

## VLIV LESNÍCH CEST NA ODTOKY Z HORSKÝCH LESNATÝCH POVODÍ

### THE IMPACT OF FOREST ROADS ON THE WATER RUN-OFF WITHIN THE SMALL FORESTED WATERSHEDS

ZDENĚK VÍCHA - MILAN JAŘABÁČ - ZUZANA OCEÁNSKÁ - MILAN BÍBA

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

#### ABSTRACT

Modern methods of forest renewal using mechanized technologies with skidding lines, sorting platforms and timber transport roads surely influence changes of water regime in the forest environment. Based on forest-hydrological research in the Beskydy Mts. since 1953 provided this contribution presents only a small part of new experiences about affect of forest road networks. Forest transportation network in the Czech Republic is surveyed and influence of road network on hydrological elements of run-off in the researched catchments discussed. More attention is recommended to give to the forested and populated landscape regeneration aimed at effective protection against damage by floods in future.

**Klíčová slova:** lesnická hydrologie, malá bystřinná povodí, vodní účinky lesních cest, ochrana před povodněmi a erozí

**Key words:** forest hydrology, small watersheds, water effects of forest roads, floods and erosion protection

#### ÚVOD

Při obecném hodnocení vodních účinků lesů bývá obecně věnována menší pozornost vlivům lesních cest. Obdobně tak i vlivům druhotné bystřinné sítě na vznik povodňových vln v malých lesnatých povodích. Kulminace povodňových vln v těchto podmínkách nastávají po místních prudkých lijácích nebo po dlouhotrvajících a vydatných krajinných deštích. Důkladný přehled poznatků ze zahraniční literatury byl uveřejněn v brožurě z kolokvia v Německu (IRSLINGER 2005). V ní je nejobsáhlejší úvodní informace (MENDEL - 344 autorských titulů) o průtokových vlnách v malých lesnatých povodích v letech 1910 až 2005 se zřetelným ovlivněním lesními cestami. Tyto byly označeny jako liniové struktury rušící celistvost lesní půdy, které přispívají k vzniku a průběhu povrchového i podpovrchového odtoku zrychlujícího půdní erozi. Podle (KREŠLA 1990 in SKOUPIL 2006) působí dopravní síť na vodní bilanci a oběh vody v lesních porostech převážně negativně. Odlesněním pruhu porostu pro cestu se snižuje intercepce a transpirace a tím se zvyšuje potenciální množství vody pro odtok. Dochází k narušení svahového nesoustředěného odtoku a k jeho převedení na soustředěný, čímž se urychluje odtok vody z povodí a zvyšují se kulminační průtoky úměrně k hustotě cestní sítě, resp. rozestupu svahových cest. U zpevněných lesních cest snižuje vozovka však a zvyšuje odtokový součinitel. Odvodňovací objekty cest (přikopy, trubní propustky) zvyšují rychlost odtékající vody nad hodnotu krajní nevymílající rychlosti a následně dochází k erozním jevům.

Lesní cestní síť je „hydrologická diskontinuita“. V zářezech do terénu působí vývěry půdní vody a její koncentraci. Spolu s povrchovým odtokem a ve vztahu k podílu přímo na cestní povrch dopadajících dešťů soustřeďuje a zrychluje odtok z povodí. V excerptu studie je uvedeno, že podle místních podmínek mohou být vrcholy průtokové křivky odtoků zvýšeny o 40 až 90 %. Zatímco v horních částech povodí podél rozvodnice více vody zasakuje, zvětšuje

se na svazích podíl rychlého podpovrchového odtoku. Na úpatích se potom dočasně vytvoří vydatné prameny zvětšující průtoky v bystřinných korytech. Podíly povrchové a podpovrchové odtékající vody a její perkolace do hlubších horizontů vždy závisí nejen na intenzitě a vydatnosti deště, ale též na četných pedologických, geologických, geomorfologických i vegetačních spolupůsobících činitelích, jejichž vzájemné vztahy se liší podle místních podmínek. Z toho vyplývá, že se zmenšující se rozlohou povodí je modelování těchto jevů obtížnější. Proto je tak důležitá jejich verifikace naměřenými daty. To je časově náročné, protože četnosti povodňových vln, jejich kulminací i průběhů, jsou značně rozkolísány.

