



Hnutí DUHA
Friends of the Earth Czech Republic

Role lesního hospodaření při retenci vody v české krajině



Hnutí DUHA
Friends of the Earth Czech Republic

Role lesního hospodaření při retenci vody v české krajině

Hnutí DUHA s úspěchem prosazuje ekologická řešení, která zajistí zdravé a čisté prostředí pro život každého z nás. Navrhujeme konkrétní opatření, jež sníží znečištění vzduchu a vody, pomohou omezit množství odpadu, chránit krajinu nebo zbavit potraviny toxických látek. Naše práce zahrnuje jednání s úřady a politiky, návrhy zákonů, kontrolu průmyslových firem, pomoc lidem, rady domácnostem a vzdělávání, výzkum, informování novinářů i spolupráci s obcemi. Hnutí DUHA působí celostátně, v jednotlivých městech a krajích i na mezinárodní úrovni. Je českým zástupcem Friends of the Earth International, největšího světového sdružení ekologických organizací.

Vydání této studie umožnila laskavá finanční podpora Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) a Státního fondu životního prostředí České republiky.



Zpracoval Zdeněk Poštulka

V kapitole 2 byly použity podstatné části studie Vliv hospodaření v krajině na průběh a účinek povodní (Ondřej Simon a Martin Sucharda, 2004), kterou vydalo Hnutí DUHA.

Vydalo Hnutí DUHA

Brno, srpen 2007

Tisk: Arch spol. s r. o. – polygrafické práce

ISBN 978-80-86834-17-7



Hnutí DUHA
Friends of the Earth Czech Republic

A › Hnutí DUHA, Bratislavská 31, 602 00 Brno
T › 545 214 431
F › 545 214 429
E › info@hnutiduha.cz
www.hnutiduha.cz

Obsah

Úvod	5
1. Vodní cyklus lesa	6
1. 1. Srážkový gradient, distribuce srážek, rozptýlení energie	6
1. 2. Historické změny lesní vodní sítě – otevření cyklu vody	6
1.3. Ekohydrologie přirozených a současných lesů, geomorfologie lesních povodí	7
1. 4. Vliv geomorfologických charakteristik na retenci a infiltraci	7
2. Vliv lesnické praxe na hydrologický cyklus. Kumulativní efekty jako nový fenomén při plánování v rámci lesních povodí	9
2. 1. Role padlých stromů v říčních systémech	9
2. 2. Vliv druhové skladby dřevin na retenci vody	12
2. 3. Důsledky sečí na vodozadržnost půdy	16
2. 4. Důsledky mechanizace lesního hospodářství	18
2. 5. Cestní síť	20
2. 6. Narušení humusu a koloběhu živin	20
3. Nejlepší dostupné techniky při optimalizaci lesních povodí v zahraničí	21
3. 1. Příklady z USA, Kanady a Portugalska – multikriteriální modely a projednání lesních hospodářských plánů se všemi zájmovými skupinami	21
3. 2. Nejlepší dostupné techniky při ochraně vod v lesních povodích	22
3. 2. 1. Regulace lesnického hospodaření s ohledem na integrovaný management povodí, příklady z USA a Kanady	23
3. 2. 2. Prosazování integrovaného plánování v lesních povodích v EU	24
4. Návrhy Hnutí DUHA na zlepšování retenční kapacity lesních povodí v České republice	26
4. 1. Obecná doporučení Hnutí DUHA	26
4. 2. Lesnické plánování a hospodaření a Rámcová směrnice o vodách	27
4. 3. Vymezení hydrologicky citlivých území a stanovení jejich managementu	28
4.4. Legislativní úpravy a ekonomické nástroje	29
Literatura	30

Úvod

Že lesy – a správná péče o ně – pomáhají zadržet vodu v krajině, je v odborné i veřejné debatě samozřejmostí. Ale konsensus se teprve musí promítnout do konkrétních opatření.

Předkládaná studie Hnutí DUHA shrnuje výsledky lesnického a hydrologického výzkumu, jež jsou důležité pro formulaci takových opatření. Měla by sloužit především coby vstupní podklad pro odbornou diskusi.

Plány oblastí povodí

Podniky povodí, kraje i další partneři budou připravovat konkrétní opatření Plánů oblastí povodí, která pomohou ochráně před povodněmi či suchem. Hlavní pozornosti se samozřejmě těší vodohospodářské projekty: technická díla, třeba přehrad nebo poldry, i takzvaná měkká opatření, jako je vytváření prostoru pro přirozené rozlivy. Na možnosti měkkých projektů v krajině se před čtyřmi lety zaměřila studie Hnutí DUHA (Simon a Sucharda, 2003).

Panuje rovněž shoda v názoru, že nové programy se nemohou omezovat pouze na vodohospodářská opatření v úzkém slova smyslu. Musí zahrnovat i změny v nakládání s okolní krajinou. Hospodaření v lesích bude důležitou prioritou.

Proto schválený Plán hlavních povodí výslovně požaduje „do programů opatření v rámci plánu oblastí povodí navrhnout ... systémová opatření ve prospěch ochrany vod a na vodu vázaných ekosystémů, týkajících se (sic) hospodaření na zemědělské a lesní půdě“. K ochraně před povodněmi je podle plánu nutné „používat takové způsoby hospodaření na zemědělské a lesní půdě, aby nedocházelo ke zhoršování retenční schopnosti půdy a negativnímu ovlivňování vodního režimu v krajině“.

Podniky povodí a vodohospodářská odborná obec mají přirozeně zpracovaná především opatření, která se přímo týkají vodohospodářsky významných vodních toků. Tato studie chce pomoci a vytvořit interdisciplinární most k lesnickému výzkumu. Mapuje výsledky, ke kterým v posledních několika desítkách let došlo studium retenční kapacity lesů. Využívá jich a navrhuje konkrétní opatření, ze kterých lze při přípravě Plánů oblastí povodí vycházet.

Lesní zákon

Diskuse se povede také z opačné strany. Nový Národní lesnický program připraví priority péče o lesy v příštích sedmi letech. Bude se od něj odvíjet v první řadě rozsáhlá reforma lesního zákona.

Rovněž zde se pozornost soustřeďuje na lesy samotné. Produkce dřeva, využití k rekreaci či ochrana přírodního bohatství jsou hlavním tématem diskusí. Ovšem nový program bude mít rovněž zásadní implikace pro vodní hospodářství.

První podmínkou úspěšného zvýšení retenční kapacity lesů je komplexní přístup, který bude sledovat kumulativní dopad jednotlivých opatření. Izolovaně zkoumat roli holosečí, druhové skladby lesů, vlivu lesní cestní sítě, mrtvého dřeva, stavu lesní půdy či malých vodotečí nemá valného smyslu: v lese působí dohromady a – především – navzájem se ovlivňují.

Proto se studie neomezuje pouze na jednotlivá legislativní pravidla nebo ekonomické nástroje. Zároveň hledá ve zkušenostech jiných zemí inspiraci pro programy, které umožní – kombinací plošných pravidel a provázaného komplexu řady dílčích opatření – zlepšovat stav celých povodí. Pouze tak lze plně využít potenciálu, který lesy k zadržování vody v krajině mají.

1. Vodní cyklus lesa

Tato kapitola shrnuje základní znalosti a kontext role lesů v retenci vody. Přihlíží přitom k aspektům geomorfologie a termodynamiky krajiny, které jsou často opomíjeny. Věnuje se i historickým souvislostem. Dílčí části popisují:

- Roli krajiny v malém vodním (krajinném) cyklu, na jehož počátku jsou právě lesy. Spadne v nich totiž nejvíce srážek. Podaří-li se tuto vodu zadržet a poslat dál ve formě vyrovnaných průtoků vodních toků a lokálních dešťů, začne fungovat malý vodní cyklus české krajiny.
- Historické proměny retenční kapacity lesů. Jejich vlivem došlo ke zhoršení schopnosti lesů zadržovat vodu a rozkolísání odtokových poměrů.
- Funkci rozkládajících se stromů, které pomáhají zadržovat vodu, obnovovat lesní povodí a brání erozi.
- Vliv geomorfologických a geologických poměrů na retenční schopnost území a roli infiltračních zón.

1. 1. Srážkový gradient, distribuce srážek, rozptýlení energie

Lesy pokrývají třetinu plochy České republiky. Nacházejí se převážně v horské a podhorské oblasti, tedy na území s velkou nadmořskou výškou a relativní výškovou členitostí. Vzhledem k tomu, že ve vyšších polohách spadne více srážek (takzvaný srážkový gradient je 50–60 mm na 100 m. n. m), končí většina z nich v českých horských lesích. Ročně je to zhruba tisíc milimetrů, což je o polovinu víc než v nížinách. Právě tento fakt poukazuje na význam horských lesů pro zachycení vody.

Množství vody, které z lesů odtéká, souvisí s mnoha přírodními aspekty. Například atmosférické srážky, na nichž je u nás režim vodních zdrojů převážně závislý, jsou v odtokovém procesu ovlivňovány výparem, geologickou stavbou, hydrogeologickými vlastnostmi, geomorfologií krajiny, hydrogeologickou kvalitou půd a vegetačními poměry. V českých horách se odtok pohybuje mezi 10–40 l/s/km².

Do vodního cyklu už v minulosti výrazně zasáhl člověk. Jeho vlivem nyní voda odtéká rychle do řek a moří, odkud se vrací až v podobě frontálních srážek. V krajině zeslábl koloběh výparu a místních srážek. Ubylo i mlh a rosy. Proto jsou období mezi velkými dešti suchá. Extrémní teploty, které je provázejí, ničí trvalou vegetaci. Snižuje se i odolnost stromů vůči chorobám. Nefunguje malý koloběh vody v krajině, který utváří místní klima a tlumí rozdíly teplot. Velkoplošným odvodněním navozujeme stepní klima. Jak praví známé lidové rčení: „Na suchou půdu neprší.“ (Ripl, 1997) Vzhledem k tomu, že veškerá voda na českém území pochází z atmosféry, je kvůli ochraně před povodněmi a suchem důležité, abychom ji co nejefektivněji zadrželi a zpomalili.

Připomeňme také energetiku krajiny: Na jeden metr čtvereční dopadne za rok 1200 kWh slunečního záření. S biomasou sklídíme ročně 5–10 kWh, tedy necelé jedno procento energie ze slunce. Způsobem hospodaření v krajině ale určujeme i osud zbylých devětadesáti procent, která by se měla místně rozptýlit a rozhábat malý vodní cyklus. V osídlené evropské krajině určují toky energie, vody a v důsledku i globální klima lidí. Hospodaření v krajině totiž zasahuje do způsobu, jakým ekosystémy využívají oslunění.

1. 2. Historické změny lesní vodní sítě – otevření cyklu vody

Studia sedimentů v ledovcových jezerech severní Evropy a v nivách evropských řek ukazují, že rozsáhlé záplavy se objevily až v raném středověku. Příčinou je odlesnění, zejména v horských oblastech. Odhaduje se, že ještě před tisíci lety bylo území dnešní České republiky pokryto z devadesáti procent lesy (Pokorný et al., 1996). Dnes však zauímají jen třetinu rozlohy (MZe 2006). Současný les se od původního – přirozeného – však značně liší. Většinou je to stejnověká kultura jedné dřeviny – nejčastěji smrku, který mnohem hůře zadržuje vodu (Pokorný et al., 1996). Navíc okyseluje půdu, čímž ji degraduje, a urychluje záchyt kyselých dešťů z ovzduší (Hruška et al., 2001).

Těžba horských lesů na českém území úzce souvisí s rozvojem hornictví v polovině třináctého století. Využívalo se při něm totiž dřevěné uhlí (Nováková et al., 2003). Vedle hornictví se na odlesňování podílel rozvoj zemědělství ve vyšších nadmořských výškách. Nejvíce se to projevilo v šestnáctém a sedmáctém století, kdy například

v Krkonoších probíhala zemědělská kolonizace (Staněk, 1975). V sedmnáctém století se zde začalo formovat takzvané „budní hospodářství“ (Brychtová, 2004). Sídla okolo hřebenových bud snížila horní hranici lesa z 1250 m. n. m. až na 1000 m. n. m (Švec, 1980). Zalesňovací práce začaly až na konci osmnáctého století. Místní semena byla později vystřídána rakouskými či německými a původní ekotyp smrku postupně úplně zmizel. Také z tohoto důvodu jsou české horské lesy méně odolné vůči kalamitám. Podobně jako Krkonoše proměnili osadníci i většinu ostatních horských lesů na českém území.

