

Význam lesa v hydrologickom režime krajiny

J. Minďáš, J. Škvarenina, K. Střelcová: Importance of Forests in the Landscape Hydrological Regime. Život. Prostr., Vol. 35, No. 3, 146 – 150, 2001.

Summary information about water balance of Carpathian temperate forest ecosystems is presented in the paper. The main role in the forest water balance plays evapotranspiration that determines the runoff water amount. Evapotranspiration from forest ecosystems includes (example of middle mountain region – 850 m a. s. l.): transpiration (30 – 35 %), interception (18 – 29 %), and evaporation (7 – 8 %). Analysis of precipitation-runoff processes in relation to forests has shown that forests may play a crucial role in a runoff regime especially in maximum runoff course. From the above mentioned reasons it is necessary to take into account the active function of water management of forest ecosystems in the landscape and forest management mainly in the flood sensitive catchments.

V súvislosti s výskytom rozsiahlych povodní v Európe koncom 90. rokov sa znovu vynárajú otázky možného vplyvu lesa na kolobeh vody v krajine, ochranu pôdy, ovplyvnenie zrážkovo-odtokových vzťahov, tlmenie povodňových vln a pod.

Vplyv lesa na hydrologický režim vodných tokov je predmetom skúmania už od konca minulého storočia, keď sa začalo s takýmto výskumom v alpskej oblasti. Odvtedy evidujeme značné množstvo experimentov z povodí s rôznym stupňom lesnatosti, drevinovým zložením, spôsobom obhospodarovania lesov a pod., čo umožnilo určitý stupeň generalizácie poznatkov vzťahu lesa a odtoku. Všeobecne sa potvrdilo, že lesy majú (Mráček, Krečmer, 1975):

- mimoriadnu schopnosť zadržiavať zrážkovú vodu v odtoku (*retenčnú schopnosť*),
- hromadiť zrážkovú vodu na rozsiahlom povrchu dreív, v pôdnej pokrývke a v samotnej pôde (*akumulačnú schopnosť*),
- spomaľovať odtok vody premenou povrchového odtoku v odtok podzemný (*retardačnú funkciu*).

Konkrétny účinok lesných porastov v určitom povodí môže byť veľmi špecifický, nakoľko odtok je determinovaný komplexom faktorov, z ktorých viaceré môžu pôsobiť protichodne a komplikujú tak správanie sa celého zrážkovo-odtokového systému v konkrétnom povodí. Určujúcimi faktormi výsledného odtokového množstva a jeho časových zmien sú najmä:

- *geomorfologická charakteristika reliéfu* (sklonitosť, reliéfová členitosť a pod.),
- *hydrogeologická stavba povodia* (charakter priepustnosti hornín, prítomnosť zvodnených vrstiev a pod.),
- *meteorologické podmienky* (dĺžka trvania a intenzita zrážok, spolupôsobenie horizontálnych zrážok a pod.),
- *vodná bilancia lesných porastov* (intercepcia, zásoby pôdnej vody, stav lesnej cestnej siete vo vzťahu k povrchovému odtoku a pod.),
- *celková lesnatosť povodia a štruktúra nelesnej krajiny povodia* (Minďáš a kol., 1998).

Z hľadiska účinku vegetácie a osobitne lesov v hydrologickom režime krajiny je určujúci predovšetkým ich transformačný vplyv na atmosférické zrážky a celkovú vodnú bilanciu lesných porastov a lesných pôd.

Vodná bilancia lesných ekosystémov

Bilancia vody v lesnom ekosystéme vyjadruje vzťah medzi príjmovými zložkami vody (atmosférickými zrážkami) a jej výdajovými zložkami (evapotranspiráciou, odtokom do povrchových a podzemných vôd). V prípade, že atmosférické zrážky (Z) sú jediným zdrojom vody pre lesný porast, môžeme všeobecnú rovnicu vodnej bilancie vyjadriť takto:

$$Z = \Delta W + ET + O$$

Z dlhodobého hľadiska preto platí, že priemerný úhrn zrážok sa rovná evapotranspirácii (ET) a odtoku (priesaku) vody (O). W je zmena zásob vody v pôde a fytohmoty.

