

VPLYV LESA NA ODTOK VODY Z MALÉHO POVODIA

MIRIAM ZÁVACKÁ – JÁN MERGANIČ

Závacká, M., Merganič, J.: Vplyv lesa na odtok vody z malého povodia. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, XLV, 2003, s. 101–112.

V dvoch malých povodiach s rôznou lesnatosťou (Bobrovo $S_p = 1,65 \text{ km}^2$, $l = 45,4 \%$) a (Veľká Voda $S_p = 1,93 \text{ km}^2$, $l = 94,8 \%$) bol počas 6 rokov (1995–2000) skúmaný vplyv lesa na odtok vody. V povodiach boli zistené rozdiely v hodnotách priemerného denného špecifického odtoku. Dokázali sme, že tieto rozdiely v odtoku vyplývajú z rozdielu lesnatosti (rozdiel v lesnatosti 50 %) týchto párových povodií. Väčšia lesnatosť povodia sa pozitívne prejavila v znižovaní ročných kulminačných prietokov. Štatisticky významným sa tiež preukázal vplyv lesa na zvyšovanie hodnôt ročných minimálnych prietokov vo viac zalesnenom povodí.

Kľúčové slová: odtok, malé povodie, lesnatosť

1. ÚVOD A PROBLEMATIKA

Riešenie otázok „lesa a vody“ dnes už presahuje sféru záujmov lesného a vodného hospodárstva a stalo sa celospoločenským problémom. Poznanie mimoriadne zložitého procesu príjmu a výdaja vody lesom patrí dnes, v súvislosti s opakujúcimi sa povodňovými situáciami a v súvislosti s rastúcimi požiadavkami spoločnosti na dostatočné množstvo kvalitnej vody, k základným otázkam lesnícko-hydrologického výskumu.

Hoci sa už dávno vedelo o priaznivých účinkoch lesa na odtok vody, až do roku 1900 chýbali konkrétne údaje o takýchto účinkoch podložené meraniami. Vedelo sa, že les vyrovnáva odtoky a v zalesnených oblastiach sa na rozdiel od bezlesých nevyskytujú ničivé povodne.

Obdobie lesnícko-hydrologického výskumu sa datuje od roku 1900, kedy prof. Burgeois začal vo Švajčiarsku pozorovať a merať odtok z dvoch rôzne zalesnených povodií, a to zo zalesneného povodia Spelbergraben (60 ha) a z málo zalesneného povodia Rappengraben (70 ha). Výsledky týchto pozorovaní naznačujú, že odtok zo zalesneného povodia bol vyrovnanejší ako z bezlesého.

Experimentálne povodia sa neskôr zakladali v mnohých štátoch v rozličných prírodných podmienkach, pričom sa uplatňovali rôzne metódy skúmania (podrobne pozri napr. VALČIČÁK 1970, VÁLEK 1977, VALTYNI 1997, 1998, ZÁVACKÁ 2002).

Rozdielnosť stanovištných podmienok i samých lesných porastov a rôzne metódy skúmania podmienili rozdielnosť výsledkov lesnícko-hydrologického výskumu i rozdielne názory na ovplyvňovanie jednotlivých zložiek obehu vody lesom. Vyplýva to najmä z ťažkostí súvisiacich so získaním exaktných údajov o jednotlivých zložkách transformácie zrážkovej vody na odtokovú v lesných geobiocenózach, najmä v čase kulminácie vodných stavov. Nejednotné názory sú na množstvo odtečenej vody z lesa v porovnaní s bezlesím aj na možnosť ovplyvňovania odtoku z lesa prostredníctvom lesohospodárskych opatrení. Väčšinou sa zhodujú len názory na vyrovnávanie odtoku lesmi, ktoré v porovnaní s bezlesím znižujú odtokové maximá a zvyšujú minimálne prietoky, v dôsledku čoho sa znižuje rozkolísanosť vodných stavov v korytách tokov.

V lesnom ekosystéme začína transformácia zrážok na odtok vstupom zrážkovej vody do systému, čiže dopadom dažďových kvapiek na povrch stromov, odkiaľ sa prepadáva na povrch vegetácie nižších vrstiev a na pôdny povrch, kam steká aj po kmeňoch stromov. Časť z tejto vody zachytenej na povrchu rastlín sa vyparí (intercepcia). Na pôdnom povrchu sa voda v malých priehlbínach začas zadrží, v dôsledku čoho dochádza k povrchovej akumulácii vody, neskôr vsiakne do pôdy alebo odtečie po pôdnom povrchu. Voda vsiaknutá do lesnej pôdy vytvára zásoby pôdnej vody. Časť z tejto vody preniká cez pôdu do horninových vrstiev (ako gravitačná voda), z ktorých vystupuje na zemský povrch a do vodopisnej siete ako voda prameňov a výverov, alebo odteká preč z povodia. Súčasne sa voda odparuje do ovzdušia z pôdneho povrchu, z vodnej hladiny a cez prieduchy rastlín ako transpiračná voda.