Záplavy, umocněné destabilizací lesů, se na českém území začaly vyskytovat už ve třináctém století. Postupně byly stále více intenzivní. Šestadvacátého února 1784 zažila Praha první velkou povodeň. Mnohem silnější byla ale ta, která čtvrtého září 1890 pobořila Karlův most. Dosáhla průtoku 3975 m³/s. Podobným vývojem prošla většina českých horských povodí. Například na řece Bečvě v Přerově došlo k první historicky zaznamenané velké vodě 24. dubna 1575. Tuto skutečnost je možné vysvětlit opožděnou kolonizací Beskyd a jejich menším využitím pro výrobu dřevěného uhlí. Bečva je zároveň názorným příkladem rychlé degradace geomorfologických poměrů povodí. Na přirozeně citlivém flyšovém podkladu se vlivem zemědělské kolonizace v šestnáctém a sedmnáctém století a následnou výsadbou smrkových monokultur zhroutila lesní vodní síť. Došlo zejména k zahloubení vodních toků, stržové erozi a sesuvu svahů. V nižších polohách na zahloubení navázala kapacitní regulace řeky a jejích přítoků. Výsledkem je řeka s nevyrovnanými průtoky a nedostatkem vody v létě. Její zahloubené koryto navíc odvádí vodu z okolní krajiny. Řeku s takovýmto vyhraněným režimem bychom hledali spíš v aridních oblastech. Kolísání průtoků je sice pro karpatské šterkonosné řeky typické, nahromaděním nevhodných zásahů v povodí Bečvy je ale dovedeno do extrémů. Koryto Bečvy proto velkou část vody přívalových dešťů rychle posílá do měst v nížině.

V současnosti se problémy lesních a zemědělských povodí s destabilizovaným vodním režimem řeší zejména kapacitními úpravami a stavbami na vodohospodářsky významných vodních tocích. Zmenšená retenční schopnost lesů a rozvrácený vodní režim zemědělské krajiny jsou příčinami enormních investic do technické protipovodňové ochrany a následků povodní.

1.3. Ekohydrologie přirozených a současných lesů, geomorfologie lesních povodí

Schopnost českých lesů hospodařit s vodou byla po staletí zhoršována. Z několika dochovaných zlomků českých pralesů si můžeme pro představu popsat podstatu jejich ekohydrologie.

Na svazích přirozeného lesa pralesního typu se například nachází velké množství padlých kmenů, kolem kterých se hromadí jemnozem, opad a další organická hmota, jež se mění v humus. Právě tlející organická hmota je schopná vázat velké množství vody. Rozkládající se dřevo je proto v lesích významné pro zadržování vláh během suchých období. Schopnost vázat vodu souvisí s velikostí i stářím mrtvého dřeva. Například obsah vlhkosti v jedlovém dřevě s časem narůstá. V pokročilém stupni rozkladu obsahuje v poměru k sušině až 250 % vody (Stevens, 1997).

Tlejícího dřeva v období sucha také slouží jako útočiště pro symbiotické a saprofytické houby. Při příchodu dešťů pak vlákna hub rychle vytváří síť na zachycování živin, které by jinak z lesního ekosystému byly vyplaveny. V intenzivně obhospodařovaných stejnorodých a stejnověkových lesích, typických pro Českou republiku, zásoba humusu a mrtvého dřeva chybí. Nemohou proto dostatečně zadržovat vodu a živiny.

Nejhmataelnější rozdíl mezi pralesními a současnými lesy je však v podobě vodotečí a mokřadů. V přirozených lesích jsou jejich dna naplněna jemnozemi a překážkami z mohutných kmenů, které tvoří ochranu před erozí a vznikem strží. Voda přímo vsakuje do půdního prostředí lesa a nepřetržitě jej sytí i v sušších obdobích. Během přívalových dešťů také nedochází ke zkalení vody ani náhlému vzestupu průtoků (Poštulka, 2002). Vodoteče v oblastech s intenzivním hospodařením jsou však mnohem náchylnější. Bývají erodované až na matečnou horninu. Tvoří strže, v nichž voda v období sucha chybí. Nejvíce jsou tyto rozdíly patrné při srovnání pralesních ekosystémů a pasečně obhospodařovaných povodí ve flyšovém pásmu (Poštulka, 2002).

1. 4. Vliv geomorfologických charakteristik na retenci a infiltraci

Retenční schopnost povodí vázanou na geologickou stavbu území nemůžeme příliš ovlivnit. Naopak geomorfologické poměry vodních toků a půdní charakteristiky umožňují zásah do retence. A to jak negativně, což se dělo



Obrázek 1: Prales Razula v Beskydech. Mrtvé jedlové dřevo stabilizuje svahy a zadržuje stékající vodu, živiny i půdu.

po staletí, tak i ve směru možného zvýšení retence a posílení infiltrace. Pro zvýšení retence a infiltrace vody jsou významné zvodně, tedy složité systémy podzemních vod. Podrobnější informace bývají obvykle dostupné jen o mělkých zvodně, jež se nacházejí v blízkosti půdního prostředí. Mělké zvodně jsou velmi zranitelné a bezprostředně závislé na srážkách. V územích s příznivou geologickou stavbou však existují zóny, kde voda proniká do hlubších a stabilnějších zvodní. Ty mají schopnost komunikovat se systémy sousedních povodí či sytit zdrojnice artézských vod sahající až do nížin. Na základě jejich lokalizace je možné přistoupit k cílené revitalizaci klíčových částí toku, a zvýšit tak dotaci hlubších zvodní a zdrojů artézských vod. K saturaci hlubších zvodní dochází zejména podél zlomových struktur. Za předpokladu obnovení mokřadů a humusové složky půd by mohla být saturace permanentní. Doplnovaly by se tak i zdrojnice, jež sytí hladiny podzemních vod v údolích a nížinách. Vlivem odvodnění mokřadů, eroze a zahloubení lesních vodních toků dochází v současnosti k vysychání těchto saturačních zón. Nenaplňují se vodou, ta při povodních odtéká mimo české území (Saraf, 2000).

Například výzkum 1117 hektarů velkého povodí říčky Llancahue v lesích mírného pásma Chile odhalil, že přeměna jednoho procenta přirozeného lesa ve stejnověkovou monokulturní plantáž omezí zdroj čerpatelné pitné vody asi o 27 000 kubických metrů za rok. Podle tohoto údaje a ceny pitné vody bylo spočteno, že monetárně vyjádřitelná vodohospodářská hodnota přirozeného nenarušeného lesa se pohybuje kolem 115 dolarů na hektar za rok (v létě víc, po zbytek roku méně). Tato hodnota přitom odráží pouze cenu pitné vody, nikoliv další funkce (například protierozní, zajištění vysoké biodiverzity) (Nunez et al., 2006).

2. Vliv lesnické praxe na hydrologický cyklus.

Kumulativní efekty jako nový fenomén při plánování v rámci lesních povodí

Hospodářská činnost v lesích, zejména těžba, transport dřeva a umělá obnova, má spolu s přírodními procesy (eroze, vymývání živin) nepříznivé dopady na vodní zdroje a pobřežní společenstva. Tyto dopady se souhrnně označují jako kumulativní následky lidské činnosti v povodích, zkráceně kumulativní efekty. Kumulativní následky lesnických operací se násobí v průběhu času a v prostoru, kde došlo k těžbě dřeva. Mají dopad na podobu rostlinných společenstev, hydromorfologii lesních vodních toků, čistotu vody a ostatní parametry hydrologie a biogeochemie lesních krajín (Boyle et al., 1997).

Například již v roce 1991 z těchto důvodů vyvinulo Ministerstvo přírodních zdrojů státu Washington metodiku pro analýzu lesních povodí. Zaměřilo se zejména na erozi, hydrologii, pobřežní společenstva, vodní toky, rybí faunu, kvalitu vody, zásobování vodou a transport sedimentů. Metodika byla přijata v roce 1992. Znamená zásadní odklon od produkčně zaměřeného hospodaření v lesích. Umožňuje citlivě nastavit hospodaření ke konkrétním krajinným celkům (Boyle et al., 1997).

Kumulativní efekty mají několik obecných vlastností. Pokud se vzájemně kombinují, jejich intenzita roste, i když se samostatně ani jeden nejeví důležitý. Míra kumulativních efektů vzrůstá v průběhu času. Mohou být zapříčiněny nezávislými aktivitami různých hospodařících subjektů.

V dílčích částech této kapitoly se budeme věnovat jednotlivým aspektům lesního hospodaření a kumulativním efektům s ohledem na odtokové poměry v lesních povodních.

2. 1. Role padlých stromů v říčních systémech

Biogeografická zóna lesů mírného pásma byla dříve hustě zalesněna. Padlé stromy měly kvůli zadržování vody a sedimentů významný vliv na říční systémy. V údolních dnech se typicky nacházely rozsáhlé mokřiny s množstvím bočních ramen. V současnosti se už přirozené vodní toky na českém území téměř nevyskytují. Nahradily je nestabilní zahloubené vodoteče, jež postrádají důležité morfologické vlastnosti přirozených lesních vodních toků a jejich protipovodňové funkce.

Výzkumná skupina (Gurnell et Gregory et Petts, 1995), zabývající se záchranou a obnovou narušených vodních ekosystémů v horských a podhorských lesích mírného pásma severní Ameriky a západní Evropy, zjistila významnou spojitost mezi dynamikou řečiště a vegetací. Odhalila rovněž význam využití stromové biomasy pro ekologicky citlivý přístup k říčnímu managementu. Akumulace hrubých částí biomasy (Coarse Woody Debris, CWD), tedy především padlé stromy, má zásadní vliv na hydrologické, hydraulické, sedimentární, morfologické a biologické vlastnosti říčních koryt, což je velmi důležité pro stabilitu a biologickou produktivitu lesních toků. Je zřejmé, že CWD si zaslouží pečlivý management. Vytváří důležité morfologické elementy vodních toků – pozvolné stupně a terasy, štěrkopískové ostrovy, nánosy a tůně v nich. Tyto strukturální prvky zmenšují kinetickou energii proudu, a tím jeho erozivní a unášecí potenciál. Zvětšují naopak retenční potenciál toků a tvoří biotopy pro ryby. Jsou rovněž klíčovým zdrojem živin pro společenstva horských vodních toků (Hering et al., 2002).

V zachovalých lesních tocích umožňuje mrtvé dříví komunikaci mezi vodním tokem, příbřežní zónou a podzemní vodou. Má zásadní vliv na transport rozpuštěných živin a jemného organického materiálu v řečišti. Překážky tvořené naplaveným dřevem lépe zachycují živiny a jemné splaveniny. Při jejich odstranění dochází k odplavování jemnozrnných sedimentů, ztrátě organických látek a zahloubení vodních toků. Ležící kmeny ovlivňují geomorfologii lesní vodní sítě, hydraulické vlastnosti a erozní akumulaci činnost toků – například hromadění, třídění a odplavování splavenin a plavenin a tvorbu geomorfologických prvků rozličných typů a zrnitostních frakcí (Gurnell et al. 2002).

Nejčastější námitka proti ležícím kmenům je, že by se při povodních mohly hromadit u mostů a jiných konstrukcí. Tyto komplikace však způsobuje především dřevo nařezané, krácené a jinak upravené (Kožený et Simon, 2006). V obydlených oblastech by se proto měly budovat bariéry na jejich zachytávání (Braudrick et Grant, 2001). O tom, že dobře ukotvené ležící kmeny (vývraty) v lesních horských povodích se téměř nepohybují, a to ani při extrémních povodních, svědčí výzkum na řece Mack Creek s průměrnou šířkou šest metrů (Gurnell et Piegay et al. 2002).



Obrázek 2: Soutok dvou toků 1. řádu (dle Strahlerova modelu řádovosti) na hranici pralesu Razula v Beskydech. Akumulace CWD umožňují tvorbu rozlivné zóny a akumulaci sedimentů jemnějších zrnitostních frakcí.