Z hľadiska posudzovania účinku lesov na transformáciu zrážok do povrchového (hydrologického) odtoku musíme osobitne zohľadňovať dva prípady. V prvom prípade ide o *hodnotenie vplyvu lesa na celkovú vodnosť povrchových tokov*, keď rozhodujúcu úlohu zohráva veľkosť celkovej evapotranspirácie (celkový výpar) lesných ekosystémov, ktorá vo vzťahu k množstvu spadnutých zrážok udáva, koľko vody opúšťa lesný ekosystém vo forme povrchového, resp. podzemného odtoku. V druhom prípade ide o *hodnotenie vplyvu lesa z hľadiska jeho protipovodňovej účinnosti*, najmä vo vzťahu k tvorbe povrchového odtoku (stekaniu zrážkovej vody po povrchu pôdy). Rozhodujúci význam má v tomto prípade hodnotenie okamžitého záchytu zrážok v korunách lesných porastov (intercepcia) a stav bylinnej vrstvy a vrstvy nadložného humusu, ktoré majú rozhodujúci vplyv na infiltráciu padajúcich dažďových kvapiek do pôdneho prostredia. Pozrime sa preto bližšie na rozhodujúce procesy, ktoré v konečnom dôsledku určujú, akú úlohu bude lesný ekosystém zohrávať v hydrologickom režime krajiny.

Evapotranspirácia lesných ekosystémov

Evapotranspirácia lesných ekosystémov zahŕňa tri dôležité zložky: tzv. neproduktívny (intercepčný) výpar (výpar zachytenej zrážkovej vody, najmä v korunách lesných drevín), ďalej výpar z pôdy a napokon výpar z lesných drevín, krovín a bylín (výdaj vody rastlinami prevažne cez priechody listov a ihlič – transpiráciu).

• **Neproduktívny (intercepčný) výpar v lesných porastoch.** Podkorunové zrážky predstavujú tú časť zrážkovej vody, ktorá preniká na pôdny povrch buď priamo, alebo odkvapom (Bioklimatologický slovník, 1980). Interakciou korún lesného porastu (napr. krovínového a bylinového podrastu) dochádza k záchytu určitého množstva zrážkovej vody, ktorá sa vyparí a predstavuje stratovú položku v rovnici vodnej bilancie. Tento proces záchytu zrážkovej vody lesným porastom nazývame *intercepcia*. Intercepcia sa najčastejšie vyjadruje ako rozdiel zrážok voľnej plochy a podkorunových, prípadne porastových zrážok. Spravidla sa zhodnocuje za dlhší časový úsek (vegetačné obdobie, rok), vtedy hovoríme o *úhrnnej interpepcii* ako o množstve zrážok zadržaných v korunách za určité obdobie.

Početné merania v Čechách a na Slovensku poukázali na odlišný priebeh intercepčného procesu v rôznych nadmorských výškach. Krečmer (1973) na základe ana-

lyzy viacročných meraní podkorunových zrážok v Orlických horách dokumentoval význam konkrétnych meteorologických podmienok na priebeh intercepčného procesu, najmä v súvislosti s výskytom horizontálnych zrážok z hmly. Rozdiely v intercepčnom procese pri výskyte hmly a bez hmly môžeme dokumentovať krivkou (resp. priamkou) prepúšťania zrážok, ktorá sa v prípade bez výskytu hmlových zrážok nachádza pod krivkou maximálneho prepúšťania, naproti tomu v prípade výskytu zrážok z hmly sa namerané hodnoty prepúšťania zrážok nachádzajú nad maximálnou hladinou.

