ale variabilita hodnôt úhrnov zrážok pri kmeni je najviac rozptýlená okolo priemeru, čo zodpovedá charakteru prieniku zrážok v tomto priestore. Kým dôjde k prieniku zrážok v priestore pri kmeni, musí byť povrch korún úplne zmáčaný. To znamená, že takmer celé množstvo zrážok prepadáva cez korunový priestor. V prípade zrážkových udalostí s nízkou silou a intenzitou môže byť prepad zrážok pri kmeni takmer nulový, naopak pri podobných úhrnoch zrážok, ale s výraznejšou silou a intenzitou zrážok, sa množstvo zrážok prienikajúcich v priestore pri kmeni zvyšuje. Pri takýchto rozdielnych zrážkových udalostiach sa výrazne odlišuje pomer množstva úhrnu zrážok voľnej plochy a úhrnu v mieste pri kmeni, čo má za následok jednak zníženie tesnosti, a jednak zvýšenie variability pri vyjadrení úhrnov zrážok v mieste pri kmeni.

Podobne sme vyjadrili aj lineárnu závislosť úhrnov zrážok voľnej plochy (vegetačné obdobie, dvojtýždňové intervaly) a intercepčie (mm). V tomto prípade sa závislosť intercepčie a úhrnov zrážok voľnej plochy znižuje od stredu porastovej medzery (obr. 6A) smerom do priestoru odkvapu z korún (obr. 6B), kde je najmenej významná a v mieste pri kmeni množstvo intercepčných strát najviac závisí od množstva vertikálnych zrážok (obr. 6C). V porastovej medzere na hodnoty intercepčie vplyva najmä množstvo vertikálnych zrážok a vietor. Rozptýlené hodnoty intercepčie (mm) sa zvyšuje pri vyšších úhrnoch zrážok (približne nad 100 mm). Vyššie úhrny zrážok, ktorých počet za obdobie piatich rokov nepresahuje číslo 15, môžeme chápať ako obdobia merania s výskytom zrážkových udalostí s veľkou silou a intenzitou, ktoré bývajú sprevádzané často silným prúdením vzduchu, alebo sú to daždivé obdobia s nízkymi intenzitami a silou zrážok. Takéto prípady výrazne ovplyvňujú variabilitu intercepčného procesu a hodnoty intercepčných strát



Obr. 6.

Regresný vzťah medzi zrážkami voľnej plochy a úhrnmi zrážok a intercepcie v jednotlivých miestach odberov (vegetačné obdobia)

Fig. 6.

Regression between precipitation totals on the open area and precipitation totals and values of interception in the individual measuring places in the forest (growing seasons)

Vysvetlivky/Captions:

čierne vyjadrenie: regresná závislosť medzi úhrnmi zrážok voľnej plochy a zrážkovými úhrnmi v jednotlivých miestach merania; regresný vzťah A – úhrny zrážok voľnej plochy a porastovej medzery; regresný vzťah B – úhrny zrážok voľnej plochy a zóny odkvapu z korún; regresný vzťah C – úhrny zrážok voľnej plochy a miesta pri kmeni/**black expression:** regression between precipitation totals on the open area and the precipitation totals in the individual measurements places in the forest; regression A – precipitation totals on the open area and canopy gap; regression B – precipitation totals on the open area and in the dripping zone at the crown periphery; regression C – precipitation totals on the open area and in the central crown zone near the tree stem

sivé vyjadrenie: regresná závislosť medzi úhrnmi zrážok voľnej plochy a intercepcie v jednotlivých miestach merania; regresný vzťah A – úhrny zrážok voľnej plochy a intercepcie v porastovej medzere; regresný vzťah B – úhrny zrážok voľnej plochy a intercepcie v zóne odkvapu z korún; regresný vzťah C – úhrny zrážok voľnej plochy a intercepcie v mieste pri kmeni/**grey expression:** regression between precipitation totals on the open area and interception in the individual measurements places in the forest; regression A – precipitation totals on the open area and interception in the canopy gap; regression B – precipitation totals on the open area and interception in the dripping zone at crown periphery; regression C – precipitation totals on the open area and interception (mm) in the central crown zone near the tree stem