Výsledky tohoto výzkumu potvrzují vysokou stabilitu dřeva v řečišti. Kolem větších kmenů se ukotvily menší větve. Celkem bylo na sto metrech Mack Creek nalezeno 239 kusů dřeva. Mezi nejvýznamnější zjištění patří následující fakta:

- Během čtrnácti let se přesunulo pouze jedno procento kmenů.
- Při velké povodni v roce 1996 zůstalo 89 procent dřeva na původním místě. Pouze dvanáct procent ze dřeva, které se pohnulo, přesáhlo hranici desíti metrů.
- Všechny kusy dřeva, které se v průběhu čtrnácti let přemístily, byly kratší, než je průměrná šířka aktivního řečiště.
- Většina kusů, které se přesunuly o více než deset metrů, nedosahovala poloviny průměrné šířky aktivního řečiště.
- Většina kusů, které se přesunuly o více než tři sta metrů, byla kratší než dva metry.

Rovněž pozorování na toku druhého řádu Hlubočku a na toku prvního řádu Prudkém, které se uskutečnilo v letech 1995–2000, potvrdilo mimořádný význam ležících kmenů pro revitalizaci vodního toku a zvýšení retenční schopnosti jeho nivy. Nahromaděná biomasa vodě umožnila překlenout přehloubení a utvořit několik rozlivných zón a ramen s ostrovy. Výsledkem bylo zvýšení morfologické pestrosti a protipovodňové funkce vodního toku (Poštulka, 2002).

Tloušťka i délka dřeva, které při povodních není odnášeno, se v řekách odlišných řádů různí. U toku prvního řádu jsou to kusy od přibližně jednoho a půl metru na délku a dvaceti centimetrů na šířku. U toků druhého řádu tři



Obrázek 3: Jedna z dřevěných přehrad na potoce 1. řádu – Prudkém (Beskydy). Její stabilizaci zajišťuje kmen s průměrem 27 cm. Díky této přehradce dochází k usazování jemných frakcí sedimentů, jež by jinak byly transportovány dál po proudu. Potok překonává přehloubení, vzniká tak plocha pro rozliv povodní.

metry na délku a třicet centimetrů na šířku. U toků třetího řádu by měl být průměr dřeva 45 centimetrů, ideálně s kořenovými náběhy (Poštulka, 2002).

Ukazuje se, že výhody ponechávání hrubých padlých stromů v lesních vodních tocích prvního až třetího řádu převažují nad nevýhodami. Riziko plynoucí z pohybu usazené biomasy je nízké a lze ho řešit preventivními opatřeními (Gurnell et al., 2002).

Tabulka 1: Srovnání množství různých velikostních typů dřeva nalezených ve vodních tocích s ochrannými nárazníkovými pásy a v tocích narušených těžbou. Zvláště výrazný je rozdíl v zastoupení hrubších, morfologicky efektivních velikostních skupin dřeva (large wood) a počtu „dřevěných“ přehrad.

Vodním tokem zadržovaná biomasa (g/m ²)	Kousky větší než 1 mm	Malé dřevo (průměr 1–5 cm)	Velké dřevo (průměr nad 5 cm)	Dohromady (zahrnuje i jemné frakce)	„Dřevěné přehradky“ (počet na 100 m toku)
Referenční toky	228	306	4855	5545	2,0
Narušené toky	169	241	1507	2133	0,4

Zdroj: Webster et al., 1992



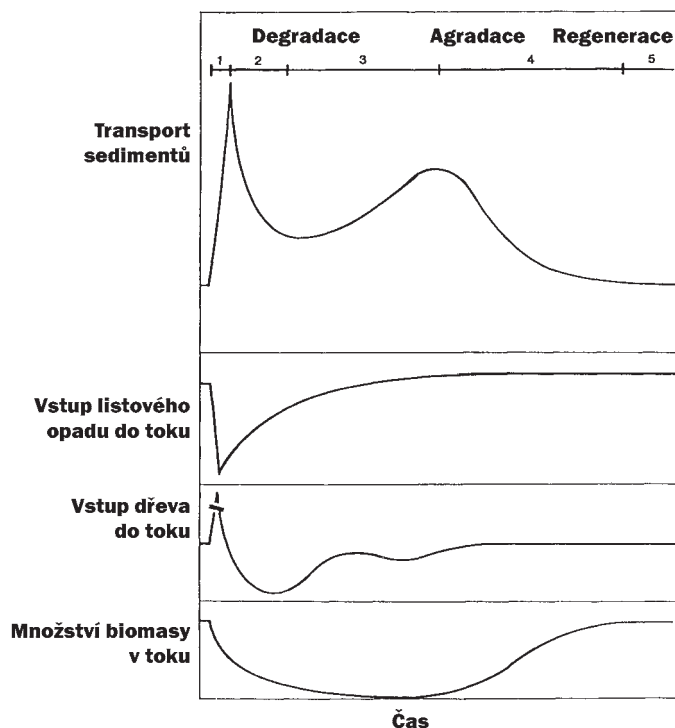
Obrázek 4: Hluboček (Libavá), jeden z mála zachovalých přirozených lesních vodních toků 2. řádu. Akumulovaná biomasa vytvořila rozlívňovou zónu se dvěma povodňovými rameny a mokřady.

K další degradaci vodních toků dochází přímým narušením. Povrchové vodoteče bývají často narušeny při těžbě dřeva. Někdy se dokonce koryta potoků, vzhledem k podélnému sklonu, používají jako vývozní cesty. Tím dochází k poškození koryta a erozi. Zvýšený průtok odnáší půdu a urychluje odtok. Nižší položené oblasti jsou pak zanášeny splaveninami.

V rámci výzkumu v Apalačském pohoří (USA) bylo stanoveno pět fází vývoje dynamiky lesního vodního toku, následujících po těžbě. V počáteční fázi roste v reakci na erozi půdy a rozkolísanost odtokových poměrů transport sedimentů. Dochází k tomu v důsledku snížení množství listů, menších kusů dřeva a celkového objemu biomasy ve vodním toku. Ve druhé fázi transport sedimentů klesá. Zůstává však nad úroveň před těžbou, zejména kvůli postupné redistribuci erodovaného materiálu. Přísun listového opadu do toku vzrůstá a deset až dvacet let po těžbě dosahuje původní úrovně. Kvalita se ale může různit. Malé kusy dřeva se rozkládají, téměř žádné další nepřibývají. Objem zachycené biomasy v toku dále klesá. Ve třetí fázi se obnovuje přísun malých kusů dřeva do toku. Dvacet až třicet let od těžby se přestávají ztrácet sedimenty. Úbytek byl způsoben odstraněním a rozkladem „dřevěných přehrad“. Čtvrtá fáze – agradační – začíná ve chvíli, kdy se relativně větší kusy dřeva a velké větve dostávají do vodního toku a začínají tvořit stabilnější přehrádky. Stabilizují se tím erozně akumulací poměry v toku a zachycuje se organická hmota (viz Graf 1) Autoři výzkumu vyvodili, že celý tento cyklus trvá sto let od těžebního zásahu (Webster et al., 1992) .

2. 2. Vliv druhové skladby dřevin na retenci vody

Každá dřevina má jiné vlastnosti z hlediska vodozadržnosti a protierozivního působení (Simon et Sucharda, 2004). Nelze proto pracovat s lesem jako uniformním krajinným útvarem. Druhová skladba porostů je přirozeně závislá na stanovištních podmínkách. Z hospodářských důvodů ale byla z větší části přeměněna ve prospěch produkčně výnosných dřevin. A to bez ohledu na jejich vodohospodářské a půdoochranné funkce.



Trendy v procesech lesního vodního toku po těžbě.

Zdroj: Webster et al., 1992

Graf 1: Vliv těžebních zásahů na ekosystém lesního vodního toku

Působení na půdu je z hlediska retence nejdůležitější vlastností lesa. Intercepce při povodňových srážkách prakticky ztrácí účinek. Sice snižuje množství odtékající vody, ale na průběh povodňových stavů nemá významný vliv.

Pro účinnost jednotlivých dřevin je nejdůležitějším faktorem kořenový systém (Válek, 1977, Jařabáč et al., 2002). Záleží na jeho tvaru a hloubce prokořenění. Rozdíly uvádí následující tabulka.

Tabulka 2: Srovnání hloubky prokořenění různých dřevin

Hloubka kořenů (cm)	Druh stromu
do 30 cm	osika, smrk
do 100 cm	babyka, bříza, habr, javor mléč, jeřáb obecný, olše, střemcha, topoly, vrby
přes 100 cm	buk, dub, jasan, jilmy, jírovec, javor klen, lípa, borovice, jedle, modřín

Zdroj: Válek, 1977

Pro některé dřeviny byly ve střeoevropských podmínkách na hlubokých půdách zjištěny i významně hlubší kořeny: borovice čtyři a půl metru, dub až deset metrů (Skibniewska, 1962).

Odtokový koeficient je ve smrkovém lese dvojnásobný oproti bukovému. Už jedna pětina buku ve smrkovém lese významně snižuje odtok (Pobědinskij et Krečmer, 1984). Detailní srovnání funkce kořenového systému buku a smrku provedl Válek (Válek, 1977). Vliv obou dřevin na odtokové poměry byl pomocí umělého deště zjišťován v osmdesátiletém bukovém a smrkovém porostu. (Intenzita deště byla stanovena na 100 mm/h, u buku i 250 mm/h.)

Ukázalo se, že v bukovém porostu neodtékala ze zavlažované plochy mezi kmenem a okrajem pokusného zářezu žádná voda. Celá srážka se vsákla do půdy. Nastala vertikální infiltrace hrubými průduchy po zetlelých kořenech a podél žijících kořenů. Nedošlo k rozbřednutí zeminy a k většímu zvlhčení stěn kanálků. Vůbec se neprojevil povrchový odtok. Pokus se srážkou 250 mm/h měl přibližně stejný průběh.

Ve smrkovém porostu přijala jehličím pokrytá půda u kmene stromu přibližně pět milimetrů srážek. Dalších pětadevadesát milimetrů volně odtékalo po povrchu. V okamžiku po ukončení umělého deště byly smrkové kořeny v hloubce patnáct centimetrů suché. Po dvou hodinách se mírně zvětšilo půdní působení svislých průduchů po žížalách. Do hlubších vrstev kořeny smrku neodváděly žádnou vodu.

Příznivý vliv bukových porostů na převod srážkové vody do půdy a mělkých zvodnělých vrstev potvrzují i výsledky dlouhodobých lesnických experimentů na flyšových horninách v Beskydech. Čtyřicet let pozorování Malé Ráztoky zaznamenalo zvýšení odtoku po přeměně většiny bukových lesů v povodí na smrkové monokultury (Chlebek et al., 1997).