V tejto súvislosti je zaujímavý aj ďalší osud intercepčne zachytenej vody v korunách. Ak hovoríme o interpepcii ako o strate časti zachytených zrážok, je namieste poukázať, akými procesmi k nej dochádza. Zachytená voda v korunách lesného porastu podlieha tzv. neproduktívnemu (intercepčnému) výparu podobného charakteru ako výpar z voľnej vodnej hladiny (Benetin, 1983). Intercepčný výpar je determinovaný prakticky len vonkajšími meteorologickými činiteľmi (teplotou, vlhkosťou, prúdením vzduchu). Okrem spomínaných meteorologických činiteľov je určujúcim faktorom, najmä pre celkovú hodnotu interpepcie, charakter korunovej vrstvy lesného porastu, resp. lesného porastu ako celku. Na základe početných pozorovaní (Kantor, 1983; Krečmer, 1973; Krečmer a kol., 1981; Petřík, 1991; Valtýni, 1986) možno konštatovať, že celkovú interpepciu lesného porastu determinujú z hľadiska lesného porastu nasledujúce faktory: a) drevinové zloženie, b) zápoj, resp. zakmenenie lesného porastu, c) vek porastu.

Pri bilančných hodnoteniach interpepcie nemožno zanedbať význam stekania zrážkovej vody po kmeňoch stromov. Množstvo stečenej vody po kmeňoch určuje v rozhodujúcej miere uhol nasadenia konárov a charakter kôry (nepriamo teda druh a vek dreviny). Markantne to vidieť pri porovnaní stoku po kmeni smreka a buka. Kantor (1981) uvádza pre buk hodnotu stoku po kmeni vo vegetačnom období 19,9 % zo zrážok voľnej plochy, za-



tiaľ čo pre smrek len 1,4 %. Veľké diferencie v stoku po kmeni pre rôzne dreviny zistil Mláčik aj Petřík (1986). Ten istý autor poukazuje aj na výrazné rozdiely v stoku po kmeni buka v rôznom postavení v poraste, kde výrazne dominujú stromy úrovňové a predrastavé.

• **Transpirácia.** I napriek tomu, že transpirácia lesných porastov predstavuje vo vegetačnom období podstatnú časť z celkového výparu, v lesníckom hydrologickom výskume je stanovenie jej hodnôt stále nedoriešeným a otvoreným problémom. V strednej Európe sa podiel evapotranspirácie z celkového množstva zrážok odhaduje na 40 – 90 % (Kantor, 1990). Podiel evapotranspirácie na vodnej bilancii povodia či ekosystému závisí prevažne od:

- *klimatických pomerov stanovišta*, t. j. od množstva a rozloženia zrážok, vlhkosti pôdy a od tzv. evaporačných požiadaviek ovzdušia, ktoré predstavujú spolupôsobenie viacerých meteorologických prvkov (teploty, vlhkosti, prúdenia a tlaku vzduchu),
- *vegetačného krytu a jeho vlastností*, nakoľko výpar z vegetácie (transpirácia) je určený nielen fyzikálnymi zákonitosťami, ale aj anatomickými, morfológickými a fyziologickými vlastnosťami rastlín.

Množstvo vody vyparenej z lesných porastov je určené najmä drevinovým zložením, vekom, štruktúrou i zdravotným stavom porastov, t. j. vzájomnými vzťahmi medzi lesným porastom a okolitým prostredím.

Údaje o transpirácii lesných porastov ako celku sú ťažko porovnateľné. Transpiráciu lesných porastov môžeme charakterizovať len určitým rozmedzím. Brechtel a Lenhardt (in Kantor, 1989) zostavili údaje o transpirácii porastov európskych drevín z niekoľkých desiatok literárnych prameňov. Podľa nich sa pohybujú ročné hodnoty transpirácie v bukových porastoch v rozpätí 290 – 497 mm (v priemere 313 mm za rok) a v smrekových porastoch 100 – 516 mm (v priemere 286 mm za rok). Transpiráciou bukových a smrekových porastov sa v Orlických horách zaoberal Kantor (1983, 1984, 1989). Podľa neho transpirácia dospelých bukových a smrekových porastov v oblasti stredoeurópskych stredohôr dosahuje 200 – 250 mm za rok. V zhode s týmto tvrdením sú aj zistenia Tužinského (1987), ktorý stanovil evapotranspiráciu bukového porastu v Malých Karpatoch 223 mm za rok. Aktuálna transpirácia na hektár modelového bukového porastu vypočítaná na základe meraných hodnôt transpiračného prúdu r. 1996 na lokalite Pořana–Hukavský grúň (850 m n. m.) na troch modelových bukoch je 258 mm za vegetačné obdobie (máj – október) pri potenciálnej evapotranspirácii 483 mm a zrážkovom úhrne 735 mm (Štřelcová, Míndáš, 2000). Z úhrnu zrážok porast transpiroval 35 % a z potenciálnej evapotranspirácie to predstavovalo 46 %. Priemerná denná transpirácia za celé vegetačné obdobie bola 1,6 mm.

