

MOŽNOSTI VYUŽITIA LESA PRI PROTIPOVODŇOVEJ OCHRANE ÚZEMIA

Vladimír Čaboun, Jozef Mindáš

Úvod

Vďaka stále sa zvyšujúcej informovanosti, rastúcemu antropogénnemu vplyvu na krajinu sa stále častejšie stretávame s katastrofálnymi dôsledkami povodní, ale aj s ich narastajúcou hrozbou. V masovo komunikačných prostriedkoch je možné počuť celú škálu názorov na zhoršujúcu sa situáciu a rastúce nebezpečenstvo výskytu povodní. Časté sú aj prípady podceňovania, ale aj preceňovania funkcií lesov pri protipovodňovej ochrane územia.

Hydrická funkcia lesa patrí medzi najznámejšie a najvýznamnejšie funkcie. Rozumie sa ňou v najširšom zmysle slova vplyv lesa na vodu. Interakcie medzi lesom, vodou a ostatnými zložkami prostredia sú veľmi premenlivé. Les je tiež iba jedným z činiteľov obehu vody v krajine, takže jeho vplyv na vodný režim je v rôznych podmienkach rozdielny. Všeobecne sa hodnotí z čiastkových kvantitatívnych i kvalitatívnych hľadísk v oblasti zrážok, odtoku, výparu, celkovej bilancie i kvality vody a komplexne z hľadiska rôznych vodohospodárskych potrieb v konkrétnych povodiach.

Tzv. vodná funkcia lesa (podľa triedenia KREČMERA *a kol.* 1981) zabezpečuje homeostázu krajiny a jej ochranu pred vodným živlom. To je najširšie chápanie jednej zo základných hydrických funkcií.

Vplyv lesa na hydrologický režim vodných tokov je predmetom skúmania už od konca 19. storočia, kedy sa započalo s takýmto výskumom v alpskej oblasti. Odvtedy evidujeme už značné množstvo výskumov z experimentálnych povodí s rôznym stupňom lesnatosti, drevinovým zložením, spôsobom obhospodarovania lesov a pod., čo umožnilo určitý stupeň generalizácie poznatkov vzťahu lesa a odtoku. Všeobecne bolo potvrdené, že lesy majú (MRÁČEK, KREČMER 1975):

- mimoriadnu schopnosť zadržiavať zrážkovú vodu v odtoku (retenčná schopnosť),
- hromadiť zrážkovú vodu na rozsiahlom povrchu drevín, v pôdnej pokrývke a v samotnej pôde (akumulačná schopnosť),
- spomaľovať odtok vody premenou povrchového odtoku v odtok podzemný (retardačná funkcia).

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 danom povodí. Určujúcimi faktormi výslednice odtokového množstva a jeho časových zmien sú najmä (MINDÁŠ *et al.* 1998): 1) geomorfologická charakteristika reliéfu (sklonitosť, reliéfova členitosť a pod.), 2) hydrogeologická stavba povodia (charakter priepustnosti hornín, prítomnosť zvodnených vrstiev a pod.), 3) meteorologické podmienky (dĺžka trvania a intenzita zrážok, spolupôsobenie horizontálnych zrážok a pod.), 4) vodná bilancia lesných porastov (intercepcia, zásoby pôdnej vody, stav lesnej cestnej siete vo vzťahu k povrchovému odtoku a pod.), 5) celková lesnatosť povodia a štruktúra nelesnej krajiny povodia. Z hľadiska účinku vegetácie a osobitne lesov v hydrologickom režime krajiny je určujúci predovšetkým ich transformačný účinok na atmosférické zrážky a celkovú vodnú bilanciu lesných porastov a lesných pôd.

Príčiny povodní

Zrážkovo – odtokový režim v malých povodiach úzko súvisí s širokou škálou prírodných a miestnych podmienok. Väčšina podieľajúcich sa prvkov má veľkú variabilitu hodnôt. V malých horských povodiach, ktoré majú pomerne veľkú lesnatosť, bývajú príčinou povodní podľa JAŘABÁČA a CHLEBEKA (2000) dažde trojakého druhu:

1. Búrkové prietrže mračen, zasahujúce pomerne malú plochu a trvajúce krátky čas – 1 až 2 hodiny, ktorých intenzita je často väčšia ako $2 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.