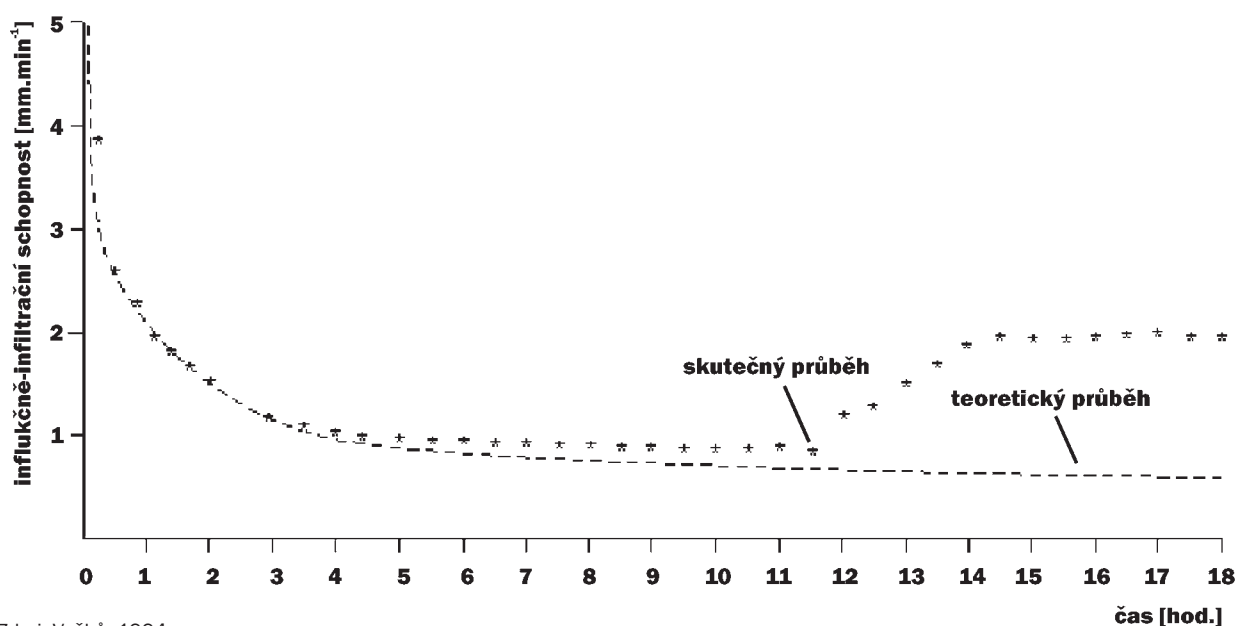
Při hodnocení retenční schopnosti různých porostů musíme sledovat především jejich působení na kvalitu půdy. Na stanovištích s nepůvodní skladbou dřevin dochází k degradaci půdy. Následkem je pomalý úbytek retenční kapacity. Vzhledem k vlastnostem kořenového systému se buk jeví v tomto ohledu jako velmi vhodný.

Obecně lze říci, že hlubokokořenicí dřeviny, jako je buk, mají ve srovnání se smrkem výrazně lepší vliv na vsak vody do půdy, a tedy i na odtokové podmínky během povodní. Nejpodstatnějším faktorem se jeví kvalita kořenového systému a jeho vliv na kvalitu (pórovitost) půdy. Nelze přehlížet ani vliv opadu zejména na lesní zoedafon, který retenční kapacitu rovněž ovlivňuje. Zajímavá je schopnost porostu vsáknout na dostatečně hlubokých půdách velké množství srážek – až 250 milimetrů (Válek, 1977). K podobným výsledkům dochází i řada dalších autorů (Pobědinskij et Krečmer, 1984, Binder, 1950, Chlebek et al., 1997, Skibniewska, 1962, Obmiňski, 1960, Molčanov, 1970).

Téměř nepovšimnutým fenoménem zůstávají vodozádržné účinky odumřelých kořenů. Například v bučině, narozdíl od mělkokořenicích dřevin (smrk, osika), vzniká množství hlubokých perkolačních průlin. Ty jsou schopny převádět vodu do hlubších půdních horizontů (Aubertin, 1971). Tabulka 2 ilustruje možné hloubky těchto infiltračních makropórů – která se přirozeně odvíjí od hloubky kořenů – v závislosti na druhu dřevin.

Půdní organizmy jsou pro strukturu půdy a její vodozádržnost také velmi významné. V lesích s vyváženou druhovou skladbou, a tedy i s vhodným složením půdy a humusem, je velké množství makropórů tvořených makroedafonem (žížalami). Žížaly po sobě zanechávají také vertikální póry, nazývané pedohydatody.

Pedohydatodou po jedné žížale o průměru pět a půl milimetru může denně protéci 1,55 až 2,33 m³ vody (Vašků, 1994). Uvážíme-li množství žížal na každém hektaru zdravého lesa, je zřejmé, že jejich podíl na vodozádržné schopnosti půd a eliminaci povrchového odtoku je velký (Baláž, 2007).



Zdroj: Vašků, 1994

Graf 2: Zvyšování infiltrační schopnosti půd během trvalého deště vlivem činnosti a pohybu makroedafonu



Obrázek 5: Hluboký kořenový systém buku umožňuje dobrou perkolaci vody. I po odumření stromu zbývají po tlejících kořenech perkolační šachty, jimiž voda proniká do hloubky. Při vývratu buku vznikla hluboká deprese a vodní rezervoár s prameništěm.

Struktura půdy, bohaté na živé organismy, je nepřetržitě formována i během vsakování vody. Teoretické modely naznačují, že intenzita infiltrace se během srážek snižuje. Ve skutečnosti však po určitém čase infiltrační schopnost zdravé půdy opět narůstá (viz Graf 2). Tento jev lze vysvětlit tak, že organismy svým přemísťováním v průběhu vsakování vody vytvářejí nové půdní póry. Žížaly například za deště vylézají na povrch půdy. Je možné, že tak reagují na nedostatek vzduchu v půdních pórech, které jsou zaplněny vodou. V neživé ztuhlé půdě se existující póry postupně zaplňují vodou a makropóry zanikají působením tekoucí vody. V živé půdě však neustále vznikají nové póry, jejichž tvorba je pravděpodobně zrychlená při srážkové činnosti (Baláž, 2007). Póry vzniklé činností organismů jsou přitom v porovnání s póry vzniklými čistě fyzikálními procesy stabilnější – díky lepkavým látkám (žížaly produkují sliz, houby glomalín, rostliny cukernaté látky) a mechanickému zpevňování půdní struktury kořeny rostlin a vláknou hub (Baláž, 2007).

Lepší schopnost vsaku u bukových porostů oproti smrčinám uvádí rovněž Kantor (Kantor, 1992, 1995). Z hlediska zabezpečení dostatečné kvantity zdrojů vody pro dotaci odtoku z lesních povodí v srážkově podprůměrných obdobích se jednoznačně projevil příznivěji bukový porost oproti smrkovému. V absolutních hodnotách bylo ve sledovaném srážkově podnormálním vegetačním období z každého hektaru dospělého bukového lesa v Orlických horách k dispozici o 1350 m³ vody více než z porostů smrkových (Kantor, 1984). To svědčí o lepší schopnosti bučin dotovat vodní toky i v dobách sucha (Armbuster et al., 2004). V době globálních změn klimatu a při předpovídaném poklesu srážek zejména v letních obdobích je tato vodohospodářská funkce bučin velmi důležitá.

Ale kontroverze nastává nad otázkou role druhové skladby porostů při povodních. Někteří autoři totiž – kvůli snížené schopnosti odčerpat a odpařit vodu v mimovegetačním období, menší intercepce a menší biomase asimilačních orgánů – považují protipovodňovou účinnost bukových porostů ve srovnání se smrkovými za menší (Kantor et Šach, 2002). Nezhledňují však několik zásadních principů hydrologie, pedologie, klimatologie a geomorfologie lesních povodí:

- Struktura makropórů v prostředí listnatého a smíšeného lesa, kde rostou hlubokokořenicí dřeviny, je naprosto odlišná (Gaiser, 1952, England, 1975). Liší se také typem humusu. Formy moder a mul jsou pro makroedafon příznivější než forma mor, typická pro jehličnaté porosty. To samozřejmě odráží i retenční kapacitu půd (Baláž, 2007).
- Smrkové porosty nedokáží zabránit erozi vodních toků.
- Po holosečích a kalamitách jsou vlivem periodického vysoušení a oslunění prokázány výrazné ztráty humusu a živin z lesních půd (Úlehla, 1947, Yanai, 2003, Baláž, 2007).
- Nepůvodní smrkové porosty jsou náchylné k živelným pohromám. Kalamitní těžby otevírají vodní cyklus vzniklých holin.

Intercepce intenzivních smrkových monokultur je skutečně větší oproti intenzivním monokulturám bukovým (viz Tabulka 3). Přírozené nebo přírodní lesní porosty ale vykazují vzhledem k přítomnosti epyfitických mechů a lišejníků i celkové velké nadzemní biomase až dvojnásobné hodnoty intercepce ve srovnání s umělou monokulturou. Jeden centimetr čtvereční mechu zadrží 15–108 gramů vody, v případě bělomechu dokonce 630 gramů (Úlehla, 1947). Úlehla naměřil na jediné 300 let staré jedli v beskydském pralese asi 200 kilogramů lišejníků a uvádí: „Protože lišejník v takovém stavu nasává přes sto procent vody, dovedla tato jediná jedle zadržet dva metráky vody“ (Úlehla, 1947). Pro listnatý dubohabrový prales v Bielowieži uvádí Olszewski intercepce 9, při srážce až 50 milimetrů (Olszewski in Simon, 2004). Pro přírozené jehličnaté pralesy (*Piceeto-Pinetum*) se pak udává intercepce 7, při srážce 32 milimetrů (Tomanek, 1958). Faktem ale je, že na výsledné retenční kapacitě lesa se při velkých srážkových úhrnech intercepce podílí jen malým dílem. Celková retenční kapacita bukových, ale zvláště pak smíšených a přírozených lesů je mnohem vyšší než retenční kapacita na holině uměle vysázených smrkových lesů, a to díky mnohem větší retenční kapacitě půdy bukových a smíšených lesů (viz výše) oproti lesům smrkovým.

Tabulka 3: Intercepce různých druhů porostů

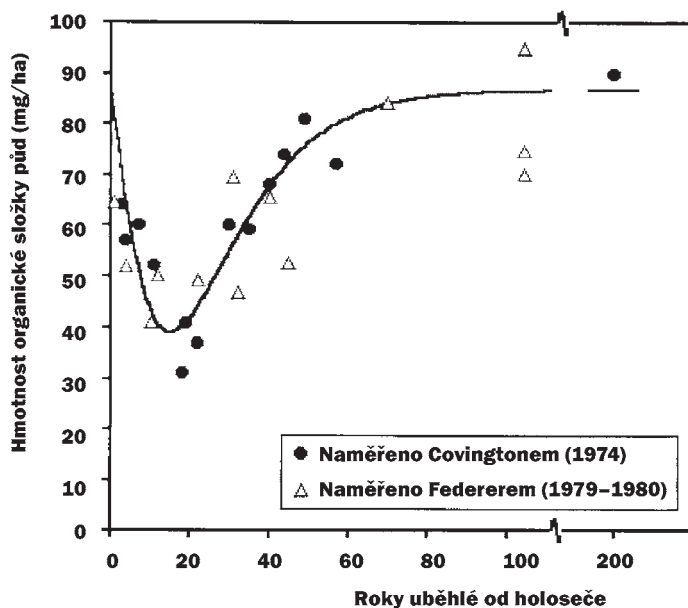
Porost	Velikost intercepce (mm zachycených srážek)
Smrkový porost 60 let	5,1
Bukový porost 60 let	3,5
Borový porost 60 let	3
Bika hajní	2,9
Ostružiník	2,6
Borůvka	1,2

Zdroj: Krešl, 1999

2. 3. Důsledky sečí na vodozadržnost půdy

Různé hospodářské postupy mají výrazně odlišný vliv na vlastnosti lesa, a tím i na jeho vodozadržnost. Největší změny odtokových poměrů vznikají na holých sečích. Na místech, kde se prováděly clonné seče a zvláště výběrné postupy při těžbách, jsou následky méně výrazné (Pobědinskij et Krečmer, 1984). Význam má také velikost seče: při kácení vylučující holou seč jsou změny retenční schopnosti výrazně menší.

Odstraněním porostu dochází nejen k likvidaci intercepce. Je přetržen komplexní životní cyklus, kde půdní organismy vytvářejí živiny rozkladem organických látek. Živiny jsou po holosečné těžbě odplavovány. Mění se fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půd a silně klesá propustnost v jednotlivých půdních horizontech (viz Tabulka 3). Výzkumy v povodí Hubbard Brook v USA ukazují, že odstranění vegetace má vliv i na chemické složení vodního toku, třináctkrát zde vzrostla koncentrace anorganických látek (Likens et Borman, 1975).