Při přibližování dříví způsoby šetrnými k půdě v lese blížícím se přírodnímu optimu nevzniká povrchový odtok a vrcholy průtoků za těchto podmínek nevzrůstají. Při používání liniových přibližovacích a odvozních struktur se však tyto podmínky mění. Rozhodujícími jsou hustota této sítě, tlaky na půdu a způsoby jejího odvodňování. Na svazitém terénu je doporučována hustota sítě 40 až 60 m/ha



#### Obr. 1.

Po vydatném krajinném dešti vzniká i na lesní půdě povrchový odtok (6. 7. 1997)

Surface runoff appeared on forest soil after heavy regional rain (June 6, 1997)

**Obr. 2.**

Soustředěně odtékající voda s velkou kinetickou energií vytváří erozní rýhu  
Concentrated runoff water creates erosive furrow due to its great kinetic energy

nek. Bývá uváděno, že na počátku vzestupu vlny bývá průkazným předvrchol vytvořený dopadem deště nejen na bystřinnou síť, ale i na lesní cesty. Pro vlny jsou důležité tzv. vodou nasycené plochy povodí (Sättigungsflächen), které se nejprve tvoří na úpatích svahů počátkem vydatného deště (lijáku) a zvětšují se dále až k rozvodnici v povodí. Mohou pokrývat od 8 %, 35 %, 65 % až krátce a výjimečně 100 % plochy povodí. Kromě soustředování povrchového odtoku nejen v síti bystřin, ale též v prohlubních a rýhách přírodního i umělého původu, jejichž podíl v kritických situacích se 3krát i vícekrát zvětšuje, vodou nasycené plochy výrazně přispívají k tvorbě průtokových vln. Důležitým činitelem toho je rychlý podpovrchový odtok (Zwischenabfluss), který je na povrch přiváděn stopami po jízdách mechanismů, cestními příkopy, přírodními poklesy a rýhami v terénu, zářezy cestních svahů. Po průtoku cestními propusty může voda opět vsáknout do lesní půdy nebo až po delším soustředěném odtoku, který může pokračovat až do vodního toku. Na dění spolupůsobí sklony terénu a cesty, podloží, zarůstání povrchu cesty bylinami. Jev je velmi proměnlivý podle druhu deště i stanoviště. Z naměřených dat bylo vypočítáno, že zrychlené odtoky v malých povodích snižují půdní vlhkost i výparu.

Vlivy technologických linií i lesních cest na povrchové odtoky a vrcholy vln dávají rozdílná data. Bylo zjištěno, že na sečích provedených půdu šetřícími způsoby včetně přibližování a odvozů dříví není odtokový režim podstatně změněn. Výjimku tvoří přibližovací linie, na nichž se může vytvořit povrchový odtok. V jiných podmínkách sečí se vrcholy průtokových vln mohou násobně zvýšit. Naopak byly zaznamenány případy snížení vrcholů vln, ale tam by bylo nutné podmínky odtoků zvlášť vyšetřit. Je prokázáno, že změny vln odtoků jsou ztlumeny ponecháváním těžebních zbytků a rychlou obnovou bylinné vegetace. Nepříznivým činitelem tvorby průtokových vln je surový humus. Jízdami mechanismů bývají

s odvodněním cestními příkopy pod svahem a s propusty vzdálenými podle místních podmínek 30 až 60 m, ne více než 150 m. Podle hydrologického hlediska využívajícího GIS je potřebná statistika s prvky: zápoj porostu (druh, stáří), vlastnosti půdy (druh, mocnost), lesní cesta (typ, substrát, nárůst, profil, odvodnění), jízdni stopy, odvodňovací příkopy, sklony terénu a cesty.

Zvýšení vrcholů průtokových vln vlivem cest bývá různými autory uváděno mezi 12,5 až 90 %. Předpověď je nejistá, musí být změřena data a vyčíslena podle místních podmínek.

**Obr. 3.**

Lesní cesta se zpevněným povrchem nepřekáží horskému vodnímu proudu

Forest road with paved surface does not stop mountain water stream

půdy ztuhněny na 30 až 40 let, což nepříznivě hydrologicky působí. Tání sněhu působí na sečích rozdílně, nikoli však katastrofálně.

Průvodním projevem průtokových vln je intenzita půdní eroze. Naměřené hodnoty velmi kolísají podle místních podmínek. Je jisté, že nešetné obnovní způsoby zvyšují objemy i vrcholy vln, soustřeďují odtoky a zvyšují specifické hodnoty, erodují půdu, zvětší pohyb splavenin v bystřinných korytech, a pohyby tzv. splávil. To se promítá do morfogeneze bystřinné sítě i do výše povodňových škod. I tyto rozdíly je nutno zahrnout do hydrologických modelů.