2. Búrkové dažde spojené so studeným frontom postupujúcim do Európy z Atlantického oceánu; tie môžu mať spočiatku podobnú intenzitu ako krátkodobé búrkové dažde, neskôr môžu zasiahnuť väčšie územie, kde sa vyskytne menej intenzívny dážď trvajúci i niekoľko dní. Vyskytujú sa prevažne v lete, len výnimočne začiatkom jari alebo v neskorej jeseni.

3. Regionálne dažde, nadväzujúce na cyklóny postupujúce do strednej Európy spravidla z juhu na sever po van Bebberovej dráhe V_b ; súčasne s nimi prúdi od severu chladný vzduch. To podmieňuje v oblasti stretu síce menej intenzívne, ale dlhotrvajúce dažde zasahujúce často územie väčšie ako 10 tisíc km^2 .

Ako uvádzajú spomínaní autori, najnebezpečnejšie povodne sú takmer vždy vyvolávané mimoriadne silnými dažďami, ktoré sa väčšinou vyskytujú v teplom ročnom období. Len ojedinele môžu byť povodne vyvolané náhlym topením snehu počas dažďa, čo je však pravdepodobnejšie v pahorkatinách a na nížinách.

BRECHTEL (1970) rozlišuje dva typy povodňových odtokov:

1. Sú to predovšetkým miestne, prevažne krátkodobé povodne, ktoré vznikajú z povrchových odtokov vtedy, keď zrážky vysokej intenzity lokálne prevýšia infiltračné schopnosti pôdy.
2. Rozsiahlejšie a dlhšie trvajúce povodne, ktoré sú spôsobené výdatnými dažďami zasahujúcimi väčšiu plochu, alebo náhlym a intenzívnym topením snehu (vpád teplého vzduchu – dážď na sneh). V takomto prípade dochádza v celej oblasti k prekročeniu infiltračnej schopnosti a zadržiavaniu vody.

Oba typy povodňových odtokov môžu byť redukované komplexnými úpravami povodí, ale v rôznej miere. Kým v prvom prípade je možné zlepšiť situáciu aj na poľnohospodársky využívaných pôdach opatreniami zvyšujúcimi zásak, v druhom prípade môže tmiť povodňové maximá iba les (BRECHTEL 1970). Extrémne dažde a nimi vyvolané odtoky majú pomerne malú početnosť opakovaní, ale v nadväznosti na predpokladané globálne otepľovanie klímy, väčšina odborníkov predpokladá v budúcnosti ich častejší výskyt a intenzitu.

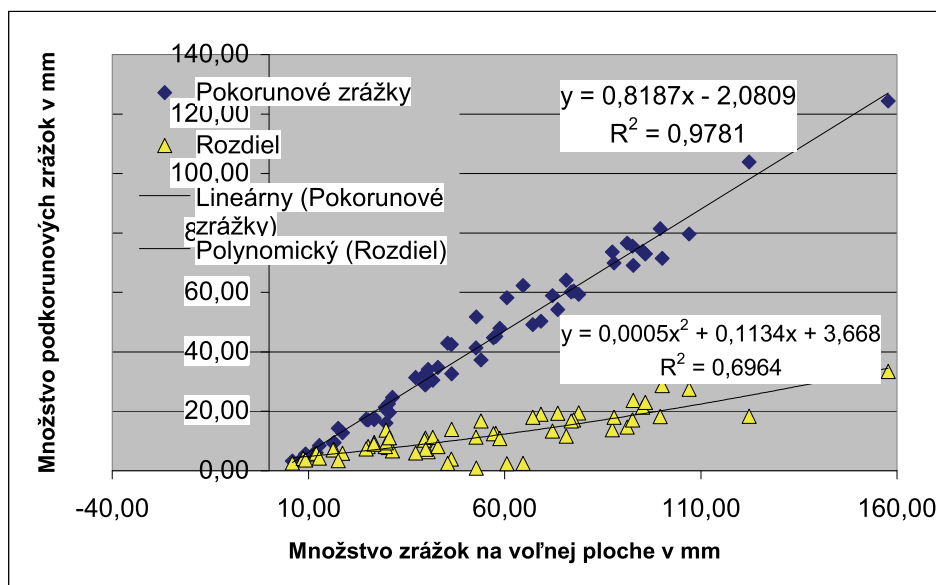
Vplyv lesnatosti na odtok vody pri povodňových vlnách

Zovšeobecňujúce poznatky o vplyve celkovej lesnatosti povodia, ktoré uvádza VALTÝNI (1986) hovoria, že najvýraznejšie je ovplyvnený maximálny špecifický odtok vo flyšových oblastiach, 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 štúdia vplyvu lesa na odtok vody je nesporné, že lesy síce nemôžu celkom zabrániť povodňovým vlnám, môžu však výrazným spôsobom zmierniť ich priebeh. Na základe Válkových meraní z Čiech z 2 porovnávacích povodí možno extrémny vodný stav na bystrine s lesnatým povodím, aký je tam pravdepodobný raz za 100 rokov ("storočná voda"), v zrovnávacom bezlesom povodí očakávať každých 16 rokov (MRÁČEK, KREČMER 1975).