Infiltrácia zrážkovej vody do lesných pôd

Zrážková voda sa po prechode jednotlivými vrstvami nadzemnej časti lesného porastu dostáva do kontaktu s pôdnym prostredím, kde sa jej ďalší pohyb výrazne transformuje. Značná vertikálna dynamika zrážok podmienená voľným gravitačným pohybom (častočne zmierňovaná kontaktom s vegetačným krytom) sa v styku s pôdou výrazne spomaľuje. Zrážková voda po dopade na pôdu steká po jej povrchu alebo vsakuje do nej, a tam sa transformuje do jednej z foriem pôdnej vody. Z hľadiska vodnej bilancie má najväčší význam voda kapilárna (rastliny) a gravitačná (odtok do hydrogeologických štruktúr).

Proces infiltrácie je ovplyvnený jednak intenzitou a dĺžkou trvania zrážok, jednak charakterom pôdneho prostredia, najmä zrnitosťou zložením pôdy a počiatočným vlhkosťným stavom. Priepustnosť pre vodu je dôležitou fyzikálnou vlastnosťou, ktorá sa pri rovnakej pôde mení podľa jej vlhkosti – čím je pôda vlhkejšia, tým je priepustnosť menšia (Šály, 1988). Práve vzhľadom na rôzny vlhkosťný stav pôd vykazujú experimentálne merané hodnoty aj na tom istom stanovišti značný rozptyl hodnôt. Ako príklad môžeme uviesť výsledky meraní Kantora (1984) z obdobia 1977 – 1981, kde sa hodnoty vertikálneho priesaku vody v hĺbke 70 cm pohybovali v rozmedzí 22,9 – 51,6 % zrážok z voľnej plochy pre smrekový porast a 33,9 – 65 % zrážok z voľnej plochy pre bukový porast. Tieto údaje zároveň dokumentujú rozdiely v kvantite priesakových vôd vplyvom rôzneho drevinového zloženia skúmaných porastov.

Ako miera vsakovania vody do pôdy slúži koeficient infiltrácie. Jeho analytické vyjadrenie pomocou rovníc je pomerne zložitá, preto sa na vyjadrenie časového priebehu infiltrácie používajú empirické vzťahy (Valtýni, 1986). Šály (1988) uvádza hodnoty vsakovacích koeficientov v rozpätí 1 – 5 mm za hodinu pre ílovité pôdy, pre ílové hliny 10 – 50 mm.h⁻¹, pre hliny 50 – 100 mm.h⁻¹, pre piesčité hliny 100 – 150 mm.h⁻¹ a pre piesky viac ako 200 mm.h⁻¹.

V tejto súvislosti je dôležitý aj *povrchový odtok*, teda odtok vody, ktorá neinfiltrovala do pôdneho profilu a dosiahla vodný tok po pôvodnom pôdnom povrchu. Vznik povrchového odtoku a jeho množstvo sú hlavné faktory, ktoré ovplyvňujú hydrologický režim povrchových tokov (maximálne prietoky) pri intenzívnych, resp. dlhotrvajúcich zrážkach. Na intenzitu povrchového odtoku v lese vplýva celkový úhrn aj intenzita zrážok, sklon a expozícia svahu, drevinové zloženie, vek a štruktúra (zakmenenie, zápoj) lesného porastu i typ bylinnej vrstvy, hrúbka a forma nadložného i pôdneho humusu a v konečnom dôsledku priepustnosť pôdy (teda jej zrnitosť a hydrofyzikálne vlastnosti) i stupeň jej premrznutia,