Priebeh a maximálna hodnota okamžitého odtoku zo zalesneného povodia závisí od intenzity, dĺžky trvania a úhrnu konkrétnych zrážok, súčasne od pôsobenia faktorov podmieňujúcich retenciu a retardáciu zrážkovej vody. Je to intercepcia, akumulácia zrážkovej vody na pôdnom povrchu, jej vsak do lesnej pôdy a podpovrchový, resp. povrchový odtok. Spomenuté činitele podmieňujú aj čas koncentrácie odtekajúcej vody vo vodopisnej sieti.

2. MATERIÁL A METODIKA

2.1 Objekty výskumu

Porovnávajúci výskum odtoku z dvoch malých povodí s rozdielnou lesnatosťou sme začali uskutočňovať v roku 1994 v Chránenej krajinskej oblasti – Biosférickej rezervácii Poľana, kde sme vybrali pre tento účel povodie Bobrovo zalesnené na 45,4 % ($S_p = 1,65 \text{ km}^2$) a povodie Veľká Voda s lesnatosťou 94,8 % ($S_p = 1,93 \text{ km}^2$).

Základné charakteristiky skúmaných povodí (tab. 1) sme určili postupmi, ktoré publikoval vo svojich prácach JAKUBIS (2000, 2002).

Povodia, ktoré navzájom susedia, sú pravostrannými prítokmi Hučavy a lokalizované sú v kaldere Poľany. Povodie potoka Bobrovo je situované v nadmorskej výške od 850 m do 1190 m, priemerná nadmorská výška je 1020 m; povodie Veľká Voda je lokalizované vo výške od 840 m n. m. do 1170 m n. m., jeho priemerná výška je 1005 m n. m.

Obidve povodia patria do chladnej klimatickej oblasti s priemernou ročnou teplotou 4 °C až 5 °C, ročný zrážkový úhrn je 800–1200 mm.

Tab. 1 Základné charakteristiky povodí

Tab. 1 Basic characteristics of the investigated watersheds

1	2	Bobrovo	Veľká Voda
		3	4
Plocha povodia	(km ²)	1,65	1,93
Dĺžka hlavného toku	(km)	1,33	1,71
Dĺžka prítokov	(km)	1,68	2,93
Celková dĺžka tokov v povodí	(km)	3,01	4,64
Dĺžka rozvodnice	(km)	5,12	5,60
Hustota tokov	(km.km ⁻²)	1,82	2,40
Súčiniteľ členitosti rozvodnice	–	1,12	1,14
Súčiniteľ tvaru povodia	–	0,61	0,45
Stredná šírka povodia	(km)	1,01	0,93
Dĺžka údolnice	(km)	1,64	2,02
Miera asymetrie povodia	–	–0,38	0,32
Absolútny spád toku	(m)	155	163
Priemerný sklon hlavného toku	(%)	12,47	7,37
Absolútny spád povodia	(m)	347	289
Sklon údolnice	(%)	24,11	14,83
Priemerná nadmorská výška	(m n. m.)	1020	1005
Zalesnená plocha povodia	(km ²)	0,75	1,83
Nezalesnená plocha povodia	(km ²)	0,90	0,10
Lesnatosť povodia	(%)	45,40	94,80
Stredný sklon svahov povodia	(%)	33,33	28,69

Na petrografickom zložení podložia oboch povodí sa podieľajú dva základné typy neovulkanických hornín: biotitické ryodacity a amfibol – hyperstén – biotitické ryodacity (DUBLAN, JÁNOŠOVÁ 1991).

V povodí Bobrovo prevládajú kambizeme, ktoré sa vyskytujú približne na 82 % zalesnenej plochy. V blízkosti severnej rozvodnice sa vyskytuje úzky pruh rankrových pôd (8,0 %), pozdĺž vodného toku sa vyskytujú glejové pôdy (9,9 %). V povodí Veľká Voda je zastúpenie jednotlivých pôdných typov podobné. Prevládajú kambizeme (76,4 %), v blízkosti rozvodnice v severozápadnej časti povodia sa vyskytuje malá lokalita rankrovej pôdy (1,9 %), pri východnej rozvodnici je to súvislý, 100 m široký pás andozemných pôd (8,2 %). Pozdĺž hlavného toku a prítokov je súvislý pás glejových pôd (13,5 %).

Výmera lesného pôdneho fondu v povodí Bobrovo ($S_p = 1,65 \text{ km}^2$) je 0,75 km², t. j. 45,4 %. Z ihličnatých drevín je tu zastúpený smrek, jedľa, smrekovec opadavý, z listnatých buk, javor horský, a jaseň. Najväčšie plošné zastúpenie má smrek 44,39 %, jedľa má plošné

zastúpenie 7,70 % a smrekovec opadavý 0,47 %; plošné zastúpenie ihličnanov je 52,56 %. Plošné zastúpenie listnáčov je 47,44 %, z nich buka 38,77 %, javora horského 7,47 %.