Lesní cesty jsou důležité liniové struktury, protože umožňují:

- transport dříví i jiných hmot, osob, materiálů a strojů;
- zpracování, třídění a manipulace s dřívím i jiných lesních produktů;
- prostorové rozčlenění lesů, pro plánování, kontroly, organizaci provozu i orientaci;
- ochranu lesa proti vnějším organismům i ohni;
- rekreační činnost v lese (turistika, cyklistika, jízda na koních).

Na lesní cesty se soustřeďuje občasná doprava lesních mechanismů i turistika. Podle rozsahu provedených stavebních prací a následné péče mají jen omezenou vodní retenci. Z cestního povrchu se zpevněným povrchem odtéká až 100 % dešťové vody, z jiných jen asi polovina. Hustotou cest a způsobem jejich odvodňování může být odtok usměrňován. Hustota cest má být co nejmenší a jejich vodní účinky mají být prověřovány (SCHÜLER in IRSLINGER 2005).

Na území ČR zatím nebyly vodní účinky lesních cest podrobněji prozkoumány, ale udržování vhodných podmínek pro srážkově-odtokový proces je v zásadě respektováno, např. ČSN 73 6108 Lesní dopravní síť (HANÁK 2003).

## MATERIÁL

### Lesní dopravní síť na území České republiky a v Moravskoslezských Beskydech

Přehled o struktuře lesní dopravní sítě v lesním hospodářství ČR bez zřetele na vlastnictví byl uveřejněn (KLČ 2007) s rozdělením na třídy a kategorie:



**Obr. 4.**  
Nezpevněná svážnice je značným zdrojem splavenin  
Unpaved slope road is a great source of sediments



**Obr. 5.**  
Čerstvá erozní rýha po přivalové srážce  
Fresh erosive furrow after torrential rain

- lesní cesty 1. a 2. třídy umožňující prostorovým uspořádaním a technickou vybaveností celoroční nebo i sezónní provoz návrhových vozidel. Mají délku 46 800 km a hustotu 18,00 m/ha.
- trvalé přibližovací cesty 3. třídy sloužící k vývozu a přibližování dřeva měří úhrnem 41 700 km a mají hustotu 15,76 m/ha.
- lesní cesty 4. třídy jsou přibližovací cesty a přibližovací linky k pohotovému soustředování vytěženého dřeva z porostů. Měří 71 500 km a mají hustotu 42,67 m/ha.

Výměra všech lesů na území České republiky v roce 2006 byla 2 649 000 ha (VACEK 2003). Z nich připadalo na horské lesy (6. - 9. LVS) 459 570 ha, tj. 17,45 %. Je třeba uvést, že v této publikaci nebyl uveden podíl lesní dopravní sítě, který je na této ploše. Kromě toho interval rozčlenění je nutno považovat za polootevřený – nelze vyloučit, že podíl sítě rozložené v pahorkatinách se může, byť jen omezeně, rovněž podílet na hydrologických parametrech povodňových vln. Úhrn všech lesních cest na území ČR činí 160 000 km s průměrnou hustotou 60,31 m/ha. Průměrná hustota odvozních cest v České republice dosahuje 22 m/ha a jejich šířka je v průměru 5 m. Průměrná hustota přibližovacích cest činí 75 m/ha při šířce 3 m (BENEŠ 1986).

Toto rozdělení však postrádá posouzení jejich vodních účinků na odtoky vody z lesního prostředí. Mělo by být specifikováno se zře-

telem k rozdílům mezi horskými oblastmi, pahorkatinami a nížinami, a též i podle klimatických prvků, geologického a pedologického působení s hydrologickými účinky. Proto má pro posuzování vodní bilance prostředí pomocný význam.

Orientačním a plánovacím podkladem pro lesní hospodářství jsou oblastní plán rozvoje lesů – PLO. Beskydský lesnicko-hydrologický výzkum souvisí s částí OPRL-PLO číslo 40 – Moravskoslezské Beskydy (HOLUŠA 2000). Neobsahuje však data týkající se účinků lesů na opakování, trvání a vrcholy průtokových vln způsobené lesní dopravní sítí. Jiným, podrobnějším podkladem jsou lesní hospodářské plány, které plánují a optimalizují lesní dopravní síť pro provozní potřeby, ale rovněž se blíže nezabývají jejími vodními účinky.