Zdroj: Yanai, 2003

Obrázek 6: Pokles obsahu organické složky půd jako následek holosečné těžby

Tabulka 4: Propustnosti půdy (mm/min) v závislosti na různém typu obnovy v bylinné smrčině na středně podzlovaně vlhké písčitohlinité půdě

	hloubka odběru (cm)	propustnost: holoseč 1 rok po těžbě (mm/min.)	propustnost: výběrná seč (mm/min.)	propustnost: mýtný porost (mm/min.)
AO-A1	0-5	2,8 ± 0,04	3,8 ± 0,04	9,1 ± 0,07
A1	5-10	0,7 ± 0,07	0,8 ± 0,02	2,1 ± 0,04
A2	15-20	0,1 ± 0	0,3 ± 0	2,8 ± 0,08
B	20-25	0,2 ± 0,01	0,4 ± 0,02	2,1 ± 0,08

Zdroj: Pobědinskij et Krečmer, 1984

Jednou z předností lesních půd je horizont nadložního humusu, který má velký vliv na utváření odtoku (Pobědinskij et Krečmer, 1984). Při experimentech nadložní humus zadržel za čtyřicet hodin čtyřnásobek své hmotnosti (při mocnosti deset centimetrů to znamená dvacet milimetrů srážek). Nadložní humus je důležitý nejen pro přímé zadržení vody, zlepšuje také vsak do půdy. Bez nadložního humusu se propustnost pro vodu výrazně zhoršuje.

Na vykácených stráních se kvůli oslunění vrstva nadložního humusu a mechový porost rychle rozpadá. Srážky pak místo vsakování odtékají a půda je vystavena erozním činitelům. Přehřívání půdy má také za následek až šestinásobné snížení retenční kapacity. Dochází k nevratné degradaci koloidních látek v humusu (Úlehla, 1947). Při použití clonných a maloplošných sečí je mechanické poškození včetně jeho následků podstatně nižší (Pobědinskij et Krečmer, 1984). Srovnání uvádí následující tabulka a Obrázek 8.

Tabulka 5: Ztráty nadložního humusu a minerální půdy v důsledku způsobu těžby.

Část svahu	Ztráty podle druhu seče [m ³ /ha]					
	holá		celoplošná clonná		kotlíková	
	humus	půda	humus	půda	humus	půda
horní	65	106	36	61	16	20
střední	34	34	29	46	22	22
dolní	109	444	59	197	11	8

Zdroj: Pobědinskij et Krečmer, 1984

Negativní vliv holosečí na míru odtoku dokládá i řada starších prací (Molčanov, 1970, Nageli, 1959, Nakano et Kihuya, 1963, Trimble et Reinhart, 1963). Následující tabulka uvádí rozdíly mezi vodním režimem lesa v různé době po holoseči.

Tabulka 6: Poměr jednotlivých složek vodní bilance v jehličnatém lese v různé době po provedení holoseče (úhrn srážek vždy 575 milimetrů).

Stáří porostu od poslední holoseče	Intercepce (mm)	Výpar z půdy (mm)	Transpirace (mm)	Odtok povrchový (mm)	Infiltrace do půdy (mm)
80 let	180	60	278	6	51
120 let	160	75	193	12	135
150 let	136	81	185	14	159

Zdroj: Molčanov, 1970

Molčanov dokumentuje sníženou schopnost vsakování a vypařování půdy ještě osmdesát let po holoseči. Nápadně je také vidět výše diskutovaný vliv intercepce, která při malých srážkách tvoří jednu ze složek vodní bilance. Při srážce povodňové však její význam klesá na několik procent.

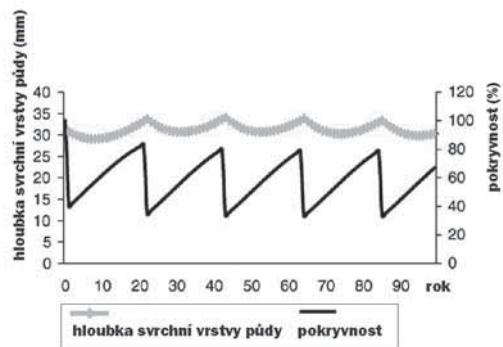
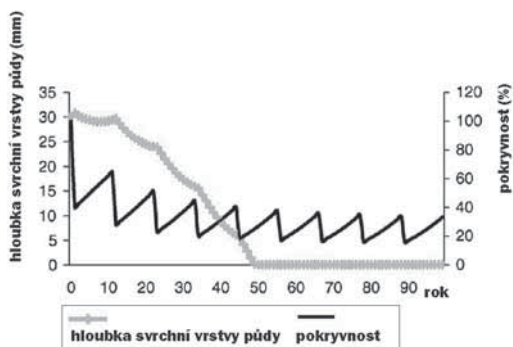
Zajímavý je v této souvislosti také výzkum odtokových poměrů v holosečně těžných lesích Severní Karolíny (USA) v letech 1977–1988. Poukazuje na význam dřeva, které je na místě po těžbě zanecháno. Ukázalo se, že v povodích, odkud byly všechny vytěžené kmeny odstraněny, se nachází a je transportováno daleko víc splavenin a plavenin a odtokové poměry jsou rozkolísanější (Webster et Golladay et al., 1992).

2. 4. Důsledky mechanizace lesního hospodářství

Mechanizace lesního hospodářství je další z činitelů, které mění prostředí lesa a jeho vodozádržné vlastnosti. Proměnila například práci při výchovných a těžebních zásazích, zejména přibližování a dopravu dříví. Momentálně se k těmto účelům v České republice nejčastěji používají traktory a harvestory s vyklízecími soupravami. Zřídka se využívají koně. V ohrožených horských lesích, případně v chráněných územích, výjimečně slouží k přepravě dřeva lanovky.

Traktory a vyklízecí soupravy narušují mikrorelief a zhoršují půdní vlastnosti. Těžká technika snižuje schopnost půdy zadržovat vodu hlavně vinou:

- tlaku těžkých strojů na půdu (zhuštění, snížení pórovitosti),
- rozrušování půdy pohybem těžkých strojů (vznik erozních rýh),
- znečišťování půdy naftou a olejem.



Vývoj mocnosti (ztráta) svrchní vrstvy půdy (topsoil) při jedenáctiletém těžebním cyklu s poklesem pokryvnosti k 20 %.

Udržitelný těžební systém, rotace těžebních zásahů po 21 letech, pokryvnost smrkového patra neklesá pod 30 %, nedochází k nadměrnému odnosu a dekompozici svrchních vrstev půdy (topsoil).

Zdroj: Hein, 2006

Obrázek 7: Různé způsoby hospodaření různě ovlivňují ztrátu svrchních vrstev půdy. Kritickou mezí je pokles pokryvnosti pod 30 %.



Boletice, 2007

Obrázek 8: Po plošném rozpadu nestabilní smrkové monokultury a její necitlivé asanaci dochází často ke značnému eroznímu odnosu půdy, dekompozici humusu a rozvratu odtokových poměrů.

Zhutněním půdních pórů a prostorů biologického původu (chodby zoedafonu, dutiny po shnilých kořenech) je znemožněno pronikání vody do hlubších horizontů. Retenční prostor se zmenšuje.

Narušený povrch podléhá vodní erozi. Mechanicky podmíněný odnos půd často dosahuje 300 až 760 m³/ha. U nadložního humusu je to 3,5 až 7,2 t/ha (Pobědinskij et Krečmer, 1984). V hlubokých kolejích se důsledkem výronu vody z podzemního odtoku stává povrchový. Tomuto jevu se podrobněji věnujeme v následující kapitole.

2. 5. Cestní síť

Významným hydrologickým činitelem je i cestní síť. Její potřeba a hustota stoupá s použitím kolových mechanizačních prostředků. Zásadní dopad to má zejména v horských oblastech (Simon, 2004). Více cest znamená zvětšení kulminačních průtoků. Zejména při prudkých srážkách v malých povodích (Pobědinskij et Krečmer, 1984).

Největší podíl na cestní síti mají nezpevněné zemní cesty. Často bývají poškozené transportem dříví a ponechané bez údržby. Představují významný zdroj splavenin a urychlují odtok. I cesty nepoškozené provozem mohou podléhat erozi a přispívat k povodňovým stavům. Nejde jen o vodu, která z cest při srážkách odtéká. V místě zářezu cesty do svahu vytéká i voda, která se vsákla ve vyšších polohách. Z lesních cest se tak do toků dostává podstatná část vody bez přirozeného zpoždění a možnosti se vsáknout. Nedůsledným zajištěním prudkých svahů, výkopů a násypů může navíc dojít k sesuvům půdy (Simon, 2004).

2. 6. Narušení humusu a koloběhu živin

Humus tvoří důležitou složku půdy, zejména pokud jde o zadržení půdní vláhy a živin. Vlastnosti humusu jsou dány zejména jeho bohatou strukturovaností. Vnitřní specifický povrch humusu může být 800–900 m² v jednom gramu půdy. Oproti tomu má například skleněná krychle o hraně jeden centimetr plochu šest centimetrů čtverečních, tedy asi milionkrát méně. Obrovská plocha humusu váže mnoho iontů a vody a zvyšuje absorpční kapacitu půdy. Pro srovnání: jeden kilogram humusu může zadržet až tři kilogramy vody, jeden kilogram suchého písku jen dvě stě gramů a jeden kilogram minerální půdy zadrží půl kilogramu vody (Úlehla, 1947).

Rozpad humusu není důležitý pouze kvůli ztrátě vodozadržné kapacity půdy, ale také protože akceleruje difúzní znečištění vodních toků uvolněnými živinami. V průběhu 70. a 80. let spadlo enormní množství kyselých dešťů, zapříčiněných emisemi oxidů síry a dusíku. Způsobily okyselování lesních půd, v řadě oblastí navíc umocněné pěstováním smrkových monokultur (Hruška et Cienciala, 2001). Půda tak ztratila značnou část životně důležitých zásaditých kationtů. Při okyselení půdy je mobilizován toxický hliník. Lesy vrcholových partií českých hor začaly odumírat. Místo obnovy přirozené skladby lesních porostů a ponechávání části kmenoviny po těžbě bylo rozhodnuto situaci zvládnout pomocí plošného vápnění. Situace ve většině českých lesů se tímto ale ještě zhoršila. Při zrychlené mineralizaci povrchových organických horizontů a prudkém zvýšení pH v nich zůstala kyselost minerální vrstvy půdy na původní úrovni. Mineralizovaný humus byl odplavován vodou a toxicita půdy a absence živin byla nadále kritická. Destabilizace vodního režimu půdy stromy nadále oslabil (Hruška et Cienciala, 2005). Lesnické praktiky však stále zůstávají stejné a zdravotní stav českých lesů a situace horských lesních povodí se nelepší.

Při ekohydrologické zonaci porostů je třeba zohlednit fakt, že některá povodí jsou geochemicky stabilnější a odolnější proti okyselení a vyčerpání živin. Platí to zejména pro ta, která leží na zásaditých podkladech. (Hornbeck et al., 1997).

3. Nejlepší dostupné techniky při optimalizaci lesních povodí v zahraničí

Podle zatím dostupných vědeckých studií je zřejmé, že dosavadní zohlednění lesů při plánování v povodích je nedostačující. Většina studií sice vyzdvihuje roli lesů v dynamice vodních zdrojů a živin v lesních povodích, přesto hydrologové často upozorňují na tvorby povodní přímo v zalesněných územích (Lorz et al., 2007). V mnoha modelech byly simulovány odezvy lesů na různé hospodářské zásahy a změnu druhového složení. Většinou však bez zohlednění interakce mezi různými funkcemi lesů, měnícími se v prostoru a čase. Kumulativní efekty se násobí a zdánlivě nepodstatné fenomény nakonec překračují svými důsledky nosnou kapacitu ekosystémů. Proto při pokusu o realistické modely lesních povodí je nutné zohlednit rovněž pozitivní kumulativní efekty a snažit se o formulaci vzorce pro jejich násobení (Boyle et al., 1997, Baskent et Keles, 2005). Dlouhodobější aspekty zhoršování hydrologické stability horských povodí v současných modelech nejsou zohledněny. Ať už se jedná o staletí probíhající degradaci morfologie horských vodních toků a zánik mokřadů, či i o dlouhodobé zhodnocení významu infiltrace pod přirozenými lesy a pralesy. Stejně jako není objektivní hodnotit negativní kumulativní efekty každý zvlášť, není to vhodné ani u efektů pozitivních (Lorz et al., 2007). Pokud se do hydrologického modelování zařadí všechny „nejlepší dostupné techniky“ (Best Management Practices, BMP), které pozitivně ovlivňují vodní režim (tj. zlepšení druhové a věkové struktury lesů, zákaz holoseči na svazích a zranitelných půdách, ponechávání ležících kmenů, revitalizace mokřadů a vodních toků, lapače splavenin a plavenin, zasakovací pásy, opatření na lesních vodních cestách), velmi pravděpodobně dojde ke zvýraznění funkce lesů vzhledem k mírnění odtokových minim a maxim i vlivu na kvalitu odtékající vody. Tento požadavek bude v následujících letech umocněn nároky vyplývajícími z aplikace rámcové směrnice o vodách (2000/60 ES).