V povodí Veľká Voda ($S_p = 1,93 \text{ km}^2$) je plocha lesných porastov $1,83 \text{ km}^2$ (94,8 %). Zostávajúcu plochu povodia ($0,10 \text{ km}^2$) zaberajú pasienky, ktoré sem zasahujú v hornej časti povodia zo susedného povodia Bobrovo. Ihličnaté dreviny majú 63,95 % zastúpenie, z čoho pripadá na smrek 60,04 %, na jedľu 2,83 % a na smrekovec opadavý 1,08 %. Plošné zastúpenie listnáčov je 36,05 %, z čoho je zastúpenie buka 28,98 % a javora horského 7,03 % (LHP pre LHC Kyslinky 1991–2000).

V oboch povodiach boli zriadené vodomerné profily s limnigrafmi, ktoré umožňujú kontinuálne merať vodné stavy, zistiť čas kulminácie hladín a po základnom hydrometrovaní odvodiť zodpovedajúce prietoky. Zrážky sú merané pre obidve povodia na jednej zrážkomernej stanici zriadenej v záhrade horárne Kyslinky – 750 m n. m. (vzdialenosť cca 2 km od oboch vodomerných profilov).

2. 2 Metodika

Prvou veličinou, ktorá je predmetom hodnotenia v predkladanej práci, sú denné špecifické odtoky q_d ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$). Ide o veličinu, ktorá má povahu štandardizovanej veličiny, čo umožňuje jej porovnávanie medzi povodiami o rôznej výmere. V prácach obdobného charakteru zohráva táto štandardizácia veľký význam, pretože aj veľmi malý rozdiel plochy povodia môže zapríčiniť skreslenie odtokových charakteristík.

Vzhľadom na prirodzene veľkú variabilitu priemerných denných špecifických odtokov, ako aj na to, aby bolo možné ľahšie interpretovať výsledky analýzy, rozdelili sme priemerné denné špecifické odtoky do troch kategórií (tab. 2).

Tab. 2 Kategórie priemerného denného špecifického odtoku
Tab. 2 Categories of average daily specific runoff

Kat. odtoku	q_d ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$)	Slovná charakteristika odtoku
I.	$q_d \leq 0,067$	minimálne odtoky
II.	$0,067 < q_d \leq 0,134$	priemerné odtoky
III.	$q_d > 0,134$	maximálne odtoky

Pre jednotlivé kategórie sme vypočítali nasledovné štatistické charakteristiky: rozsah súboru (počet denných špecifických odtokov v jednotlivých kategóriách odtoku), aritmetický priemer, smerodajnú odchýlku, rozptyl, minimum, maximum a 95 % interval spoľahlivosti priemernej hodnoty.

Pri dôkaze vplyvu rozdielnej lesnatosti na jednotlivé kategórie odtoku z povodí sme vychádzali z predpokladu, že z menej zalesneného povodia (Bobrovo, $l = 45,4$ %) je priemerný denný špecifický odtok q_d väčší ako z viac zalesneného povodia Veľká Voda

($l = 94,8 \%$) a preto rozdiel (diferencia) medzi priemerným denným špecifickým odtokom q_{dB} z povodia Bobrovo a priemerným denným špecifickým odtokom q_{dVV} z povodia Veľká Voda by malo byť kladné číslo, čo však nemusí platiť a v prípade nižšieho odtoku z povodia Bobrovo je to číslo záporné.

Na základe tejto úvahy sme formulovali tzv. nulovú štatistickú hypotézu H_0

$$H_0 : \Delta q_d = 0$$

ktorá predpokladá, že diferenciacia (rozdiel) medzi priemerným denným špecifickým odtokom z povodia Bobrovo a priemerným denným špecifickým odtokom z povodia Veľká Voda sa rovná nule (rozdiel $q_{dB} - q_{dVV}$ je nulový). Pri potvrdení tejto hypotézy neexistuje v záujmových povodiach vplyv rozdielnej lesnatosti na veľkosť odtoku z povodií v konkrétnej kategórii.

Oproti nulovej hypotéze sme formulovali tzv. alternatívnu hypotézu H_A

$$H_A : q_d \neq 0$$

ktorá je formulovaná obojstranne, t. j. nezáleží na znamienku, ktoré má diferenciacia medzi q_{dB} a q_{dVV} . Pri kladnej hodnote diferencie odtokov je vyšší odtok z povodia Bobrovo, pri zápornej hodnote z povodia Veľká Voda.

V ďalšom kroku sme zvolili hladinu významnosti α , t. j. pravdepodobnosti chyby (rizika, neistoty) pri overovaní hypotézy, že zamietneme H_0 , keď je správna. Za α sme zvolili hodnotu 0,05, čím pripúšťame, že daný záver o výsledku testu platí s $P = 1 - \alpha$, t. j. s 95 %-nou spoľahlivosťou a 5 %-nou neistotou.