A môžu pri vysokých úhrnoch zrážok voľnej plochy nadobúdať vysoké, ale naopak aj nízke hodnoty intercepcných strát. Pri zrážkových udalostiach s vyšším úhrnom je vplyv vertikálnych zrážok v porastovej medzere podmienený najmä vplyvom vetra, ktorý na jednej strane odnáša zrážky z centrálneho priestoru porastovej medzery na náveternú časť okraja porastu a na strane druhej vytvára zrážkový tieň v záveternej časti priestoru porastovej medzery. V prípade vyjadrení závislosti úhrnov vertikálnych zrážok a intercepcie v zóne odkvapu z korún (obr. 6B) je lineárna závislosť najmenej významná zo všetkých miest merania ($r^2 = 0,995$). Priebeh intercepcie v priestore odkvapu z korún je ovplyvnený najmä výskytom horizontálnych zrážok (ovplyvnenie schopnosti zadržiavania zrážok v korunovom priestore), prúdením vzduchu (striasanie) a parametrami zrážkových udalostí ovplyvňujúcich intercepcný proces v tomto priestore porastu. Opačné hodnoty parametrov korelácie sú v mieste merania pri kmeni (obr. 6C). Hodnota intercepcie lineárne stúpa v závislosti od výšky úhrnu zrážok voľnej plochy, a to bez ohľadu na množstvo. Na rozdiel od vyjadrení závislosti intercepcie v porastovej medzere (obr. 6A), zóne odkvapu z korún a úhrnu zrážok voľnej plochy v mieste pri kmeni sa variabilita hodnôt intercepcie (mm) nemení ani pri vysokých úhrnoch (nad 100 mm).

B Celkový priebeh intercepcie v jednotlivých miestach merania v podkorunovom priestore porastu na výskumnej ploche je v jednotlivých rokoch počas vegetačných období zobrazený kumulatívnym vyjadrením hodnôt intercepcie (mm) spolu so zrážkami voľnej plochy (obr. 7). Vyjadrenie kumulatívnej intercepcie je podľa vzťahu (platí pre vyjadrenie intercepcie (mm, %), alebo pri vyjadrení kumulatívnych hodnôt úhrnov zrážok voľnej plochy):

$$I_1.KUM. = I_1.$$

$$I_2.KUM. = I_1. + I_2.$$

$$I_n.KUM. = I_1. + I_2. + \dots + I_n, \text{ alebo: } I_{n-1}. + I_n.$$

kde:

- $I_1 \dots I_n$ hodnota intercepcie (mm, %) 1. až n-tého merania
- $I_1.KUM. \dots I_n$ hodnota kumulatívneho vyjadrenia intercepcie (mm, %) 1. až n-tého merania

C Najvyššie hodnoty intercepcie počas celého merania sú vo vegetačných obdobiach v mieste pri kmeni. Podobný priebeh má kumulatívna intercepcia v rokoch 2008 a 2009. Hodnoty intercepcných strát v zóne odkvapu z korún spočiatku mierne prevyšovali intercepcné straty v porastovej medzere, ale koncom obdobia navýšením úhrnov horizontálnymi zrážkami ako aj ovplyvnením korunového priestoru sa rozdiel znížil a hodnota intercepcie (mm) v porastovej medzere a zóne odkvapu z korún cez vegetačné obdobia v rokoch 2008 a 2009 bola vyrovnaná. Rozdiel v úhrnoch počas vegetačného obdobia bol v týchto rokoch len 43 mm a aj priebeh zrážok podľa kumulatívneho vyjadrenia (obr. 7) je veľmi podobný. V roku 2009 boli počas jednotlivých odberov zaznamenané prevažne nižšie úhrny zrážok, čomu zodpovedá aj lineárnejší priebeh zrážok voľnej plochy kumulatívnym vyjadrením.