Lesnicko-hydrologický výzkum ve dvou malých, beskydských, výzkumných povodích (Červík - CE) a (Malá Ráztoka - MR) (BÍBA et al. 2006, 2008) měří a vyhodnocuje prvky vodní bilance, jejich vztahy a rozkolísanost nejen pro hospodaření v lesích, ale též pro opatření doporučená k podpoře ekosystému. Dlouhodobý výzkum v obou povodích prokázal nejen jeho užitečnost, ale též metodickou i fyzickou náročnost. V rámci výzkumných měření byly vyhodnocovány i prvky vzniků, opakování, intenzit a vrcholů průtokových vln, při nichž bylo pamatováno na předpokládané hydrologické účinky

lesní dopravní síť. Rozbor naměřených dat ukázal, že počty a síly průtokových vln v kalibraci výzkumu, při a po následující zrychlené porostní obnově s částečnou úpravou dřevinné sklady i ve znečišťovaném ovzduší (více v MR), nevytvorily soubor dat potřebný pro statistické výpočty (CHLEBEK 1987).

V povodí CE bylo před rokem 1965 postaveno 3,5 km lesních cest 1L a 2,0 km 2L s průměrnou hustotou 29,73 m/ha, a to zejména v dílčím povodí CE-A, do kterého byly směřovány intenzivní těžby, protože podpovodí CE-B bylo zachováno bez úmyslných hospodářských zásahů. V povodí MR to bylo 11,5 km cest typu 2L s hustotou 55,56 m/ha (OPRL 40 – Moravskoslezské Beskydy). Cesty klasifikace 3L a 4L zaznamenány nebyly a lze předpokládat, že jejich vodní účinky, protože byly jen dočasnými a pomocnými liniemi, jsou nyní neprůkazné. Po dokončení stavby této dopravní sítě v obou malých povodích do poloviny 60. let minulého století již tato nebyla rozšiřována ani v ní nebyla provedena větší údržba. Přibližováním dříví koňmi nebo místy i lanovkou tam nevznikly erozní rýhy. Přesto by soustředěně odtékající vodě měla být věnována pozornost, zaměřená na tlumení místně zrychlené eroze.

## DISKUSE A VÝSLEDKY

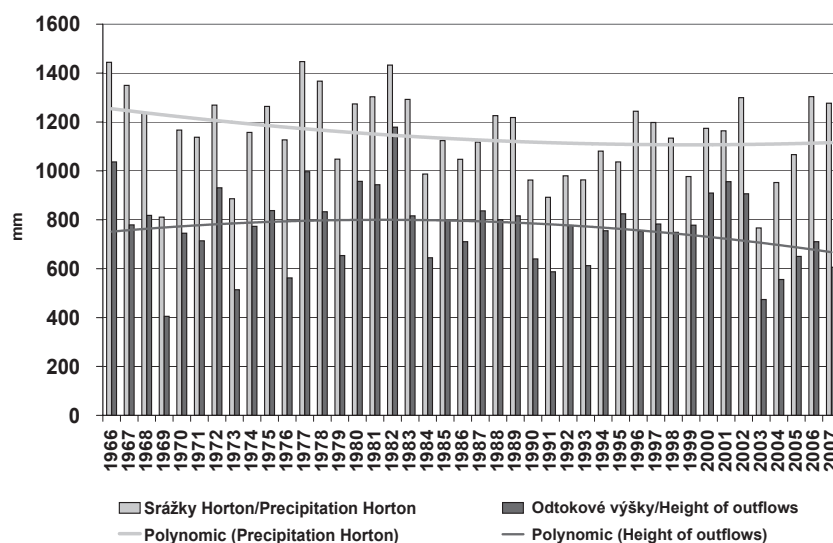
### Diskuse o vlivech cestní sítě ve zkoumaných povodích na hydrologické prvky odtoků