Tretím krokom overovania (testovania) štatistickej hypotézy je voľba druhu testu a výpočet testovacieho kritéria. Pre testovanie našej hypotézy sme použili test o strednej hodnote (o aritmetickom priemere) – Studentov t-test.

Z príslušných tabuliek sme pre zvolenú hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ určili kritickú hodnotu testovacieho kritéria $t_{\alpha/2}$. Porovnaním vypočítanej hodnoty testovacieho kritéria t s jeho kritickou hodnotou $t_{\alpha/2}$ sme urobili záver testu, pričom:

- nulovú hypotézu H_0 zamietame na $\alpha \%$ hladine významnosti v prospech alternatívnej hypotézy H_A vtedy, keď vypočítaná t hodnota padne do kritického oboru, čiže keď platí $|t| > t_{\alpha/2}$,
- nulovú hypotézu H_0 nezamietame (prijímame), ak platí $|t| \leq t_{\alpha/2}$.

V ďalšom kroku riešenia problému vplyvu lesa na odtok sme sa zamerali na zodpovedanie otázky vplyvu rozdielnej lesnatosti na extrémne prietoky, t. j. na ročné kulminačné (maximálne) špecifické odtoky a ročné minimálne špecifické odtoky v jednotlivých rokoch. Overili sme predpokladaný pozitívny vplyv vyššej lesnatosti na znižovanie ročných kulminačných špecifických odtokov q_{max} a predpokladaný vplyv lesa na zvyšovanie minimálnych špecifických odtokov q_{min} v období sucha.

V obidvoch sledovaných povodiach sme na základe záznamov z limnigrafu zistili v každom roku hodnoty najvyššieho, teda ročného kulminačného (maximálneho) špecifického odtoku q_{\max} . Nakoľko sa v roku 1997 kulminačný prietok vyskytol v každom zo sledovaných povodí v inom čase, získali sme za sledované šesťročné obdobie nie šesť ale sedem dvojíc údajov o ročných kulminačných špecifických odtokoch. Dvojice údajov kulminačných špecifických odtokov q_{\max} sme následne podrobili analýze variancie (F-test), čím sa automaticky potvrdila významnosť rozdielov medzi hodnotami aritmetických priemerov kulminačných špecifických odtokov v povodí Bobrovo a Veľká Voda.

Navrhnutý metodický postup pre potvrdenie vplyvu lesa na kulminačné špecifické odtoky q_{\max} sme aplikovali aj na analýzu vplyvu lesa na minimálne ročné špecifické odtoky q_{\min} .

Základné štatistické charakteristiky jednotlivých kategórií odtoku a všetky štatistické analýzy boli zisťované pomocou PC v programe STATISTICA 6.0.

3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Prehľad charakteristických údajov o odtokoch v jednotlivých rokoch v experimentálnych povodiach Bobrovo a Veľká Voda uvádza tabuľka 3.

Tab. 3 Prehľad charakteristických údajov o odtokoch v povodiach Bobrovo a Veľká Voda
Tab. 3 Characteristics of runoff in watersheds Bobrovo and Veľká Voda

Povodie	L (%)	Rok	q_{\max}		%	q_{\min}		%	q_s	%	W ($m^3 \cdot km^{-2} \cdot r^{-1}$)
			dátum/hodina	($m^3 \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$)		($m^3 \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$)	($m^3 \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Bobrovo	45,4	1995	15. 7. / 17.00	0,604	121,3	0,001212	58,5	0,02141	98,3	675 281	
Veľká Voda	94,8	1995	15. 7. / 17.00	0,498	100,0	0,002073	100,0	0,02179	100,0	687 171	
Bobrovo	45,4	1996	28. 8. / 22.00	1,097	363,2	0,001212	46,7	0,01501	87,5	474 781	
Veľká Voda	94,8	1996	28. 8. / 22.00	0,302	100,0	0,002591	100,0	0,01715	100,0	542 171	
Bobrovo	45,4	1997	20. 11. / 20.00	0,516	110,3	0,002424	116,9	0,01111	103,0	350 260	
Veľká Voda	94,8	1997	20. 11. / 20.00	0,468	100,0	0,002073	100,0	0,01079	100,0	340 362	
Bobrovo	45,4	1997	23. 8. / 16.00	0,991	429,0	0,002424	116,9	0,01111	103,0	350 260	
Veľká Voda	94,8	1997	23. 8. / 16.00	0,231	100,0	0,002073	100,0	0,01079	100,0	340 362	
Bobrovo	45,4	1998	29. 9. / 24.00	0,202	100,0	0,000606	58,5	0,01364	109,6	430 115	
Veľká Voda	94,8	1998	29. 9. / 24.00	0,202	100,0	0,001036	100,0	0,01244	100,0	437 641	
Bobrovo	45,4	1999	11. 7. / 1.00	0,360	131,4	0,001212	61,6	0,01956	94,3	617 001	
Veľká Voda	94,8	1999	11. 7. / 1.00	0,274	100,0	0,001969	100,0	0,02075	100,0	654 223	
Bobrovo	45,4	2000	5. 4. / 13.00	0,269	150,3	0,000848	81,9	0,01124	127,9	355 444	
Veľká Voda	94,8	2000	5. 4. / 13.00	0,179	100,0	0,001036	100,0	0,00879	100,0	276 972	