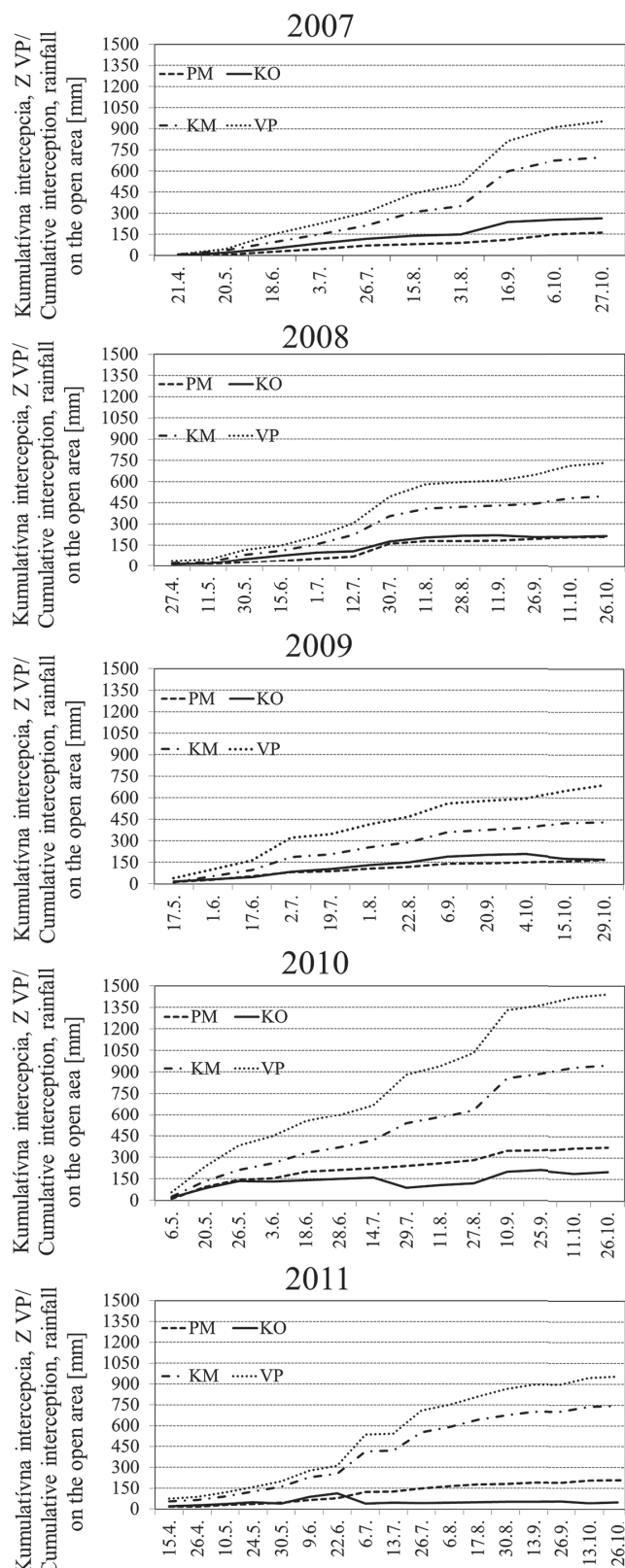
Najväčšie rozdiely kumulatívnej intercepcie (mm) sú viditeľné počas vegetačných období v roku 2010 a 2011. Výrazný vplyv horizontálnych zrážok, ako aj vysoké úhrny zrážok (najmä rok 2010) vo vegetačných obdobiach v týchto rokoch, sa prejavili na najnižších hodnotách intercepcie v daných rokoch aj v priebehu merania. Množstvo intercepčných strát v zóne odkvapu z korún v roku 2010 (vegetačné obdobie) bolo 202 mm, čo predstavovalo 14 % zachytených zrážok z úhrnu na voľnej ploche. V roku 2011 bolo množstvo zachytených zrážok ešte nižšie a intercepčné straty vo vegetačnom období boli len 50 mm, čo predstavovalo hodnotu úhrnnej intercepcie 5 % zo zrážok voľnej plochy. Úhrnná intercepčia vegetačných období počas celého merania bola v porastovej medzere 24 %, v zóne odkvapu z korún 19 % a v mieste pri kmeni tvorili intercepčné straty 70 % zrážok z celkového úhrnu zrážok za vegetačné obdobia rokov 2007–2009.