Z rozborů naměřených dat bylo zjištěno, že porostní obnova v CE a MR statisticky nevyšila vrcholy průtokových vln (CHLEBEK 1987). Je pravděpodobné, že vlivy lesních cest na odtoky z povodí byly málo výrazné v komplexitě průtokových vln, hodnotíme-li je v rámci časově stanovené úrovně měření. Nezávisle na statistickém hodnocení je z naměřených dat viditelný rozdíl mezi jednotlivými dílčími povodími, kdy na podpovodí CE-A došlo od zahájení těžeb k mírnému nárůstu odtoků (obr. 6), který nebyl způsoben zvýšením úhrnu srážek (obr. 7). Tento trend nárůstu vrcholů kolem roku 1982, ale není nikterak významný. Tento nárůst se na podpovodí CE-B neprojevil, došlo naopak k poklesu odtoků. V tomto podpo-

vodí se neprováděly těžby a nebyly nově budovány žádné kategorie cest. Naopak na CE-A byla výstavba cest intenzivní od roku 1965 do roku 1982, což koresponduje s mírným nárůstem odtoků pouze na tomto dílčím povodí. Také SKOUPIL (2006) podrobil povodí Červík zkoumání a uvádí, že v obdobích se zvýšenou těžebně dopravní činností na Červíku docházelo ke zvýšení podílu povrchového odtoku vody z povodí. To znamená, že v těchto obdobích byl nižší vsak a tím také nižší retence vody v povodí. Navýšení podílu odtoku však bylo velice nízké, činilo 4,7 %. Z toho nevyplývá, že porostní seče lze provádět výkonnými mechanismy bez obav z narušování ekologické stability subsystému lesa (obr. 8), ale to, že v něm lze s přiměřenou tolerancí bezpečně provádět nutné lesnicko-hospodářské práce. Je však třeba brát ohled na cílevědomou ochranu a podporu stabilizujících vztahů mezi prvky toho prostředí, ovšem s přiměřeným zvýšením nákladů. Povodí CE je částí pásma hygienické ochrany vodárenské nádrže Šance. Pod povodím MR je prováděn stálý odběr do místního systému pitné vody.

Pro správu subsystému vody jsou důležité některé poznatky a skutečnosti: deště jsou nejdůležitějšími hydrometeory vytvářejícími odtoky z povodí. V horách jsou místně rozdílnými nejen podle druhů, ale též podle reliéfu, expozice a nadmořské výšky (SEVRUK 2004). Pro hodnocení vzniků a průběhů vrcholů průtokových vln musí být měřena a zaznamenávána jejich intenzita v intervalech 1 až 2 minut nebo i kratších. V této fázi prevence nebezpečných vln odtoků je důležité hodnotit právě v nejkratších časových úsecích retenční kapacitu povodí vztahem mezi současnými srážkovou intenzitou a specifickým odtokem z povodí  $q$  ( $v \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ ). Z toho plyne velká retenční kapacita v povodích. Ta však může být pomístně narušena lidskou činností včetně stavby lesních cest. Následkem jsou potom větší povodňové škody.

Výše intercepce a evapotranspirace v průběhu vrcholů průtokových vln ještě nebyla detailně vyhodnocena. Početnějšími jsou data o vsaku do půdy, která však závisí i na nasycenosti povodí vodou. Povrchový odtok je klasifikován na lesní půdě jako výjimečný jev s krátkým trváním. Lze jej zjistit při bouřkových lijácích i po velmi dlouho trvajících a vydatných krajinných deštích jako např. počít-



Obr. 6.

Roční sumy srážek a odtoků na dílčím povodí CA  
Annual sums of precipitations on the partial catchment

kem července 1997 (obr. 1). Soustřeďuje odtékající vodu do prohlubní a tvoří rýhy, v nichž vodní proudy nabývají kinetickou energii a erodují půdní povrch (obr. 2 - 4). Část vody, která vsákla, se soustřeďuje do rychlého podpovrchového odtoku, podle půdní struktury a sklonitosti terénu již od rozvodnice po svazích. Na jejich úpatích jsou patrné výrony vody značně zvětšující množství odtékající průtokovou vlnou. Tento podíl odtoku trvá zpravidla jen několik hodin, nejvýše dnů. Hydrologicky důležitou je perkolace vody do hlubších horizontů, které zůstávají zdrojem odtoku vody v mezidešťových obdobích, zejména až po minimální průtoky.