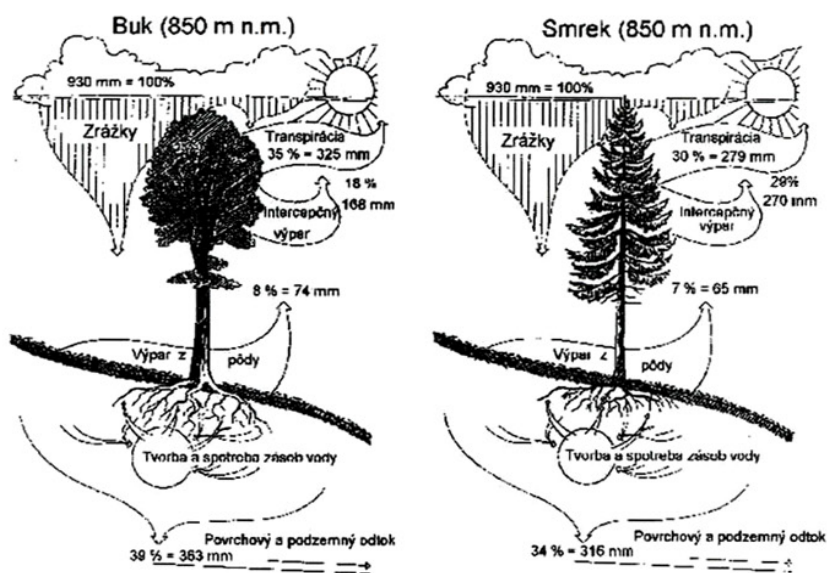
čo rozhoduje o infiltrácii vody do pôdy (Midriak, 1992). V lesných porastoch ihličnatých drevín na Slovensku (smrek, jedľa, borovica, smrekovec) predstavuje povrchový odtok od 22 do 782 (priemerne 255) $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ za deň, čo je 0,07 – 2,52 % (priemerne len 0,99 %) z množstva zrážok, ktoré dopadli na voľnú plochu bez lesného porastu. V porastoch listnatých drevín (buk, dub, hrab) na Slovensku povrchovo odteká 34 – 1080 (priemerne 323) $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{deň}^{-1}$, t. j. 0,14 – 5,03 % (priemerne 1,52 %) zo zrážok na voľnej ploche (Midriak, 1992). Tieto údaje sa vzťahujú na lesné porasty s normálnym zápojom a nenarušeným stavom vrstvy pokrývneho humusu.

Konkrétne rozloženie zrážok a vodnú bilanciu v smrekovom a bukovom poraste v orografickom celku Poľana (850 m n. m.) ilustruje obr. 1. Najväčšia časť vody z ročného úhrnu zrážok sa spotrebuje na fyzikálny a fyziologický výpar (intercepciu, transpiráciu a evaporáciu). Menšia časť vody infiltruje do pôdného prostredia, resp. odteká po povrchu pôdy. Len zanedbateľné množstvo sa akumuluje v pôde a fytomase vo forme zásob. Z obrázku je zrejмый vplyv drevinového zloženia na distribúciu jednotlivých prvkov vodnej bilancie lesných ekosystémov.

Vodohospodárske účinky lesov a povodňové vlny

Zo zovšeobecňujúcich poznatkov o vplyve celkovej lesnatosti povodia (Valtýni, 1986) vyplýva, že najvýraznejšie je ovplyvnený maximálny špecifický odtok vo *flyšových oblastiach* (čo sa potvrdilo aj v lete r. 1997 – oblasť Kysúc, Torusy atď.), kde aj malý pokles v lesnatosti sa odrazí vo výraznom zvýšení maximálnych odtokových množstiev a ich rozkolísanosti. Najmenej je odtok ovplyvnený zmenou lesnatosti v povodiach na *karbonátových podložiach*, kde rozhodujúcu úlohu zohráva horninové prostredie a transformácia zrážok do podzemných vôd. Tam je účinok zmeny lesnatosti na odtok približne polovičný ako vo flyši.