Celkové vyhodnotenie intercepčného procesu v jednotlivých rokoch merania

Celkové absolútne a relatívne hodnoty podkorunových zrážok v jednotlivých miestach merania a intercepčných strát na výskumnej ploche v rokoch 2007–2011 udáva prehľadová tab. 2. V priemere počas celého obdobia tvorili zrážky v porastovej medzere horskom smrekovom poraste 73 %, v zóne odkvapu z korún 80 %, v mieste pri kmeni 37 % zrážok voľnej plochy. V priemere sa na nižšie položenú vegetáciu dostávalo v podkorunovom priestore 63 % zrážok z voľnej plochy. Intercepčia dosahovala v priemere za celé merané obdobie v porastovej medzere 27 %, v zóne odkvapu z korún 20 % a v mieste pri kmeni 63 % zo zrážok voľnej plochy. Celkovú hodnotu intercepcie ako aj intercepčných strát v mieste merania v zóne odkvapu z korún výrazne ovplyvnili hodnoty intercepcie v rokoch 2010 a 2011, kedy hodnota intercepcie vo vegetačnom období dosiahla 14 % v roku 2010 a 5 % v roku 2011. Intercepčné straty boli v priemere počas celého merania v porastovej medzere 372 mm, v zóne odkvapu z korún 287 mm a v mieste pri kmeni 879 mm. V priemere bolo v korunovom priestore horskej smrečiny zachytených v ročnom cykle 512 mm zrážok z priemerného ročného úhrnu zrážok voľnej plochy 1398 mm, čo predstavovalo 37 % z úhrnu vertikálnych zrážok v bezleši.

Rozdiely sú v hodnotách intercepcie ako aj intercepčných strát v porovnaní jednotlivých rokov, no výraznejšie sú pri porovnaní vegetačných období v jednotlivých rokoch. Dôvodom sú jednak rozdielne ročné úhrny zrážok (s tým spojené rozloženie zrážok, intenzita, sila atď.), ako aj úhrny a rozloženie zrážok počas jednotlivých vegetačných období. Najväčšie rozdiely sú pri vyhodnotení intercepcie v zóne odkvapu z korún, kde počas vegetačných období sa hodnota úhrnnej intercepcie pohybovala od 5 do 28 %. V tomto prípade zohrali výrazný vplyv aj horizontálne zrážky.

Porovnanie našich výsledkov merania intercepcie na úrovni porastu v jednotlivých rokoch, ako aj počas celého obdobia, s výsledkami iných autorov, sú uvedené v prehľadovej tab. 3. Hodnoty intercepcie (%), ako aj podkorunových zrážok v jednotlivých miestach merania v zóne odkvapu z korún, porastovej medzere a miesta pri kmeni dobre korešponujú s výsledkami iných prác (tab. 3). Hodnoty intercepcie v rozsahu 30 až 36 % uvádzajú napríklad HALMOVÁ et al. (2006), KREČMER et al. (1981), MINĎÁŠ et al. (2001), WEIHE (1974) a ďalší autori, ktorí skúmali intercepčný režim v európskych smrekových porastoch. Rozdielnosti pri celkových hodnotách intercepcie s hodnotami uvedených prác je spôsobená predovšetkým rozdielnou nadmorskou výškou výskumnej plochy, množstvom zrážok a štruktúrou porastu (redukované zakmenenie, väčšia korunovosť, resp. nižšie nasadenie koruny – „prirodený“ horský smrekový porast). Z tab. 3 vidíme, že nižšie hodnoty boli zistené v mladých porastoch (SITKOVÁ et al. 2011; ZELENÝ 1967). KANTOR (1984) ako aj MINĎÁŠ a ČABOUN (2002) zdôvodňujú nimi zistené nízke intercepčné straty vysokým podielom horizontálnych zrážok z hmiele a nízkej oblačnosti, ktoré nasýtli intercepčnú kapacitu horských smrečín v hrebeňových polohách.



Obr. 7.