Retenčná a ifiltračná kapacita lesných ekosystémov pri povodňových vlnách

Kľúčovým faktorom, ktorý zohráva rozhodujúcu úlohu 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 dvomi spôsobmi (MINĎÁŠ, ČABOUN 2002). Predstavme si, že máme fľašu, ktorá má určitý objem (retenčná kapacita) a určitý rozmer hrdla fľaše, ktorý limituje množstvo vody, ktoré môžeme do fľaše naliať (infiltračný koeficient). Ak do fľaše lejeme vodu, ktorá je schopná prejsť cez hrdlo fľaše tak naplníme celý obsah fľaše a ďalšie dodávané množstvo vyteká von. Tento prípad nastal napr. v lete roku 2001,

keď menej intenzívne zrážky dokázali postupne nasycovať pôdu bez výraznejšej zmeny odtoku, ale nakoľko tento dažď trval niekoľko dní došlo k úplnému naplneniu retenčnej kapacity lesa a prebytková zrážková voda v celom objeme priamo prechádzala do odtoku a výrazne dynamizovala povodňovú vlnu až po určitom čase (rádovo desiatky hodín). V druhom prípade ak do fľaše lejeme naraz veľký objem vody, ktorý nestačí prejsť hrdlom fľaše časť z tejto vody sa dostáva mimo, aj keď je vo fľaši ešte voľný priestor. Tento druhý prípad nastal napr. v júli roku 2002, keď intenzita zrážok pri lokálnych búrkach bola taká vysoká, že retenčná kapacita lesnej pôdy a porastov sa nestačila naplniť a prebytok zrážkovej vody prechádzal priamo povrchovým odtokom s minimálnym časovým posunom do riečnej siete. Urobme si ešte predstavu aká je vlastne veľkosť retenčnej kapacity lesných ekosystémov. Kapacita nasýtenia korún lesných drevín zrážkovou vodou predstavuje hodnotu rádovo 10 mm, čo pri úhrnoch zrážok pri povodňových situáciách zväčša nepredstavuje ani 10 % z celkového množstva spadnutých zrážok. Ak však sledujeme množstvo zrážok v dvojtýždňových intervaloch, zistíme podľa dlhodobých meraní, že s rastúcim dvojtýždňovým množstvom zrážok na voľnej ploche narastá množstvo zrážok zachytených v korunách stromov (obr. 1).



Obr. 1 Závislosť množstva podkorunových zrážok a rozdielu medzi množstvom zrážok na voľnej ploche a podkorunovými zrážkami od množstva zrážok na voľnej ploche na TMP Grúnik vo vegetačných obdobiach rokov 2001–2005

Kapacita nasýtenia krovinatej, bylinnej vrstvy a vrstvy opadanky môže byť veľmi rozdielna a zväčša sa pohybuje na úrovni 5–20 mm. Pre najrozšírenejšie lesné pôdy na Slovensku môžeme podľa výsledkov výskumu uvažovať s krátkodobou retenčnou kapacitou 30–40 mm. Ak to zosumarizujeme tak celkovú retenčnú kapacitu lesných porastov môžeme odhadovať v rozsahu 45–70 mm. Táto hodnota platí pre stav 100 %-nej 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, takmer až nulová (penetrované lesné cesty), čím sa celková retenčná kapacita lesnej krajiny znižuje. Pokles retenčnej kapacity krajiny pochopiteľne s klesajúcim percentom lesnatosti klesá, spočiatku pomalšie, do hodnoty 50–60 %-nej lesnatosti, pod touto hranicou je pokles s lesnatosťou oveľa výraznejší.

Problematika infiltrácie zrážkovej vody v pôde úzko súvisí so stavom vrstvy nadložného humusu. Ak v procese hospodárenia v lese dôjde k narušeniu tejto vrstvy okamžite dochádza k rapidnému zvýšeniu povrchového odtoku a zvýšeniu erózneho odnosu, a tým aj k rozkolísanosti prietokov.