3. 1. Příklady z USA, Kanady a Portugalska – multikriteriální modely a projednání lesních hospodářských plánů se všemi zájmovými skupinami

Ve Spojených státech se na tvorbě takzvaných Národních plánů integrovaného využití lesních zdrojů podílí týmy odborníků na lesní hospodářství, hydrologii, ekologii, zoologii a botaniku. Výsledek jejich diskuzí je obvykle akceptovatelný pro všechna vědecká odvětví i pro veřejnost (Garcia, 1989).

Většinu kanadských lesů vlastní stát. I kanadské lesy prožily období environmentálních tlaků na povodí a snížení rozlohy přirozených lesních společenstev. Řešením se stala zonace lesů. V části lesů je utlumena hospodářská činnost. Území na rovinatých a hlubokých půdách jsou naopak využívána intenzivněji (Binkley, 1999).

V Portugalsku je vlastnická struktura lesní půdy rozdrobená a existují lesní hospodářské plány pro malé lesní celky. Při tvorbě plánů lesních povodí bylo nutné dosáhnout souladu mezi jednotlivými vlastníky a hospodařícími subjekty. Vznikla metoda kooperativního skupinového spolurozhodování, jejíž zásadou je poskytnutí maxima informací o důvodech tvorby integrovaného plánu a o jeho výhodách (Borges et Martins, 2007).

Multikriteriální rozhodování se zapojením veřejnosti využívá modelování a realistickou vizualizaci různých krajinových a managementových scénářů. To umožňuje znázornit výhledy vlastníkům, veřejnosti a expertům, kteří nemohou území navštívit (Sheppard et Meitner, 2005). Prostorové multikriteriální a multivariantní modely jsou patrně budoucností integrovaného lesního plánování. Narozdíl od dosavadního přístupu k lesním celkům umožňují obnovit přirozenější druhovou i věkovou strukturou dřevin a zohlednit retenci vody, protierozní opatření a péči o biodiverzitu (Baskent et Keles, 2005).

Například Lorzův model (Lorz et al., 2007) si, více než ekonomických aspektů, všímá perspektivy dlouhodobé obnovy horských vodních zdrojů a jejich významu pro zásobování obyvatel kvalitní vodou. Zlepšení retence prostřednictvím zlepšení jednoho izolovaného aspektu lesnického managementu má své limity. Při komplexním návrhu opatření může být výsledný efekt významnější než zaměřen se pouze na jeden z kumulativních faktorů. Lorz vymezil čtyři podmínky pro obnovu a ochranu vodních zdrojů v zalesněných povodích:

- Vymezení konkrétních porostů, jichž můžeme využít na různých stanovištích k optimálnímu hospodaření s vodními zdroji (kvalita i kvantita vodních zdrojů). Například různé typy lesů na různých půdách a sklonech terénu.
- Definice nejlepší lokalizace různých prostorových ekosystémových prvků (biotopů) jako základ zonace (například návrh množství a parametrů ponechaných ležících kmenů v různých zónách, návrh revitalizace mokřadů, vodních toků, lapače sedimentů v ústí drenáže z cest aj.).

- Analýza rizik změny environmentálních charakteristik povodí a přesycení povrchových zvodní mimo mokřady po revitalizaci částí povodí a návrh kompenzací pro vlastníky. V některých případech by mohlo dojít k hospodářským ztrátám při úhynu dřevin, který je způsobený změnou hydrologického režimu – například stagnací vody.
- Zlepšení kalibrace a funkčnosti modelů používaných k simulaci hydrologických změn v lesních povodích. Zejména jde o empirické ověření retenčního účinku různých revitalizačních technik – revitalizace toků, mokřadů, zlepšení retence na lesních cestách, nárazníkové pásy, omezení mineralizace humusu, jeho obnova apod. (Lorz et al., 2007).

Ochrana pobřežních nárazníkových lesů podél vodních toků byla ve státě Oregon definována jako hlavní prostředek proti erozi a na zvýšení retence vody. Je potřeba vytvořit metodu na vypočítání rozlohy a šířky ochranných lesů. K tomu poslouží znalosti geomorfologie území a erozivní náchylnosti půd. Díky těmto metodám bude možné navrhnout nárazníkové a ochranné lesy přesně podle charakteru stanoviště. Jejich šířka se pohybuje od 15 do 180 metrů (Wissmar et al., 2004).

Za těchto předpokladů bude možné posoudit roli lesních povodí pro účely Plánů oblastí povodí, které v České republice vznikají.

3. 2. Nejlepší dostupné techniky při ochraně vod v lesních povodích

Nejlepší dostupné techniky (BMP) jsou souborem postupů, jejichž účelem je maximalizace přínosů funkčních ekosystémů a minimalizace externalit (vedlejších nákladů vyvolaných konkrétní činností). BMP přináší systematický soubor postupů, jak chránit vodní zdroje a půdu a přitom zachovat produkční potenciál lesních porostů (National Association of State Foresters 2004). Zdravý a dobře obhospodařovaný les, ve kterém jsou uplatňovány BMP:

- Snižuje erozivní efekt dešťů a pomáhá eliminovat erozní smyv půdy.
- Pomáhá v zachycování vyplavovaných živin.
- Zvyšuje množství vody vsáklé do půdy a zadržené půdou. Rovněž zvyšuje zásobování povrchových i hlubších zvodní, čímž snižuje maximální odtoky z povodí.
- Pomáhá udržovat stálejší a spolehlivější zdroj povrchových i artézských vod, spolu s doplňováním zásob v systémech na sobě závislých zvodní.
- Omezuje difúzní znečištění zachycováním a využitím vyplavovaných živin.
- Poskytuje stabilní prostředí pro organismy.

Lesnická BMP jsou preventivní opatření, která napomáhají zamezit vyčerpání půdního prostředí a degeneraci lesních vodních toků způsobené hospodářskou činností. Jejich základem je vsakování povrchové vody na ekologicky stabilních plochách mokřadů, niv a vsakovacích pásů, aniž by došlo k erozi. Součástí BMP je i správné načasování prací v lesních povodích a užití vhodných metod. Velmi významnou součástí BMP je i zonace lesních povodí a definice zranitelných oblastí, ve kterých je předepsán speciální management – a naproti tomu vymezení oblastí stabilních, kde k žádným omezením v hospodaření nedochází (Currana et al., 2005)

Správné a pečlivé využívání BMP zajišťuje, že voda vytékající z lesů a sytící podzemní či povrchové rezervoáry je vynikající kvality a že nedochází k odplavování půdy a živin z lesních porostů.

I když lesníci dobře zvládají zásady lesnické ekologie a praktické aspekty lesnictví, nejsou většinou zkušení v odhadu dopadů různých kumulativních efektů. Ty ale probíhají už po staletí a v současnosti gradují v rozdílných interakcích a prostorových měřítkách (Boyle et al., 1997).

3. 2. 1. Regulace lesnického hospodaření s ohledem na integrovaný management povodí, příklady z USA a Kanady

Podstatná část lesních porostů ve Spojených státech je v soukromém vlastnictví. Lesnické praktiky jsou kvůli dopadu na životní prostředí legislativně regulovány v 38 státech USA. Jde především o opatření na ochranu půdy, vody či atraktivity pro návštěvníky. Pravidla lesnické praxe definují postupy pro zalesňování, údržbu a rekonstrukci lesních cest, metody těžby a transportu dřeva a ochranu cenných biotopů (Ellefson et al., 1997). Od osmdesátých let vzniká takzvaná třetí generace právních předpisů a nařízení. Hlavní záměry jsou:

- Zaměřit větší pozornost na dlouhodobé kumulativní efekty lesnické činnosti, které ovlivňují produktivitu lesa, udržitelnost hospodaření, biodiverzitu, rezistenci a resilienci lesních ekosystémů (zejména Kalifornie a Washington).
- Přispět k celostátním programům zaměřeným na snížení difúzního znečištění vod a podporu citlivého hospodaření s přírodními zdroji obecně (zejména Florida, Maryland, Montana a Virginie).

V současnosti je do regulačních programů zapojeno přes 40 % produkčních soukromých lesů v USA. To je více, než dohromady vlastní federální, státní a lokální vlády (Ellefson et al., 1997). Kalifornští lesníci mají povinnost dávat ke schválení lesní hospodářský plán a nechat ho posoudit v procesu EIA. Agentury, které plány schvalují, změnilo 75 % těchto plánů směrem k větší udržitelnosti lesů. Do tohoto procesu se stále více zapojují i instituce, které zodpovídají za prosazování legislativy, jež slouží k ochraně kvality a kvantity vodních zdrojů, půdy před erozí a degradací, mokřadů, erozně akumulacích procesů či biodiverzity, nebo aplikaci pesticidů, herbicidů a podobně (Ellefson et al., 1997).

Regulační programy nyní obracejí větší pozornost na dopady lesnických praktik několika vlastníků v jednom povodí. Ačkoliv každý z vlastníků splňuje všechna nařízení, v součtu mohou jejich aktivity způsobovat značné škody. Definice a analýza kumulativních efektů se stává stále významnějším tématem mnoha států USA. Administrativně jde však stále o těžko postihnutelný problém.

V Idahu a Kalifornii začali s rozsáhlým výzkumem kumulativních dopadů. Vymezili citlivá lesní povodí a maximální objem těžeb. Úřady zodpovědné za kvalitu vody v Kalifornii mohou navrhnout doplňující opatření na minimalizaci kumulativních efektů v povodí. Započal zde monitoring dlouhodobých dopadů široké škály lesnických praktik na množství a kvalitu vody v lesních vodních tocích. V Idahu je hodnocení kumulativních efektů upraveno zákonem (Ellefson et al., 1997).

Metodiky BMP v Nové Anglii obsahují následující požadavky (Hornbeck et Swank, 1992):

- Vyhnout se velkoplošné těžbě na chudých půdách (například půdy písčité, kamenité, mělké či s vysokou úrovní podzemní vody). Málo se v nich doplňují živiny během zvětrávání a mineralizace.
- Plánování sečí a odvozů na období vegetačního klidu.
- I na bohatých půdách s velkou úrodností a bez rizika eroze zvážit alternativy k holosečnému hospodaření.

V Oregonu zavedli takzvaný Severozápadní lesnický plán, spočívající v tvorbě rozsáhlých lesních rezervací na státní půdě. V rámci certifikace FSC (Forest Stewardship Council) vznikla strategie ochrany vodních zdrojů. Byly ustanoveny ochranné pobřežní lesy a citlivá povodí, které jsou určena k revitalizaci. Hustá síť lesních vodních toků v Oregonu umožňuje skloubit jejich ochranu s ochranou biodiverzity. Lesy s limitovaným managementem, nacházející se podél vodních toků a na svazích, tak tvoří ochranu proti erozi, zlepšují retenci vody a zároveň poskytují refugia pro organismy vázané na přirozené lesy, sukcesní lesní stádia či pralesy. Pásma těchto lesů mají podél větších vodních toků s výskytem ryb šířku až 300 metrů. Hospodaření v nich je zaměřeno na růst biodiverzity, zvýšení retenční kapacity a zachování segmentů pozdních sukcesních fází lesa a pralesních formací.

Na federální půdě těchto povodí vznikly rezervace na ochranu biodiverzity. Mají šířku 90–150 metrů na každé straně vodního toku s rybami a 46 metrů kolem toků bez ryb.

Dalším praktickým dokumentem využívaným státem Washington jako podklad pro ustavení nárazníkových pobřežních lesů je Plán ochrany vodních ekosystémů. Jeho cílem je ochrana a posílení populací pěti druhů lososovitých

ryb, 47 dalších druhů ryb a sedmi druhů obojživelníků na 3,7 milionech hektarů nefederální lesní půdy v dalších 50 letech.