Kumulatívne vyjadrenie intercepcie v jednotlivých miestach merania a úhrnov zrážok voľnej plochy vo vegetačnom období 2007–2011

Fig. 7.

Cumulative expression of values interception in the individual of locations measurement and precipitation totals on the open area during the growing seasons 2007–2011.

Vysvetlivky/Captions: PM – porastová medzera/canopy gap; KO – zóna odkvapu z korún/dripping zone at crown periphery; KM – miesto pri kmeni/central crown zone near the tree stem; VP – voľná plocha/open area

ZÁVER

Výskum prináša detailné výsledky z hodnotenia meraní vertikálnych kvapalných zrážok, kvapalných podkorunových zrážok a intercepcie v Západných Tatrách. Porast, v ktorom sa uskutočnil výskum, sme charakterizovali ako prírodný horský smrekový les vo fáze rozpadu s redukovaným zakmenením. Cieľom vyhodnocovania bolo objasniť zrážkovo-intercepčné procesy prebiehajúce v podkorunovom priestore porastu na výskumnej ploche Červenec (1420 m n. m.).

Z merania úhrnov zrážok v rokoch 2007–2011 v podkorunovom priestore sme stanovili priemerné hodnoty intercepcie v jednotlivých miestach odberov nasledovne: v porastovej medzere 27 %, v zóne odkvap z korún 20 %, v mieste pri kmeni 63 % zo zrážok na voľnej ploche. Sumárnu hodnotu intercepcie sme vyjadrili ako priemernú hodnotu z jednotlivých miest merania na 37 %. Z merania sa potvrdil významný vplyv korunového priestoru sledovaného porastu na variabilitu v prepúšťaní zrážok aj na relatívne malom plošnom území. Najvýraznejšie rozdiely v hodnotách intercepcie sa potvrdili v zóne odkvap z korún, resp. skropnej zóne, kde intercepčný proces podlieha mnohým faktorom. Z merania sa potvrdil vplyv horizontálnych zrážok na hodnoty intercepcie najmä v odkvapovej zóne prostredníctvom záporných hodnôt intercepcie v tomto mieste merania, čo sa prejavilo na rozdielnych hodnotách sumárnej intercepcie počas jednotlivých vegetačných období, kedy sa hodnoty pohybovali od 5 % v roku 2010 po 28 % zo zrážok voľnej plochy v roku 2007. Dôležitú úlohu zohráva v intercepčnom procese aj rozloženie zrážok v priebehu roka, najmä striedanie častých zrážkovo deficitných období, s obdobiami s výraznou zrážkovou aktivitou.

Podakovanie:

Tento príspevok je výsledkom realizácie projektu: Centrum excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese a krajine, ITMS: 26220120120, podporovaný výskumným a vývojovým operačným programom financovaným z ERDF ako aj vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Dobudovanie centra excelentnosti: Adaptívne lesné ekosystémy, ITMS: 26220120049, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Tento príspevok je tiež podporovaný grantmi na výskum VEGA 1/1130/12, VEGA 1/0281/11, VEGA 1/0257/11 zo Slovenskej grantovej agentúry pre vedu a Agentúry na podporu výskumu a vývoja v rámci zmluvy č. APVV 0423-10 a č. APVV 0303-11.