Napriek mnohým, často rozporným výsledkom štúdiu vplyvu lesa na odtok vody je nesporné, že lesy síce nemôžu celkom zabrániť povodňovým vlnám, môžu však výrazným spôsobom zmierniť ich priebeh. Na základe Váľkových meraní z Čiech z dvoch porovnávacích



1. Kolobeh vody a vodná bilancia dospelého bukového a smrekového porastu na príklade stredohorskej lokality Poľana-Hukavský grúň

povodí možno extrémny vodný stav na bystrine s lesným povodím, aký je tam pravdepodobný raz za 100 rokov ("storočná voda"), v porovnávacom bezlesom povodí očakávať každých 16 rokov (Mráček, Krečmer, 1975).

Kľúčovým faktorom pri modifikovaní odtoku z lesných porastov aj pri vysokých úhrnoch zrážok je *retenčná kapacita a infiltrácia lesných pôd*. K prekročeniu retenčnej kapacity lesných pôd a v konečnom dôsledku aj lesných porastov môže dôjsť v zásade dvoma spôsobmi. Predstavme si fľašu, ktorá má určitý objem (retenčnú kapacitu) a určitý rozmer hrdla limitujúci množstvo vody, ktoré môžeme do fľaše naliať (infiltračný koeficient). Ak do fľaše lejeme vodu, ktorá je schopná prejsť cez hrdlo, naplníme celý obsah fľaše a ostatná voda vyteká von. Tento prípad nastal v lete 1999, keď menej intenzívne zrážky dokázali postupne nasycovať pôdu bez výraznejšej zmeny odtoku. Pretože tento dážď trval niekoľko dní, došlo k úplnému nasýteniu retenčnej kapacity lesa, a tak celý objem prebytkovej zrážkovej vody priamo prechádzal do odtoku a výrazne dynamizoval povodňovú vlnu až po určitom čase (približne desiatkach hodín). V druhom prípade, ak do fľaše vlejeme naraz veľký objem vody, ktorý nestačí prejsť hrdlom, časť z tejto vody sa dostáva mimo, aj keď je vo fľaši ešte voľný priestor. Tento prípad nastal práve v júli 2000, keď bola pri lokálnych búrkach intenzita zrážok taká vysoká, že sa retenčná kapacita lesnej pôdy a porastov nestačila naplniť a prebytok zrážkovej vody prechádzal priamo povrchovým

odtokom s minimálnym časovým posunom do riečnej siete.

Aká je vlastne veľkosť retenčnej kapacity lesných ekosystémov? Kapacita nasýtenia korún lesných drevín zrážkovou vodou predstavuje približne 10 mm, čo pri úhrnoch spadnutých zrážok pri povodňových situáciách zväčša nepredstavuje ani 10 % z celkového množstva. Kapacita nasýtenia krovinovej, bylinovej a vrstvy opadanky môže byť veľmi rozdielna, zväčša sa pohybuje v rozmedzí 5 – 20 mm. Pre najrozšírenejšie lesné pôdy na Slovensku môžeme podľa výsledkov výskumu uvažovať s retenčnou kapacitou 30 – 40 mm. Ak to zosumarizujeme, môžeme celkovú retenčnú kapacitu lesných porastov odhadovať na 45 – 70 mm. Táto hodnota platí pre stav 100 % lesnatosti v krajine a pre zakmenenie 1,0 (resp. zápoj 100 %). Súčasťou lesných komplexov sú však aj bezlesé plochy (lesné cesty, odvozné miesta, lúky, rúbaniská), ktorých retenčná kapacita je oveľa nižšia, prípadne až nulová (penetrované lesné cesty), čím sa celková retenčná kapacita lesnej krajiny znižuje. Pokles retenčnej kapacity krajiny s klesajúcim percentom lesnatosti, pochopiteľne, klesá spočiatku pomalšie, do 50 – 60 % lesnatosti, pod touto hranicou je oveľa výraznejší.

Infiltrácia zrážkovej vody v pôde úzko súvisí so stavom vrstvy nadložného humusu. Ak sa v procese hospodárenia v lese naruší táto vrstva, okamžite sa rapídne zvýši povrchový odtok a erózný odnos, a tým aj rozkolísanosť prietokov.