Väčšina autorov sa zhoduje v tom, že kritické dažde sa vyskytli spravidla v čase úplného alebo aspoň veľkého nasýtenia povodí vodou z predchádzajúcich zrážok. Potom lesné ekosystémy, predovšetkým lesné pôdy, ktoré majú v normálnom (nenasýtenom) stave veľkú retenčnú kapacitu, nedokázali úplne zadržať vodu z extrémnych zrážok, ani spomaliť odtok z povodia a rozdiel medzi

odtokom zo zalesnených a bezlesích častí povodia v čase kulminácie povodne, bol relatívne malý. V takýchto prípadoch sa lesné porasty výrazne nepodieľali na retencii a retardácii odtoku z povodia bez ohľadu na zastúpenie drevín, vek, zakmenenie, spôsob obhospodarovania a iné charakteristiky.

VALTÝNI a KAZDA (2002) uvádzajú, že ak sa vyskytne extrémny dážď v krátkom časovom intervale s výdatnosťou napr. 100 mm, v našich prírodných podmienkach, po povrchu odtečie zo zalesnenej časti povodia len približne 30–40 % vody, kým z lúk a pasienkov odteká viac ako 50 mm vody, teda lúky a pasienky zadržali iba približne 67 % z množstva vody zadržaného lesom. Výrazne horšiu schopnosť zadržiavania vody má však najmä orná pôda v období bez vegetačného krytu.

Pôda ako rezervoár vody má úžasný potenciál a môže zadržiavať až 400 mm vody. V našich prírodných podmienkach je však pôda stále čiastočne nasýtená vodou. Ak sa pôda úplne nasýti, vzniká najnebezpečnejší odtok pre tvorbu povodne.

Vplyv lesa na odtok vody pri roztápaní sa snehu

Z hľadiska vplyvu vegetácie na odtokové pomery v povodí nie je možné zanedbať vplyv vegetácie na množstvo odtekajúcej vody z povodia pri roztápaní sa snehu. V období topenia snehu je v lese príkon energie oproti voľnej ploche nižší, takže snehová pokrývka sa tam topí pomalšie a dlhšie ako na otvorenej ploche.

BRECHTEL (1970) uvádza výsledky meraní z horskej oblasti Vogelsberg (nad 600 m n. m.), kde je jasne vidno, že les má dôležitú funkciu pri zabraňovaní rýchlemu topeniu snehu. Kým z lúk odtieklo za 1 deň 5,8–11,8 mm – vzhľadom na expozíciu svahu, zo smrekového lesa odtieklo 5,0 mm a z bukového 4,3 mm vody z topiaceho sa snehu bez ohľadu na expozíciu svahu. Ukázalo sa, že druhová skladba a vek porastu sú pre ukladanie snehu a jeho topenie veľmi dôležité. Kým porasty zložené z listnatých drevín môžu (vzhľadom na zachytávanie snehu) spôsobiť, že sa až o 20 % menej snehu dostane na pôdu ako v bezlesí, ale väčšinou je to 5–10 %, ihličnaté porasty znižujú kvantitu snehových zrážok dopadajúcich na pôdu o 20–40 % (WISLER a BRATER 1959 ex BRECHTEL 1970). Táto skutočnosť tiež môže zohrávať veľmi dôležitú úlohu pri kvantitatívnom útlme jarných povodní. Možno povedať, že v oblastiach s veľkými snehovými zrážkami možno hydrickú funkciu lesa rozhodujúcou mierou využiť pre zníženie maxim povodňových odtokov na jar a rozklad odtok na dlhšie obdobie.

Záver

Vplyv lesa na vodu v krajine nie je jednoduchý a je veľmi ťažké jeho zovšeobecnenie. Kľúčom k riešeniu je komplexné riešenie hydrických funkcií lesa, kde je základom pre objasnenie uvedených otázok znalosť bilancie vody v lesnom ekosystéme a v krajine. Ide o časové a priestorové riešenie kvantitatívnych a kvalitatívnych ukazovateľov vyjadrujúcich vzájomný vzťah medzi príjmovými zložkami vody (atmosférické zrážky) a výdajovými zložkami vody (evapotranspirácia (celkový výpar), odtok do povrchových a podzemných vôd).