Z toho plyne, že lesní dopravní síť ovlivňuje nejvíce povrchový i podpovrchový odtok. Lesní cesty a s nimi související manipulační plochy mají v povodích jen malý plošný podíl. V CE to je méně než 3 % a v MR 2 % z plochy povodí. Při deštích je na této ploše okamžitě nulový vsak, voda odtud odtéká mimo a teprve tam vsakuje do lesní půdy. Podle procentního podílu nasycených ploch v povodí úměrně přispívá ke vzniku podpovrchového odtoku. Teprve při mimořádných deštích nastává koncentrace povrchového odtoku se silnější erozí a pohybem splavenin. Je patrné, že tento jev je výraznějším jen na menších plochách a v malém povodí, ale se zvětšujícími se plochami a se snížením podélného sklonu terénu se postupně ztrácí. U lesních cest je významné jejich zařazení do svahů terénu zpravidla doplněné odvodňovacími příkopy, které liniově narušuje průběh podpovrchového odtoku vody, soustřeďuje ji a odvádí rychleji do vodoteče k odtoku z povodí, což je nutno hodnotit jako vodohospodářsky nepříznivé. Manipulaci s těmito složkami odtoku z povodí se lesník může do určité míry podílet na tvorbě, výši, trvání a objemech průtokových vln.

Cílevědomá opatření proti vznikům, velikostem a četnosti povodňových vln již od pramenišť bystřinných toků mají podíl na protipovodňové a protierozní ochraně níže po toku. Tento prvek patrně není doceňován. Složky hydrologických prvků toho procesu ve svém souhrnu škodí nejvíce v podhůří, kde navíc narůstá zastavěnost a intenzita lidského využívání území. Proto není dostačující provádět ochranná opatření v nižších částech povodí bez zřetele na stav ochrany proti tokům až k pramenišťům. K tomu náleží též i péče o hydrologické vlastnosti a účinky lesní dopravní sítě.

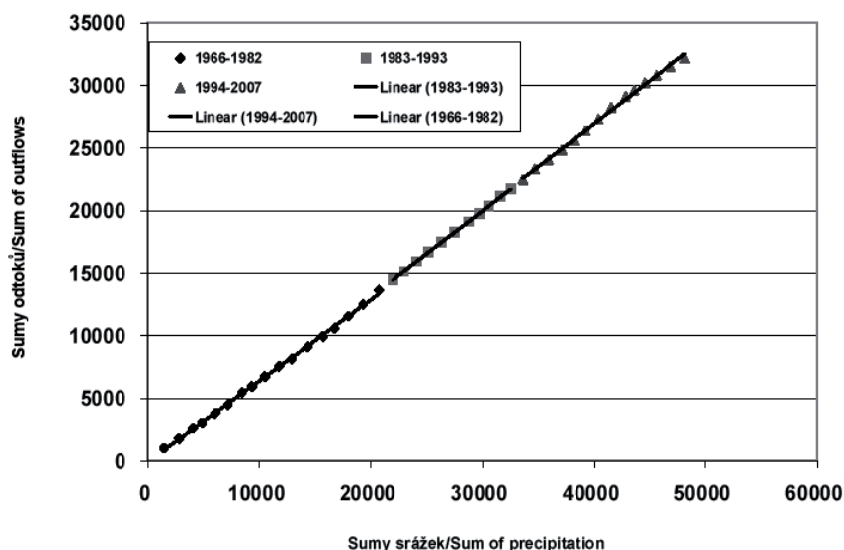
## Vznik průtokových vln

V každém roce se obvykle vytvoří i několik průtokových vln, z nichž však většina nepřesáhne bezpečnou kapacitu průtočnosti sítě bystřinných toků. V roce 2003 nebyl ani v teplém období žádný silný dešť, který by v řadě od roku 1954 tuto podmínku překročil. Po celou dobu výzkumu tam nebyla měřena půdní vlhkost, protože se předpokládalo, že specifický odtok vždy vyjadřuje nasycenost povodí vodou. Měřeními v obou malých povodích bylo zjištěno, že denní úhrny převyšující 60 až 80 mm se teprve tam stávají příčinou povodně. Výjimkou byl bouřkový liják v CE dne 1. 8. 1971, při němž za 1 hodinu spadlo 60,2 mm a z toho 44,2 mm za 20 minut. Vrchol průtokové vlny následoval 20 minut po největší intenzitě lijáku a specifický odtok byl 2,6 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup>. Průtoková vlna trvala jen 4 hodiny a průtok se vrátil na stejnou hodnotu jako na počátku lijáku. Průběh byl zaznamenán jen klasickými přístroji, takže největší intenzitu bylo možné odhadnout jen na 2,2 mm/min, a to svědčí o velké retenční schopnosti tohoto malého povodí. Ze záznamů však nelze určit ovlivnění dat cestní sítě.