Obhospodarovanie lesov vo vzťahu k vodnej bilancii povodia a k charakteru hydrickej účinnosti lesov ako celku prináša celý rad rizík. Na druhej strane rozumne usmernená hospodárska činnosť vo vodohospodársky významných oblastiach môže priniesť často aj ekonomicky vyčísliteľné úžitky (napr. zlepšenie kvality vody, a tým zníženie nákladov na jej úpravu). Z tohto hľadiska najrizikovejším prvkom sa javí ťažbovo-obnovná činnosť, a to najmä holorubná forma. Samotný holorub ešte nemusí znamenať výraznejšiu zmenu odtokových pomerov. Negatíva tejto činnosti sa objavujú až v súvislosti s poškodzovaním a narušením kompaktnosti povrchu pôdy pri odvoze dreva. Nadväzujúcim faktorom, ktorého význam sa ešte stále podceňuje, je lesná sieť približovacích a odvozných ciest. Pozorovania z oblasti moravskej časti Beskyd potvrdili, že založenie pásových holorubov nespôsobillo badateľné zmeny v odtoku. Ale zriadenie prístupových komunikácií na otváranie porastov k ťažbe viedlo okamžite k ohromnému zvýšeniu erózneho odnosu pôdných suspenzií z neupravených trás a nespúvaných násypov až o 300 %.

V súvislosti s odklonom od holorubnej formy v prospech podrastových foriem hospodárenia možno predpokladať najmä vo flyšovej oblasti kladné efekty na hydrologické účinky lesov. Do značnej miery to však

bude podmienené dodržiavaním technologickej disciplíny a ekologického prístupu, najmä v procese ťažby a odvozu dreva, ako aj v sprístupňovaní porastov. Inak nebude možné znižovať riziko erózných strát a rozkolísanosť prietokov.

Literatúra

- Kantor, P.: Vodní bilance smrku a buku ve vegetačním období. *Práce VÚLHM*, 64, 1984, s. 219 – 262.
- Kantor, P.: Základní vazby celkového výparu a odtoku vody ze smrkových a bukových lesů. *Vodohosp. Čas.*, 38, 1990, s. 327 – 348.
- Krečmer, V.: Meteorologické podmínky výskytu kapalných srážek z mlhy a jejich význam pro intercepční proces ve středohorském lese. *Meteorologické zprávy*, 27, 1973, 1, s. 18 – 25.
- Midriak, R.: Výskum povrchového odtoku a erózných pôdných strát v lesných ekosystémoch. In: *Ekologický a ekofyziologický výskum v lesných ekosystémoch*. Zvolen, Poľana, 1992, s. 32 – 36.
- Mindáš, J., Moravčík, M., Stanovský, M.: Význam lesov a ich obhospodarovania z hľadiska protipovodňovej ochrany krajiny. In: *O povodniach v roku 1998*. Zborník Práce a štúdie SHMÚ Bratislava, 1998, s. 66 – 71.
- Mráček, Z., Krečmer, V.: Význam lesa pro lidskou společnost. *Státní zemědělské nakladatelství Praha*, 1975, 225 s.
- Střelcová, K., Mindáš, J.: Transpirácia buka lesného vo vzťahu k meniacim sa podmienkam prostredia. *Vedecké štúdie 2000*, Technická univerzita vo Zvolene, 2001 (v tlačí).
- Valtýni, J.: Vodohospodársky a vodochranný význam lesa. *Lesnícke štúdie VÚLH vo Zvolene*, 1986, 38, 68 s.
- Kompletný zoznam literatúry je uvedený v internetovej verzii článku (<http://www.seps.sk/zp/casopisy/zp>)

Táto práca bola čiastočne podporená finančnými prostriedkami z vedeckých projektov č. 1/6060/99, 1/6276/99, 1/5222/98 Komisie VEGA pre poľnohospodárske, lesnícke a veterinárne vedy.

RNDr. Ing. Jozef Mindáš, PhD., Lesnícky výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen
E-mail: jozef.mindas@fris.sk

Doc. Ing. Jaroslav Škvarenina, CSc., Katedra prírodného prostredia Lesníckej fakulty TU, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen. E-mail: jarosk@vsld.tuzvo.sk

Ing. Katarína Střelcová, Katedra prírodného prostredia Lesníckej fakulty TU, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen. E-mail: strelcova@vsld.tuzvo.sk