Zo získaných výsledkov štatistických analýz považujeme za dôležité nasledovné:

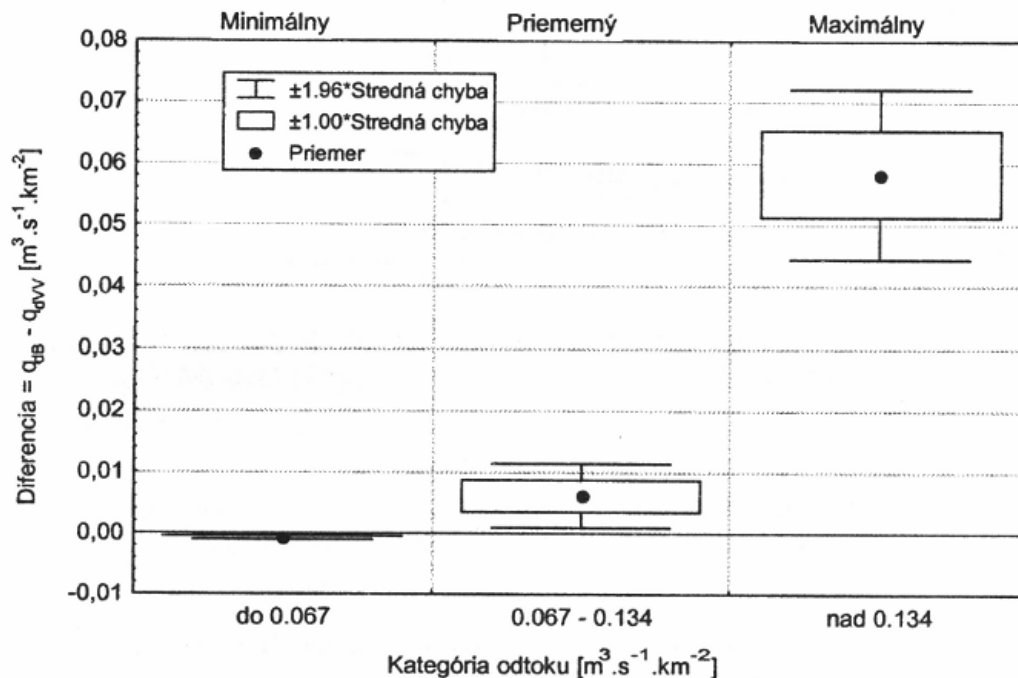
- Výsledkom overenia nulovej štatistickej hypotézy $H_0 : \Delta_{q0} = 0$ podľa Studentovho t-testu je, že na základe kritickej hodnoty testovacieho kritéria $t_{\alpha/2}$ zamietame na $\alpha = 0,05$ %-nej hladine významnosti nulovú hypotézu v prospech alternatívnej hypotézy $H_A : q_d \neq 0$ a to vo všetkých troch kategóriách priemerného denného špecifického odtoku (tab. 4 a obr. 1). Testovaný rozdiel $q_{dB} - q_{dVV}$ považujeme s $P = 95$ %-nou pravdepodobnosťou za štatisticky významný (preukazný, signifikantný), pravdepodobnosť jeho výskytu

z titulu náhody je veľmi malá, menšia ako 5 %. Z toho vyplýva, že v záujmových povodiach Bobrovo a Veľká Voda existuje vplyv rozdielnej lesnatosti na odtok.

Tab. 4 Testovanie diferencií priemerných denných špecifických odtokov medzi záujmovými povodiami Studentovým t -testom

Tab. 4 Student t test of differences between average daily specific runoffs of the investigated watersheds

Kat. odtoku	\bar{x}	$\hat{S}_{\bar{x}}$	$ t $	$t_{0,025}$	podmienka	platnosť hypotézy
1	2	3	4	5	6	7
I.	-0,00071278	0,0001775	4,016	1,96	$ t > t_{\alpha}$	platí $H_A : q_d \neq 0$
II.	0,00612944	0,0026561	2,308	1,99	$ t > t_{\alpha}$	platí $H_A : q_d \neq 0$
III.	0,05832801	0,0070571	8,265	2,31	$ t > t_{\alpha}$	platí $H_A : q_d \neq 0$