Na obrázku 1 ze dne 5. 7. 1997 je patrný povrchový odtok na lesní půdě po regionálním dešti v povodí Střední Opavy (Hrubý Jeseník). Soustředěný povrchový odtok tam vytvořil erozní rýhy bez bylinné vegetace (obr. 2 a 3). Snímky pořízené 10 let po této katastrofální povodni ukazují, že přírodní revitalizace jen zčásti odstranila následky s dlouhodobějšími účinky. Řešení toho problému je nutné vždy vyhledat podle místních podmínek. Preventivní opatření jsou nutná, ale současně i značně nákladná, a to i při uplatnění biotechnických metod.

## ZÁVĚR

Interakce srážek, zejména bouřkových přivalových lijáků a déle trvajících krajinných dešťů s velkými úhrny na odtoky z horských (pahorkatinných), malých, lesnatých povodí je stále hodnocena jen podle obecných poznatků a zkušeností bez hlubších analýz naměřených dat, z nichž by plynula opatření pro potřebnou protipovodňovou a protierozní ochranu. Tato data velmi chybí. Místní poznatky z lesnicko-hydrologických výzkumů a dílčí rešerše k tomuto tématu dovolují, byť jen omezeně, dát zásady pro účelná měření



Obr. 7.

Dvojitá součtová čára z dílčího povodí CA  
Double total line from the partial catchment

těchto jevů k užítku i pro lesnicko-hospodářskou politiku: „ovládání už kapky, z celého stromu se to sotva podaří“ (LUDWIG 1966 in IRSLINGER 2005). Pro zjišťování retenčních možností v malých povodích je nutné v kratších úsecích času měřit dešťové intenzity – nejméně v minutových, ale až v sekundových intervalech pro porovnávání těch dat se specifickým průtokem ( $\text{m}^3/\text{s.km}^2$ ) informujících o vstupech vody do lesního subsystému v době vrcholů průtokových vln.

Cílem ochranných opatření má být co největší zadržování vody v horském lese – existující a při obnovách lesa zachovávané. Lesní dopravní síť, byť její plošný podíl z celého povodí může někde zrychlovat odtoky, přispívá ke zvyšování průtokových vln a intenzity eroze. To lze ovšem vyhodnotit jen jednotlivě podle místních podmínek. Povrchové odtékající a soustředěná voda má být všude odváděna k opětovnému vsaku do lesní půdy. Málo používané cesty s nižší kategorií mohou být po úvaze zrušeny a ponechány k zarůstání. Je třeba pamatovat, že stlačení půdy mechanismy zůstává zachovávané desítky let. Proto šetrné nasazování strojů je nutné. Cesty mají být vzdáleny minimálně 25 metrů od koryt toků a odtoky co nejméně gravitačně zrychlovat. Propusty musí být postaveny v nevelkých vzdálenostech 30 až 50, výjimečně 150 metrů. Musí být chráněny před ucpáváním klestem nebo splaveninami. S větší četností lesnických prací v povodích rostou náklady na údržbu cestní sítě. Je třeba důsledněji odstraňovat odtokové rýhy převážně materiály z místních zdrojů, využívat přelivné hrázky v terénu a malé nádržky v prostředí s retenční a retardační funkcí odtoků včetně transportů splavenin a splávi (organického původu). Povodňová ochrana musí počínat už v nejhorejších částech povodí s prameništěmi. Každý kubický metr vody zadržovaný již u rozvodnice je přínosem pro snížení povodňových škod v údolích, což dává hospodářsky největší užítky (SCHAUPP 2001 in IRSLINGER 2005). Bylo vyjádřeno (ZELENÝ 1960), že okamžitý odtok z povodí vyjadřuje obecně míru jeho nasycení vodou.