LITERATÚRA

- FRIČ M. 2011. Odozva rastových procesov dreveniny smrek na zrážkový a vlhkosťný režim stanovišta. Dizertačná práca. Zvolen, TU, Lesnícka fakulta: 95 s.
- GRODZKI W., JAKUŠ R., LAJZOVÁ E., SITKOVÁ Z., MACZKA T., ŠKVARENINA J. 2006. Effects of intensive versus no management strategies during an outbreak of the bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in the Tatra Mts. in Poland and Slovakia. *Annals of Forest Science*, 63: 55–61.
- HALMOVÁ D., PEKÁROVÁ P., MIKLÁNEK P. 2006. Rainfall interception in hornbeam and spruce forest in Slovakia. *Meteorological Journal* 9: 123–129.
- KADLUS Z. 1989. Námraza jako bioklimatologický činitel pro les. In: Rozvoj bioklimatologie a uplatnění jejích poznatků v socialistické společenské praxi. 10. čs. bioklimatologická konf. Brno, 6.–8. září 1988. Praha, ČSAV; Brno, VŠZ: 373–378.
- KANTOR P. 1981. Intercepce horských smrkových a bukových porostů. *Lesnictví*, 27: 171–192.
- KANTOR P. 1984. Vodní bilance smrku a buku ve vegetačním období. *Práce VÚLHM*, 64: 219–262.
- KANTOR P., ŠACH F. 2007. Vodní režim mladého horského smrkového a bukového porostu ve vegetačních obdobích 2005 a 2006. In: Štrélcová K. et al. (eds): Bioclimatology and natural hazards. Proceedings of international scientific conference. Poľana nad Detvou, 17–20. September 2007. Zvolen, Technical University in Zvolen: 1–7.
- KREČMER V., FOJT V. 1981. Intercepce smrčín chlumní oblasti. *Vodohospodársky časopis*, 29: 33–49.
- KREČMER V., FOJT V., HYNČICA V. 1981. Intercepční proces ve smrkových porostech, *Vodohospodársky časopis*, 29: 593–611.
- LEXA J., BEZÁK V., ELEČKO M., MELLO J., POLÁK M., POTFAJ M., VOZÁR J. (eds.), SCHNABL G.W., PÁLENSKÝ P., CZÁSZÁR G., RYĽKO W., MACKIV B. (coeds.) 2000. Geologická mapa Západných Karpát a priľahlých území. Geological Map of Western Carpathians and adjacent areas 1 : 500 000. Bratislava, MŽP SR a ŠGÚDŠ.
- LOMSKÝ B., ŠRÁMEK V. 2004. Different types of damage in mountain forest stands of the Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 50: 533–537.
- MINDÁŠ J., ŠKVARENINA J. 1995. Výskyt a charakteristika hmiel na Slovensku v období 1971–1989. *Meteorologické zprávy*, 48: 135–139.

Tab. 3.

Prehľad výsledkov podkorunových zrážok, hodnôt intercepcie v smrekových porastoch rôznych autorov
Summary results of throughfall precipitation, interception values in spruce stands of various authors

Autor/Author	Lokalita/Locality	Obdobie/ Period	Vek porastu/ Stand age	I/Interception [%]	Podkorunové zrážky/ Throughfall precipitations [%]
Weihe (1974)	Nemecko/DE	–	–	33	67
Zelený (1967)	Beskydy	1963–1966	29	10	90
Zelený (1971)	Beskydy	1963–1966	100	30	70
Krečmer et al. (1981)	ČR – Želivka	1974–1979	75	35	65
Kantor (1984)	ČR – Orlické Hory	1976–1981	105	16	84
Tužinský (1988)	Horná Orava	1982–1985	90	33	67
HalMOVÁ et al. (2006)	Strážovská vrchovina	1981–1990	–	36	–
Mindáš et al. (2001)	Poľana – Hukavský grúň	1995–1997	80	30	70
Mindáš, Čaboun (2002)	Kysuce – Grónik	2000–2002	90	14	86
Oreňák et al. (2010)	Západné Tatry	2007–2009	120+	38	–
Sitková et al. (2011)	Poľana – Hriňová	2009	25	24	76
Sitková et al. (2011)	Poľana – Iviny	2010	90	35	65