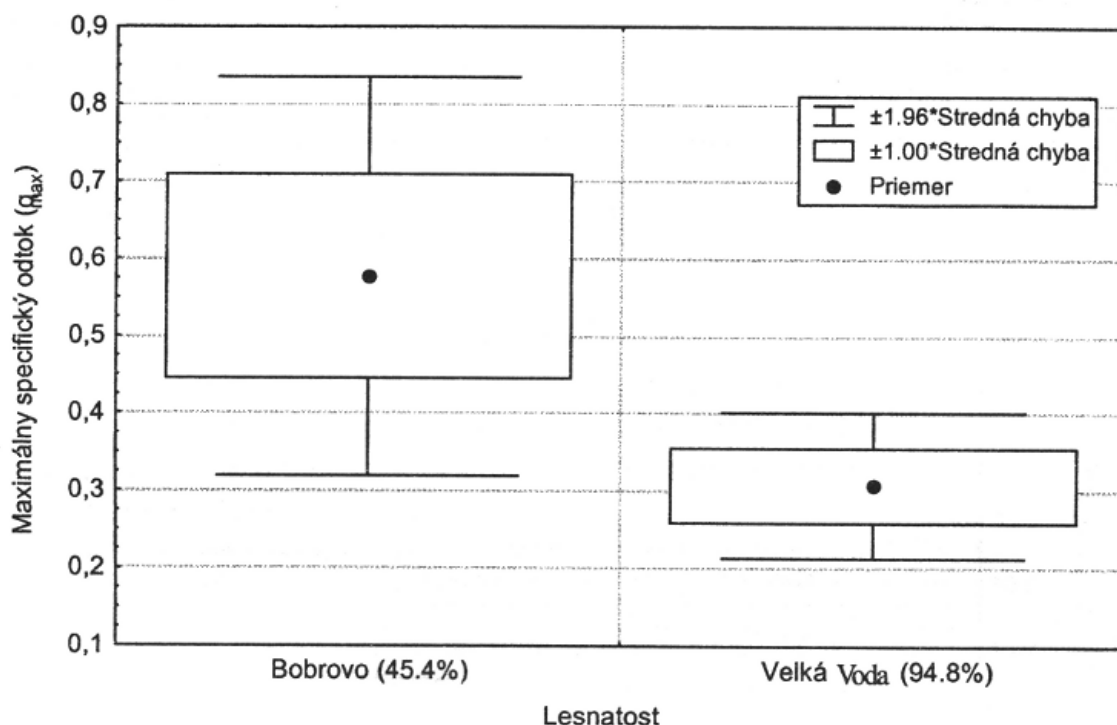


Obr. 1 Grafická interpretácia testovania nulovej hypotézy Studentovým t -testom o diferenciách priemerného denného špecifického odtoku

Fig. 1 Graphic interpretation of testing the significance of differences between average daily specific-runoff in the investigated watersheds by Student t test

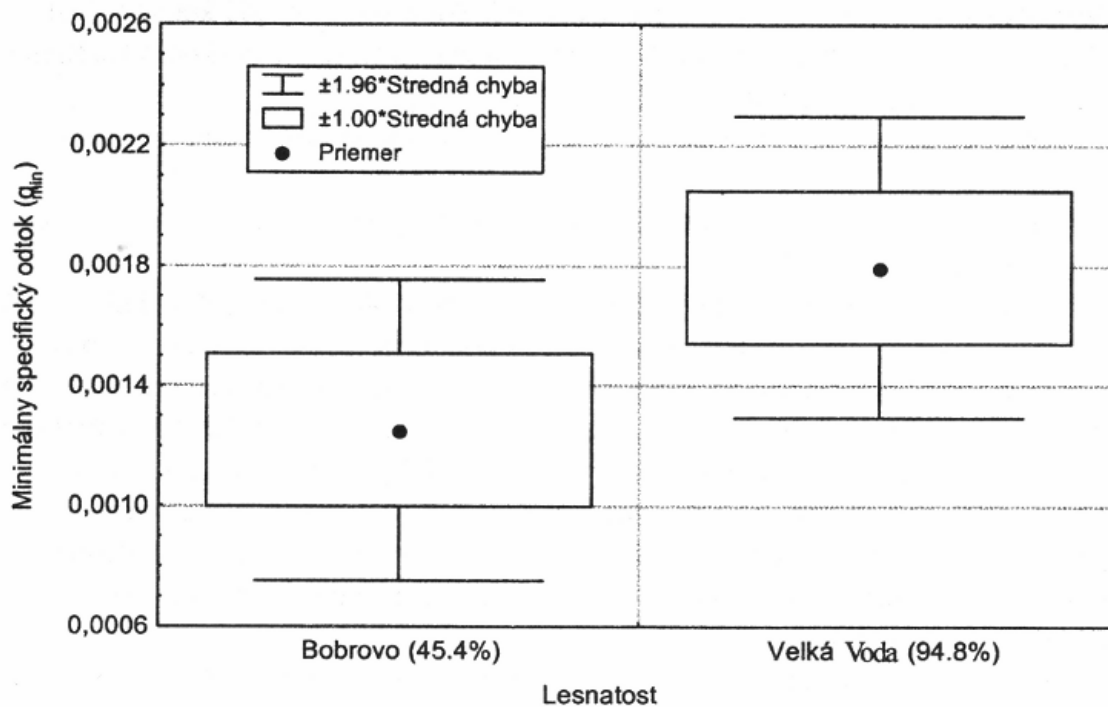
- Analýzou variancie maximálnych špecifických odtokov q_{max} z povodia Bobrovo a Veľká Voda sme overili predpokladanú platnosť hypotézy o znižovaní hodnoty q_{max} vplyvom vyššej lesnatosti povodia. Medzi hodnotami kulminačných špecifických