Soukromí vlastníci půdy v Oregonu a Washingtonu musí hospodařit podle Pravidel lesnického hospodaření. Ta jsou zaměřena zejména na postupy, vedoucí k zachování a tvorbě strukturálních biotopů. Příkladem je ponechávání výstavků po těžbě a ponechávání padlých stromů a souší. Dále zahrnují požadavky na ochranu pobřežních a mokřadních ekosystémů. V Oregonu musí vlastníci ponechat po těžbě alespoň pět soliterních stromů či souší o minimální výšce devět metrů a pět padlých kmenů na hektar (Ellefson et al., 1997).

Strategie péče o pobřežní a nárazníkové lesy vyžaduje po soukromých vlastnících v západním Washingtonu dodržení 15 metrů oboustranné bezzásahové nárazníkové zóny podél vodního toku s rybami. Podle stanovištních podmínek je dále ustanoveno 10 až 50 metrů široké ochranné pásmo s limitovanou výběrnou těžbou podél obou břehů. Kolem malých toků je bezzásahová zóna 15 metrů po obou stranách. Soukromí vlastníci mají o něco mírnější podmínky než platí na federální půdě. I přesto je ale vliv na kvalitu a množství vody pozitivní. Ve Washingtonu je navíc vytvořen program ekonomických pobídek pro malé vlastníky lesů (Forestry Riparian Easement Program). Vlastníci mají možnost obdržet 50 procent tržní ceny dřeva, které ponechají nevytěžené. Toto dřevo si stát pronajímá na 50 let (Suzuki et al., 2007).

V Oregonu je k ochraně vodních toků definována jednoduchá poučka: klest a zbytky po těžbě mají být rovnoměrně rozptýleny a je třeba se vyhnout jejich pálení, kupení či odstraňování. Jen tak je možné zamezit erozi v ploše těžebního povodí. Je rovněž třeba vyhnout se zásahům herbicidy podél občasných vodních toků, aby se tak zachovala vegetace bránící erozi a zabránilo se přenosu reziduí. Dále se z občasných vodních toků nesmí odstraňovat mrtvé dřevo a klest (Boyle et al., 1997).

3. 2. 2. Prosazování integrovaného plánování v lesních povodích v EU

V Evropské unii začíná být management lesů postupně identifikován jako jeden z rizikových faktorů, jež může ohrozit nebo naopak přispět k dosažení dobrého stavu vodních útvarů, tedy toků, jezer a dalších (Rámcová směrnice o vodách 2000/60 ES, dále WFD).

Ve Velké Británii vydala Lesnická komise (Forestry Commission) ve spolupráci s Agenturou životního prostředí (Environment Agency) čtvrté vydání metodiky Lesy a voda – The Forests and Water Guidelines, jež je součástí tamních Lesnických standardů. Na jejím vzniku se podílelo mnoho rozličných institucí a organizací, z toho bylo šest v oblasti lesnictví a životního prostředí. Připomínkovalo ji dalších 47 organizací, jejichž zájmy jsou lesnickými praktikami dotčeny (od rybářů, přes vodohospodářské společnosti, vodohospodáře, říční ekology, ochránce přírody až po ministerstva zemědělství, životního prostředí a územního plánování).

Metodika specifikuje tato pravidla: konstrukci cest, ochranu proti povodním, krajinné plánování, ochranu vodních zdrojů před znečištěním, zachycování splavenin, šetrnou těžbu, management odpadní biomasy po těžbě, management ponechaného hroubí. Tato metodika je obecně považována za dobrou. Nevyhovuje jen to, že její použití je dobrovolné. Proto vznikají obecně závazná pravidla, jejichž dodržování bude kontrolováno ve všech povodích. Po otestování se stanou závaznými. Dalším rozměrem metodiky Lesy a voda je identifikace hlavních problémových oblastí lesního hospodaření, jež se týkají dosažení cílů WFD. Hodnocení rizikových faktorů je prvním krokem v plánovacím procesu, jehož cílem je zlepšení útvarů podzemních i povrchových vod. V rámci tohoto hodnocení budou podniknuty následující kroky:

- Zhodnocení výsledků analýzy rizikových faktorů v jednotlivých povodích. (Předběžně vymezené rizikové faktory, týkající se některých lesních povodí jsou – nitráty, splaveniny, fosfáty, acidifikace, morfologická degradace vodních toků a jezer, pesticidy, organické znečištění, invazní a nepůvodní druhy.)
- Zabezpečení správné interpretace rizikových faktorů ovlivňujících vodní složku lesních povodí.

Environmental Agency bude nadále spolupracovat s lesnickým sektorem na uplatňování WFD tak, aby se zabezpečilo přijetí Programů opatření v povodích, jež berou v potaz potenciální vlivy lesnického hospodaření na vodní útvary. Neznamená to pouze strategické plánování na úrovni povodí, ale rovněž návrh BMP při praktikách, jež mohou ovlivňovat kvalitu a kvantitu vody. Například:

- BMP mohou zabránit erozi půdy a omezit ztráty živin po holosečích,
- smíšené lesy mohou tlumit vliv atmosférických polutantů,
- ochranné pásy dřevin podél vodních toků zamezí průniku nadbytečných živin a sedimentů do vodních toků.

Ve Francii byl zahájen celostátní projekt s názvem Lesy pro vodu. Je zaměřen na péči o lesy jako jeden z hlavních faktorů, na kterých závisí splnění WFD. Lesy pokrývají 42 % francouzských Alp. Cílem práce je dosáhnout dobrého stavu vodních útvarů ve všech oblastech alpských povodí. Doposud proběhly ukázkové a experimentální akce a scénáře pro všechny, kdo se zúčastňují tvorby Plánů oblastí povodí (River basin management plans). Patří mezi ně pilotní projekt managementu lesních povodí na příkrých svazích v Cohennoz, analýza interakce mezi lesy a přísunem sedimentů do řek v Drome a Ouveze, revitalizace pobřežních lesů, vodních toků a mokřadů v Arve a následný monitoring. Velká pozornost byla rovněž zaměřena na všeobecnou informovanost o roli lesů při zlepšování stavu vodních útvarů. Uskutečnilo se mnoho seminářů a kurzů. Vznikla řada naučných stezek a podobně.

4. Návrhy Hnutí DUHA na zlepšování retenční kapacity lesních povodí v České republice

Změna lesního hospodaření vyžaduje interdisciplinární zapojení různých skupin odborníků i širší veřejnosti, zejména místních lidí. Zkušenosti s dosavadním nakládáním s evropskými i českými lesy ukazují, že aplikací jediného pohledu na hospodaření byly omezeny mimoprodukční funkce porostů (voda, půda, biodiverzita, rekreace). Došlo k jejich zanedbání a zároveň paradoxně i poklesu produktivity lesních porostů, mnohdy s nevratnými následky (Farrel, 2000).

4. 1. Obecná doporučení Hnutí DUHA

- **Změna druhové skladby**

Ke zlepšení retenční schopnosti lesních porostů přispěje vyšší zastoupení hlubokokořenících dřevin. Pro ohrožené půdy a půdy s příznivými podmínkami pro retenci je proto nezbytné volit druhově pestré směsi s významným podílem hlubokokořenících dřevin (zejména buku, jedle, lípy, javoru a dubu). Pěstování těchto druhů v jednotlivém nebo skupinkovitém smíšením zvýší retenční kapacitu půdy. Hnutí DUHA proto doporučuje postupně, ale razantně zvyšovat podíl listnatých dřevin a jedle v porostech, což znamená především zvýšení jejich podílu na obnově a vyřešení problému přemnožené spárkaté zvěře.

- **Obnova porostů**

Volbou šetrných lesnických postupů – tedy těžby dřeva a obnovy porostů – lze předejít rozsáhlejšímu odkrytí půdy, které by mělo za následek rychlou mineralizaci humusu, degradaci svrchních humusových půdních horizontů i ztrátu zasakovací schopnosti.

V zásadě by měly být vyloučeny holoseče a preferovány výběrné a clonné způsoby obnovy. V nejzazším případě lze akceptovat maloplošné pasečné obnovní postupy (kotlíky, náseky o šířce do výšky porostu). U porostů s dochovanou přírodě blízkou druhovou skladbou je potřeba legislativní úpravou zvýšit obmýtí vytipovaných fragmentů (pro buk nad 120 let, pro jedli, smrk, dub a borovici na 150–170 let).

Zároveň je nutné výrazným prodloužením obnovní doby (alespoň na 40–60 let) dosáhnout prostorové mozaiky různých věkových tříd porostů. V případě části nepůvodních, labilních, zvěří, václavkou a kůrovcem poškozovaných smrčín může být v zájmu rychlejšího dosažení mozaikovitě textury doba obmýtí naopak snížena – kvůli prostorové diferenciaci porostů a zamezení velkoplošné jednorázové obnově lesa. Kolem vodních toků je potřeba stanovit ochranné pásmo – minimálně na jednu porostní výšku, kde bude vyloučena holoseč a další způsoby obhospodařování za použití těžké mechanizace.

- **Lesní dopravní síť**

Cestní síť v lesích, včetně přibližovacích a vyklizovacích linií, je nezbytné optimalizovat (vybrat efektivní síť, zrušit nadbytečné cesty a rizikové stavby), stabilizovat a uznat za trvalou. V hydrologicky významných oblastech je nutné využívat stávajících cest s vhodným sklonem a trasováním a nové lesní cesty již nebudovat. Staré, nepotřebné a nevhodně trasované cesty by měly být asanovány s důrazem na zamezení eroze. Změna těžební technologie může potřebu cestní sítě také zmenšovat. Například využitím lanovek oproti traktorům se zmenšuje potřeba cest více než o polovinu. Naopak nasazení harvesterů mnohonásobně zvyšuje nároky na hustotu cestní sítě a zejména vyklizovacích linií. Důležitá jsou rovněž technická řešení. Při výstavbě a opravách zpevněných odvozních cest je lépe preferovat propustné materiály (speciální zaválcované směsi různých zrnitostí štěrku) namísto zcela nepropustných asfaltových povrchů. Odvodnění musí být prováděno tak, aby se voda, která z cest odtéká, v co největší míře vsakovala do půdy. Pomoci mohou zasakovací pásy a lapače sedimentů.

- **Lesnická technika a mechanizace**

Majitelé lesů a jejich dodavatelé musí při těžbě dřeva využívat šetrných technologických postupů, které co nejméně porušují a zhutňují lesní půdy. Těžké mechanizační prostředky musí k pohybu využívat trvalé linie a ne porostní půdu. Přibližovací linky by měly být před dojezdem techniky pokryty klestem; okrajové stromy

podél přibližovacích drah, ohrožené poškozením přibližovaným dřevem a mechanickými prostředky, je nutné opatřovat vhodnými chrániči; náhodná poškození ošetřovat kurativními prostředky ihned po jejich vzniku. Zásadně je třeba se vyhnout provozu těžké dopravní techniky v lesích za déle trvajících dešťů, kdy vzniká rozmoklý půdní povrch, který je náchylný k extrémní destrukci pojezdy s velkotonážními náklady. V hydrologicky a vodohospodářsky citlivých oblastech musí být vyžadována těžba a vyklízení dřeva z porostů v mimovegetačním období. Ve svažitéch a vodohospodářsky významných oblastech by měly mít přednost lanovky.

• **Zachování části dřevní hmoty v lese**

Mrtvé dřevo akumuluje vodu a brání erozi. Pokud přímo není ohrožen zdravotní stav lesa (například při kalamičním výskytu dřevokazného hmyzu), je nezbytné ponechávat co největší množství biomasy po těžbě v porostech. To zahrnuje veškerý klest a větve neohrožující odolnost lesa proti škůdcům, nahnilé ležící i méně hodnotné stojící dřevo. Zároveň by menší počet stromů měl být vyloučen z těžby a ponecháván k zestárnutí a zetlení.