- MINDÁŠ J., ŠKVARENINA J., STŘELCOVÁ, K. 2001. Význam lesa v hydrologickom režime krajiny. *Životné prostredie*, 35: 146–151.
- MINDÁŠ J., ČABOUN V. 2002. Vplyv rastlinných spoločenstiev na odtokové pomery z povodia. *ZS VTP* 27 – 34. Výskum vplyvu antropogénnych faktorov na vodné systémy. Zvolen, LVÚ: 25 s.
- MINDÁŠ J., ŠKVARENINA J. 2010. Intercepčný proces v lese. In: Mindáš J., Škvarenina J. (eds.): *Lesy Slovenska a voda*. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 29–33.
- OREŇÁK M., ŠKVARENINA J., FRIČ M., HRÍBIK M. 2010. Intercepcia zrážok v horskej smrečine Západných Tatier v rokoch 2007–2009. *Meteorological Journal*, 13: 87–91.
- SITKOVÁ Z., BALÁŽ P., FRIČ M., OREŇÁK M. 2011. Analýza meteorologických podmienok, dynamiky pôdnej vlhkosti a porastových zrážok vo vybraných smrekových porastoch Poľany. In: Střelcová K. et al. (eds.): *Stres suchom a lesné porasty. Aktuálny stav a výsledky výskumu*. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 54–73.
- STŘELCOVÁ K., PRIWITZER T., KMEŤ J. 1997. Očakávané dôsledky globálnych klimatických zmien na fyziologické procesy v lesných drevinách. *Lesnícky časopis*, 43: 317–327.
- ŠÁLY, R., ŠURINA, B. 2002. Pôdy. In: *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava, MŽP SR: 106–107.
- ŠVIHLA V., ČERNOHOUS V., ŠACH F., KANTOR P. 2012. Hydrologický režim mladých porostů smrku a buku ve vegetačním období na experimentální ploše v Orlických Horách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 57: 21–26.
- TUŽINSKÝ L. 1988. Vplyv ťažbového zásahu na klimatické a hydrologické pomery smrekového porastu. *Lesnícky časopis*, 34: 311–324.
- ZELENÝ V. 1967. Intercepcie a horizontální srážky v Beskydech. *Meteorologické zprávy* 20: 154–157.
- ZELENÝ V. 1971. Vliv pěstebních a těžebních zásahů v lese na odtok vody. *Závěrečná zpráva*. Zbraslav, VÚM: 75 s.
- WEIHE J. 1974. Benetzung und Interzeption von Buchen- und Fichtenbeständen in Nordrhein-Westfalen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 145: 1–11.

INTERCEPTION PROCESS OF SPRUCE FOREST IN THE PHASE OF DISINTEGRATION IN THE WESTERN TATRAS (ZÁPADNÉ TATRY), SLOVAKIA

SUMMARY

The article deals with the interception process of a montane spruce forest at the locality Červenec (alt. 1420 m) in the Western Tatras Mountains (Západné Tatry Mts., Slovakia) in the period 2007–2011. Interception is an important factor in a landscape hydrological cycle. Spruce forests represent a major ecosystem component in the area. Interception values were obtained comparing precipitation totals at the open area and in the forest stand. Three different places under crown canopy were defined in the stand: canopy gap, dripping zone at crown periphery, central crown zone near the tree stem. Precipitation totals were collected in two-week intervals and measured by standard rain gauges with anti-evaporation modification. The first part of the article deals with the precipitation regime in the area (Tab. 1) due to its importance in interception process. The most balanced interception values were measured in the canopy gap (Fig. 3). The lowest interception values (including negative values with maximum of -54% in October 2009) were measured in the dripping zone (Fig. 4). Negative interception values confirm important role of horizontal precipitation in mountains. The highest interception (67–99% in 2011) was observed near the tree stem (Fig. 5) because of the highest crown cover at this place. Interception process during the vegetation seasons (2007–2011) is described by cumulative interception (Fig. 7). Based on this, temporal precipitation distribution was found as a very important factor influencing interception values during vegetation season. We argue that precipitation intensity and wind velocity during the summer season play an important role in the interception process.

Average early interception losses (Tab. 2) were 372 mm (27% of the open area) in the canopy gap, 287 mm (20% of the open area) in the dripping zone, and 879 mm (63% of the open area) near the tree stem. Generally, 512 mm of precipitation was captured under the crown area of the montane spruce forest in the annual cycle, representing 37% of total vertical rainfall in the open area.

Recenzováno

ADRESY AUTOROV/CORRESPONDING AUTHORS:

Ing. Marek Oreňák, PhD., Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta
Masarykova 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika
tel.: +421 455 206 208; e-mail: oren.marek@gmail.com

prof. Ing. Jaroslav Škvarenina, CSc., Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta
Masarykova 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika
tel.: +421 455 206 209; e-mail: skvarenina@tuzvo.sk