odtokov q_{\max} z povodia Bobrovo a Veľká Voda bol analýzou variancie pomocou F-testu dokázaný štatistický rozdiel (obr. 2). Výsledok platí s pravdepodobnosťou $P = 68 \%$ (na hladine významnosti $\alpha = 32 \%$) a môžeme tvrdiť, že existuje štatisticky významný rozdiel medzi kulminačnými špecifickými odtokmi zo skúmaných povodií, t. j. potvrdil sa predpokladaný vplyv vyššej lesnatosti povodia na znižovanie kulminačných prietokov.



Obr. 2 Analýza variancie ročných kulminačných špecifických odtokov q_{\max} v záujmových povodiach
 Fig. 2 Analysis of variance of annual peak (culminated) specific runoffs q_{\max} in the investigated watersheds

- Na základe výsledkov F-testu (analýza variancie) považujeme účinok faktora – rozdielna lesnatosť ako významný aj pri rozdieloch medzi hodnotami q_{\min} . Obdobne ako v predchádzajúcom prípade výsledky analýzy variancie potvrdili s pravdepodobnosťou $P = 68 \%$ na hladine významnosti $\alpha = 32 \%$ hypotézu o zvýšených hodnotách minimálnych špecifických odtokov q_{\min} z povodia Veľká Voda, t. j. z povodia s vyššou lesnatosťou. Výsledky analýzy variancie q_{\min} v skúmaných povodiach zobrazuje obr. 3.



Obr. 3 Analýza variancie ročných minimálnych špecifických odtokov q_{\min} v povodiach Bobrovo a Veľká Voda

Fig. 3 Analysis of variance of annual minimum specific runoffs q_{\min} in the investigated watersheds Bobrovo and Veľká Voda

- Vplyv rozdielnej lesnatosti na extrémne prietoky bol na základe analýzy variancie potvrdený s pravdepodobnosťou $P = 68 \%$. Vplyv rozdielnej lesnatosti na extrémne prietoky s vyššou pravdepodobnosťou $P = 95 \%$, príp. $P = 99 \%$, nemôžeme štatisticky potvrdiť. Dôvodom uvedenej skutočnosti je malé množstvo údajov (malý rozsah súboru), ktoré máme k dispozícii a ktoré sme podrobili štatistickej analýze (údaje za 6 rokov). Predpokladáme, že po získaní údajov o extrémnych prietokoch v ďalších rokoch merania v sledovaných povodiach Bobrovo a Veľká Voda sa predkladaná hypotéza potvrdí s vyššou pravdepodobnosťou.

4. ZÁVER

Vplyv lesa na odtok zrážkových vôd študuje vedný odbor lesnícka hydrológia už dlhšie ako 100 rokov. V súvislosti s katastrofálnymi dôsledkami povodní na životy a majetok ľudí v posledných rokoch sa štúdium otázky vplyvu lesa na odtok dostáva znovu do popredia.

Výsledky analýzy odtoku z dvoch malých povodí Bobrovo ($S_p = 1,65 \text{ km}^2$; $l = 45,4 \%$) a Veľká Voda ($S_p = 1,93 \text{ km}^2$; $l = 94,8 \%$) s rôznou lesnatosťou sú príspevkom k rozšíreniu doterajších poznatkov o záujmovej problematike.

Na základe výsledkov štatistických analýz v rámci nášho výskumu môžeme konštatovať, že:

- existujú rozdiely v hodnotách denných priemerných špecifických odtokov z menej a viac zalesneného povodia,
- väčšia lesnatosť sa pozitívne prejavuje tlmením (znižovaním) ročných kulminačných prietokov a zvyšovaním ročných minimálnych prietokov vo viac zalesnenom povodí,
- v povodí s väčšou lesnatosťou, s výnimkou zrážkovo podpriemerných rokov 1997 a 2000, boli zaznamenané väčšie hodnoty priemerného ročného špecifického odtoku ako v povodí s menšou lesnatosťou, čiže z plošnej jednotky vo viac zalesnenom povodí Veľká Voda odtieklo za rok viac vody ako z plošnej jednotky menej zalesneného povodia Bobrovo; dôvodom väčšieho množstva odtečenej vody z viac zalesneného povodia je pravdepodobne nadmorská výška povodia a s ňou súvisiaci i častý výskyt horizontálnych zrážok,
- väčšia lesnatosť povodia Veľká Voda ($l = 94,8 \%$) podmienila lepšiu vyrovnanosť odtoku definovanú rozdielom medzi ročným kulminačným špecifickým odtokom a ročným minimálnym špecifickým odtokom a súčasne i väčšie množstvo vody odtečenej z povodia; túto skutočnosť možno pokladať z hľadiska súčasného chápania vodohospodárskej funkcie lesa za významnú, pretože nepotvrďuje absolútnu platnosť proti-rečenia medzi kvalitatívnou a kvantitatívnou stránkou vodohospodárskej funkcie lesa.

V súvislosti s aktuálnosťou rozoberanej problematiky vplyvu lesa na zrážkovo-odtokový proces je potrebné v začatom výskume v experimentálnych povodiach Bobrovo a Veľká Voda pokračovať. Je potrebné overiť vhodnosť navrhutej metodiky a platnosť vyslovených a potvrdených hypotéz o vplyve lesa na odtok na údajoch viacročných pozorovaní.

Publikovaná práca je súčasťou výsledkov získaných riešením grantovej úlohy GL 1018 Ekologická protipovodňová ochrana v malých povodiach.

Literatúra

- DUBLAN, L., JANOŠOVÁ, J.: Geologická stavba kaldery Poľany. In: Stredné Slovensko, 10, Prírodné vedy. Zborník Stredoslovenského múzea, Banská Bystrica, 1991, s. 19–38.
- JAKUBIS, M.: Odtokové charakteristiky bystrín Západných Tatier. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 2000, 63 s.
- JAKUBIS, M.: Hydrológia. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 2002, 126 s.
- KOLEKTÍV: Lesný hospodársky plán pre LHC Kyslinky 1991–2000.
- ŠMELKO, Š.: Štatistické metódy v lesníctve. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 1998, 276 s.

- VALČIČÁK, J.: Rozbor zahraničných a domácich výsledkov výskumu vodohospodárskej funkcie lesa a návrh jeho riešenia na území Slovenska. VÚLH, Zvolen, 1970, 95 s.
- VÁLEK, Z.: Lesní dřeviny jako vodohospodářský a protierozní činitel. Praha: SZN, 1977, 203 s.
- VALTÝNI, J.: Príspevok k poznaniu vplyvu lesnatosti malého povodia na odtok. Lesnictví – Forestry, 44, 1998, 1, s. 23–31.
- VALTÝNI, J.: Príspevok k spresneniu obsahu vodohospodárskej funkcie lesa. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, XXXIX, 1997, s. 237–245.
- ZÁVACKÁ, M.: Vplyv lesa na odtok vody z malého povodia. Dizertačná práca. TU vo Zvolene, Zvolen, 2002, 82 s.
-

Adresa autorov:

Ing. Miriam Závacká, PhD.
Katedra lesníckych stavieb a meliorácií
Lesnícka fakulta
Technická univerzita vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen

Ing. Ján Merganič, PhD.
Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie
Lesnícka fakulta
Technická univerzita vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen

The impact of forest on water runoff from small watershed

Summary

In two small watersheds Bobrovo (area = 1.65 km², forest cover = 45.4 %) and Velká Voda (area = 1.93 km², forest cover = 94.8 %), with different forest cover percentage, the impact of forest cover on water runoff was investigated during 6 years (1995–2000).

In the first step the differences in average daily specific runoff values between the watersheds were determined. Statistical analysis of variance proved that these runoff differences are caused by forest cover percentage difference (50 % difference of forest cover) between these two watersheds.

Higher forest cover had a positive effect on lowering of annual peak discharge in the Velká Voda watershed. While the annual peak specific runoff during the whole investigating period (6 years) was in Bobrovo watershed 0.577 m³.s⁻¹.km⁻², in Velká Voda watershed it was only 0.308 m³.s⁻¹.km⁻², what makes 53.38 % of the value in Bobrovo watershed.

The impact of forest cover on increasing of annual minimum discharge values in more forested watershed was also shown as statistically significant. The average minimum specific runoff during the period of 6 years was in Bobrovo watershed 0.001420 m³.s⁻¹.km⁻², in Velká Voda watershed 0.001836 m³.s⁻¹.km⁻² (that makes 129.3 % of Bobrovo runoff).

Higher forest cover percentage of Velká Voda watershed resulted not only in more balanced runoff rates, defined by the difference between annual peak specific runoff and annual minimum specific runoff, but also in the higher water capacity of the stream. From the point of view of water management function of the forest, this fact can be considered as significant because it does not confirm the absolute validity of contradiction between qualitative and quantitative facet of water management function.

Translated by K. Kvasňovský