Na záver je možné konštatovať, že lesné komplexy znižujú extrémity zrážok – znižujú veľkosť odtoku veľkých vôd a zvyšujú veľkosť odtoku nižších. V našich pomeroch môže lesný porast spôsobiť zníženie maximálneho odtoku až o 50 % (DUB 1963). Naopak v najsuchších mesiacoch bol odtok z lesa 1,43-krát vyšší než odtok z polí a 1,58-krát vyšší než odtok z trvalých trávnych porastov (ŠVIHLA 2001). Úhrnný odtok z väčších lesných celkov je spravidla nižší než celkový odtok z bezlesia (z polí a luk). K celkovému výparu uvádza ŠVIHLA (2001), že podľa prehľadu zverejneného KANTOROM a KLÍMOM (1997) pre oblasť pahorkatín centrálnej Evropy sa celkový výpar pohybuje v ihličnatých porostoch medzi 506–687 mm . rok⁻¹ s priemerom 554 mm . rok⁻¹ a v listnatých porostoch 390–673 mm . rok⁻¹ s priemerom 508 mm . rok⁻¹. Pre zrovnanie výpar z trvalých trávnych porastov sa v týchto podmienkach pohybuje medzi 350–550 mm . rok⁻¹, priemerne 450 mm . rok⁻¹. V horských oblastiach je to samozrejme o čosi menej, vzhľadom na príkon slnečnej energie.

Les vďaka vlastnostiam lesnej pôdy umožňuje infiltráciu vody do pôdy a znižuje povrchový odtok, a teda aj riziko erózie. Pretože vrstva pôdy je relatívne tenká a vodivá s vysokým sklonom nepriepustného podložia, tvorí sa podpovrchový odtok, ktorým sa napájajú podzemné vody, pramene a povrchové toky.

ZACHAR (2001) uvádza, že výskumami bolo zistené, že les znižuje odtok z lejakových vôd najmä na nepriepustných pôdach. Čím je pôda a podložie menej priepustné, tým je rozdiel v odtoku medzi lesným a poľnohospodárskym územím väčší. Ďalej píše, že okrem lesa, trvalých trávnatých porastov a poľnohospodárskych kultúr má pri ochrane proti povodniam dôležitý význam sieť ciest, najmä ciest na lesnom a poľnom území. Ich hustota (dĺžka) rozmiestnenie a odvodňovacia schopnosť rozhodujú o rýchlosti odtoku vody z povodia, a tým o deštruktívnom účinku vody.

Literatúra

- BRECHTEL, H.M. 1970: Komplexní úprava povodí. Nová hlediska při obhospodařování krajiny. Zprávy lesnického výskumu, 16(2): 1 – 8.
- DUB, O. 1963: Hydrologia, hydrografia, hydrometria. Bratislava, SVTL, 526 s.
- KANTOR, P., KLÍMA, S. 1997: Mikroklima a vodní bilance jedlo-bukového porostu v pahorkatině. Lesnictví-Forestry, 43(8): 333 – 346.
- KREČMER, V., FOJT, V., HYNČICA, V. 1981: Intercepční proces ve smrkových porostech. Vodohospodářský časopis, 29(6): 593 – 614.
- MINDÁŠ, J., MORAVČÍK, M., STANOVSKÝ, M. 1998: Význam lesov a ich obhospodarovania z hľadiska protipovodňovej ochrany krajiny. In O povodniach v roku 1998. Zborník referátov. Práce a štúdie SHMÚ, Bratislava, s. 66 – 71.
- MRÁČEK, Z., KREČMER, V. 1975: Význam lesa pro lidskou společnost. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 225 s.
- ŠVIHLA, V. 2001: Vliv lesa na odtokové poměry na malém povodí. Lesnická práce, 2, s. 66 – 68.
- VALTÝNI, J. 1986: Vodohospodársky a vodoochranný význam lesa. Lesnícke štúdie, 38, Zvolen, VÚLH, 68 s.
- VALTÝNI, J., KAZDA, R. 2002: Lesy a povodne. Domino Fórum 31, s. 15.
- ZACHAR, D. 2001: Vodohospodárska funkcia lesov – kľúčový problém dneška a zajtrajška. Enviromagazín, 5, s. 16 – 17.

doc. Ing. Vladimír Čaboun, CSc., doc. RNDr. Ing. Jozef Mind'áš, PhD.

Národné lesnícke centrum – LVÚ Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: caboun@nlcsk.org; mindas@nlcsk.org