## LITERATURA

- BENEŠ J. 1986. Předpoklady zpřístupňování lesa. 1. vyd. Brno, FOLIA VŠZ: 66 s.
- BÍBA M. et al. 2006. Poznatky z padesátiletého lesnicko-hydrologického výzkumu v beskydských experimentálních povodích. Zprávy lesn. výzkumu, 51: 44-56. ISSN 0322-9688.
- BÍBA M. et al. 2008. Vyhodnocení odtoků z malých lesnatých povodí v oblasti Moravskoslezských Beskyd. In: Sborník Hydrologie malého povodí. Praha, ÚH AV ČR: 19-22 s. ISBN 978-80-87-117-03-3.
- HANÁK K. Zpřístupňování lesa. Odvodňovací objekty na lesních cestách. Brno, MZLU: 108 s. ISBN 80-7157-658-1.
- HOLUŠA J. et al. 2000. Oblastní plán rozvoje lesů – PLO 40 – Moravskoslezské Beskydy. Brandýs n. L., ÚHÚL., Frýdek-Místek, Bob.: 225 s.
- CHLEBEK A. 1987. Malá Ráztoka a Červík – Vyhodnocení 32letých řad měření srážek a odtoků. Atestační práce. Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 109 s.
- IRSLINGER R. (ed.) 2005. Dezentraler Hochwasserschutz in kleinen bewaldeten Einzugsgebieten Rottenburg.
- KLČ P. 2007. Vozovky lesních cest. In: Konference krajinné inženýrství. Praha, ČSKI: 131-146.
- MENDEL H. G. Elemente des Wasserkreislaufs - Eine kommentierte Bibliographie zur Abflussbildung. Bundesamt für Gewässerkunde, Analytica Verlag: 248 s.
- MENDEL H. G. 2005. Hochwasser in bewaldeten Einzugsgebieten - Eine Bestandsaufnahme. In: Irlinger R. (ed.): Dezentraler Hochwasserschutz in kleinen bewaldeten Einzugsgebieten Rottenburg: 3-50.



**Obr. 8.**

Důsledek použití lesní cesty v nevhodnou dobu (po jarním tání) těžkou mechanizací  
Use of forest road for heavy mechanization in the wrong time (after spring thawing)

- SCHÜLER G. 2005. Hochwasserminderungmassnahmen in klei-  
nen bewaldeten Einzugsgebieten Rheinland-Pfalz. In: Irslin-  
ger R. (ed.): Dezentraler Hochwasserschutz in kleinen bewal-  
deten Einzugsgebieten. Rottenburg: 58-72.
- SKOUPIL J. 2006. Optimalizace tvorby a rekonstrukce lesní dopravní  
sítě z hlediska integrovaných funkcí lesa. Disertační práce. Brno,  
MZLU: 99 s. + příl.
- VACEK S. et al. 2003. Horské lesy České republiky. Praha, MZe ČR:  
320 s. ISBN 80-7084-239-3.
- ZELENÝ, V. 1960. Příspěvek ke studiu příčin odtokové rozkolisa-  
nosti v Beskydech. Vědecká práce VÚZLM. s. 39-56

## THE IMPACT OF FOREST ROADS ON THE WATER RUN-OFF WITHIN THE SMALL FORESTED WATERSHEDS

### SUMMARY

For forest functions utilization the forest needs to be accessible which is ensured by forest roads of different density and quality. Among the forest functions logging, transport of timber and regeneration operations are the most important reasons for building forest roads. There are forest roads of different categories projected with respect to logging and regeneration, and there are some roads, mainly the skidding trails, that are defunct.

Density of the forest roads is quite high in the Czech Republic, thus their impact on other forest functions, mainly on water manage-  
ment and soil protection, is to be respected. Literature available confirms that the impact of forest roads on the forest ecosystem has begun  
to be evaluated in the recent years, when forest was considered as one of the poly-function elements of the landscape. In general, the authors  
interesting have taken the impact of forest roads on hydrology and soil erosion as negative. The roads change the under-surface water run-  
off to the surface, speed up run-off water instead of its penetration to the soil, and cause decrease of retention capacity of the watershed,  
and so they in fact create a secondary hydrological network concentrating the run-off. Mainly due to concentration of water run-off  
and enhanced speed, the soil is transported and eroded.

However, the impact of forest roads can be significantly affected by the choice of suitable logging and skidding technologies  
that eliminate their negative effect. In the region of the Moravskoslezské Beskydy Mts., with flysh and steep slopes, very sensitive to soil  
erosion, hydrological regime in general was not disturbed by forest roads built for logging and fast regeneration. The results of 55-year  
research did not prove statistically significant changes in water regime after building of the forest roads for skidding and timber transport.  
Certain change is visible only in slightly increased run-off during the culmination of logging operations, in the partial watershed CE-A  
only with the dense network of roads. In the partial watershed CE-B, left without any intentional management operations, such trend  
was not observed. In spite of these results, there are still many reasons, why the forest roads are considered to be an element disturbing  
the forest ecosystem, and a great attention must be paid to planning of forest roads and suitable management technologies.

Recenzováno

---

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Zdeněk Vícha, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.  
pracoviště Frýdek-Místek, Nádražní 2811, 73 801 Frýdek Místek, Česká republika  
tel.: 558 433 324; e-mail: vicha@vulhm.cz