• **Nakládání s ležícími kmeny v lesních vodních tocích**

V souvislosti s produkčním lesnictvím je důležité formulovat pravidla, kterými se bude řídit kontrola sedimentů a organické hmoty odnášené vodou. Realizace povede ke zvýšení stability vodního toku a diverzity stanovišť. Tato pravidla zahrnují selektivní přemísťování částí biomasy (především padlých kmenů) do míst, kde je jich zapotřebí. Rovněž musí zahrnovat vytvoření či udržení nárazníkového pruhu dřevin, který bude zdrojem kmenů a větví, a dále aktivní management lesních nárazníkových pásů, jež poskytnou podmínky pro zabezpečení vysoké biologické diverzity říčních ekosystémů (Gurnell et Gregory et Petts, 1995). Tyto postupy bude nutné zohlednit při tvorbě připravovaných plánů oblastí povodí. Jako dobrý příklad se jeví stanovení nárazníkových pásů podél pramenných úseků lesních vodních toků. Nahromadění dřeva tvoří důležité morfologické elementy vodních toků – pozvolné stupně a terasy, šterkopískové ostrovy a nánosy a tůně v nich. Tyto strukturní prvky zmenšují kinetickou energii proudu, čímž omezují nebezpečí eroze, zvětšují retenční potenciál toků a tvoří biotopy a refugia pro ryby, obojživelníky a vodní bezobratlé živočichy. Poskytují rovněž klíčový zdroj živin pro společenstva horských vodních toků (Hering et al. 2002).

4. 2. Lesnické plánování a hospodaření a Rámcová směrnice o vodách

V souladu s tvorbou plánů oblastí povodí (podle rámcové směrnice o vodách), jež budou v platnosti od roku 2009, a s návaznými platbami z Programu rozvoje venkova pro období 2007–2013 (PRV) je nezbytné zaměřit kategorizaci lesů na porosty, ve kterých dochází k největšímu eroznímu smyvu lesních půd a rozpuštěných živin, lesních povodí, kde je nejvíce rozkolísaný odtokový režim, a povodí, kde vlivem hospodaření dochází ke zhoršení kvality půdy a humusu. Je nezbytné tato povodí do roku 2009 specifikovat a navrhnout potřebná opatření ke stabilizaci erozně–akumulačních procesů a odtokových poměrů. Sloužit by k tomu měla plošná managementová opatření i jednorázové revitalizační akce. Zásadními prvky těchto opatření jsou:

- bezzásahové nárazníkové pásy podél pramenných úseků lesních vodních toků,
- obnova lesních mokřadů,
- speciální management biomasy po těžbě,
- výběrná, výběrová či kotlíková těžba,
- ponechávání určitého procenta hroubí po těžbě,
- podpora přirozené obnovy a obnova přes pionýrské dřeviny na kalamičních holinách,
- sanace lesních cest a erozních útvarů,
- protierozní opatření.

Návrhu konkrétních opatření by měla předcházet zonace hydrologicky stabilizačních lesů (viz kapitola 4.3), návrh opatření a výše kompenzace nestátních vlastníků podle plateb z PRV (například podopatření II.1.2. Platby podle

WFD a II.2.4.1. Obnova lesnického potenciálu a zavádění preventivních opatření) a jednorázových projektů z Operačního programu Životní prostředí (Státní fond životního prostředí). Optimálně by měl vzniknout rámcový plán hydrologicky příznivého hospodaření pro jednotlivé vlastníky (PRV – podopatření I.3.4. Využívání poradenských služeb). V těchto plánech bude možné vymezit sumu opatření, vhodných k realizaci v rámci jednotlivých lesních celků a v návaznosti na tyto plány bude i specifikována možnost jejich financování.

Doporučené kroky k hydrologické a půdoochranné optimalizaci lesních povodí

- Shromáždění dostupných informací, využitelných k zhodnocení zranitelnosti lesních povodí.
- Vytvoření GIS nástrojů a prostorových modelů pro multivariantní posouzení různých opatření v lesních povodích. Tyto modely musí postihnout širokou škálu kumulativních efektů.
- Vymezení hydrologicky citlivých lesních území a návrh jejich zonace a pravidel managementu (viz dále).
- Revitalizace lesních vodních toků a mokřadů.
- Obnova lesů v nivách vodních toků (zalesňování orné půdy v přirozených nivách vodních toků, přednostně v povodňových územích a v územích s potenciálem pro rozliv velkých vod, rekonstrukce přirozené druhové skladby lesů podél vodních toků).

4. 3. Vymezení hydrologicky citlivých území a stanovení jejich managementu

Hnutí DUHA doporučuje vymezit hydrologicky citlivá území a v nich stanovit cílená pravidla managementu. V této kapitole shrnujeme hlavní body předběžného návrhu, který by měl být otevřen dalšímu výzkumu a diskusi.

Doporučujeme stanovit čtyři typy hydrologicky citlivých území:

- **Kde:** Území s velmi erodibilními půdami, území postižená sesuvy, rýhovou a stržovou či intraskoletární erozí, území s velkou sklonitostí, mokřady a okolí vodních toků (u vodních toků I. řádu bez přítomnosti rybí fauny navrhujeme šířku ochranného pásu 15–30 m, u vodních toků II. řádu 20–50 m podle zranitelnosti půd a geomorfologie, ochranné lesy v celém rozsahu rozlivných zón lesních vodních toků).

Navrhované zásady obhospodařování: Ponechat bez těžby a aplikovat doplňkový management, zacílený na protierozní opatření a revitalizaci vodních toků (například probírka smrků a jejich vkládání do vodních toků, využití ležících kmenů a větví k protierozním úpravám apod.); upravit druhovou skladbu; případnou výsadbu směřovat na daném místě k přirozené druhové skladbě .

- **Kde:** Území s mělkými půdami na svazích, území postižená erozí, území s chudými písčitými půdami na svazích, zamokřené půdy, území s negativními dopady předešlého hospodaření, území negativně ovlivněná lesní cestní sítí, území navazující na ochranné pásy podél mokřadů a vodních toků.

Navrhované zásady obhospodařování: Výběrové hospodaření (jednotlivý nebo skupinový výběr) bez holosečí, ponechání 50 % biomasy a používání výhradně šetrných těžebních a vyklizovacích technik. Přípustná odchylka v podílu druhu dřeviny při obnově porostů od zastoupení v přirozené druhové skladbě na daném místě je nejvýše deset procentních bodů (oproti potenciální přirozené druhové skladbě na daném místě).

- **Kde:** Území na svazích se středně hlubokými půdami a vyrovnaným chemismem.

Navrhované zásady obhospodařování: Preferovat výběrové metody hospodaření bez holosečí, ponechat pět (ve státních lesích deset) souší či padlých kmenů na jeden hektar, používat výhradně šetrné těžební a vyklizovací techniky. Přípustná odchylka v podílu druhu dřeviny při obnově porostů od zastoupení v přirozené druhové skladbě na daném místě je nejvýše deset procentních bodů (oproti potenciální přirozené druhové skladbě na daném místě) – s výjimkou přesně vymezených podmínek pro pěstování nepřirozených porostů.

- **Kde:** Území s chemicky stabilními půdami, dobrou půdní strukturou na rovinatých či mírně svažitéch půdách, bez výskytu vzácných společenstev.

Navrhované zásady obhospodařování: Možnost intenzivnějšího hospodaření, holoseče maximálně do 0,3 ha. Přípustná odchylka v podílu druhu dřeviny při obnově porostů od zastoupení v přirozené druhové skladbě na daném místě je nejvýše deset procentních bodů (oproti potenciální přirozené druhové skladbě na daném místě) – s výjimkou přesně vymezených podmínek pro pěstování nepřirozených porostů.

4.4. Legislativní úpravy a ekonomické nástroje

Zároveň je potřeba provést některé základní legislativní úpravy, které zajistí takové hospodářské postupy, jež povedou ke zvyšování retenční kapacity lesní krajiny.

Prvním krokem je novela lesního zákona. Rámec vymezení hydrologicky citlivých území a jejich management musí být zakotven v legislativě, stejně jako nárok soukromých vlastníků na kompenzace za újmu z omezení těžby. Novela lesního zákona musí reflektovat vodní zákon (254/2002 Sb.). Zejména musí umožnit, aby nově vznikající plánovací lesnické dokumenty navazovaly na připravované plány oblastí povodí.

Kvůli kompenzacím pro soukromé vlastníky je klíčové využít opatření II.1.2. v Programu rozvoje venkova (Platby v rámci oblastí Natura 2000 a Rámcové směrnice pro vodní politiku).

Nezbytná je dále především novelizace vyhlášky ministerstva zemědělství k zákonu o lesích (rámcové vymezení hospodářských souborů lesních typů). Vyhláška by měla stanovit minimální podíl melioračních a stabilizačních dřevin pro jednotlivé hospodářské soubory lesních typů zvláště pro státní pozemky a zvláště pro porosty soukromé. Ve státní lesích se musí podíl významně zvýšit. Měl by přitom reflektovat vymezení hydrologicky citlivých území a pravidla lesního hospodaření v nich (viz kapitola 4.3).

Mezi závazné ukazatele lesních hospodářských plánů musí patřit nejen minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin na obnově (výsadbě), ale rovněž v cílové skladbě porostu. Konečně třetím nutným krokem je vyloučení jakékoli – i nepřímé – dotační podpory výsadbě smrku (při obnově i zalesňování) s výjimkou stanovišť a míry jeho přirozeného výskytu.

Doporučujeme rovněž takovou změnu lesnické legislativy, která by umožnila a usnadnila zavádění managementových systémů středních a nízkých lesů, zejména v záplavových územích.

V lesích ochranných by měly být výslovně zákonem zakázány holoseče. Kalamitní holiny by měly být zalesňovány pomocí přípravných dřevin. V ostatních lesích Hnutí DUHA doporučuje legislativní omezení maximální přípustné velikosti holoseče na 0,3 hektaru, respektive 0,5 ha v případě borových a dubových porostů.

Literatura

- Abbe, T., Montgomery, D.: Patterns and processes of wood debris accumulation in the Queets river basin, Washington, *Geomorphology* 51, 81–107, 2003.
- Armbruster, M., Seegert, J., Feger, K.: Effects of changes in tree species composition on water flow dynamics – Model applications and their limitations, *Plant and Soil* 264, 13-24, 2004.
- Baláz, E. a kol., Vliv holoseče na lesní půdu, Hnutí DUHA, rukopis připravované publikace, 2007
- Baskent, E., Keles, S.: Spatial forest planning: A review, *Ecological Modelling* 188, 145–173, 2005.
- Binder, R.: Zahrádzanie bystrín, Oráč, Bratislava, 1950.
- Binkley, C.: Ecosystem management and plantation forestry: new directions in British Columbia, *New Forests* 18, 75–88, 1999.
- Birch, L. G.: The effect of soil drying on humus decomposition and nitrogen availability, *Plant and Soil* 10, 9-31, 1958.
- Boyle, J., Warila, J., Beschta, R., Reiter, M., Chambers, C., Gregory, S.: Cumulative effects of forestry practices: an example framework for evaluation from Oregon , U.S.A., *Biomass and Bioenergy* 13, 223–245, 1997.
- Borges, J., Martins, H.: Addressing collaborative planning methods and tools in forest management, *Forest Ecology and Management* 248, 107-118, 2007.
- Eiseltová, M., Pokorný, J.: Toky energie, vody a látek v krajině In. Němec J./ed./: Sborník z konference Krajina a voda, 1998.
- Cienciala, E., Exnerová, Z., J. Macků, J. , Henzlík, V.: Forest topsoil organic carbon content in Southwest Bohemia region, *Journal of Forest Science* 52, 387–398, 2006.
- Eiseltová, M., et Biggs, J. (eds.): Restoration of stream ecosystems – an integrated catchment approach, *International Waterfowl and Wetlands Research Bureau Publication* 37, 1995.
- Ellefson, P.: State Forest Practice Regulatory Programs: an approach to implementing ecosystem management on private forest lands in the United States , *Environmental Management* 21, 421–432, 1997.
- Fall, B.: Odpływ z terenu Puszczy Białowieskiej w zlewni rzeki Narewki. Nr.10/1966 „Gospodarka Wodna” , *Biuletyn Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego* 26, 397–398, 1966.
- Garcia, M.: Forest service experience with interdisciplinary teams -developing integrated resource management plans , *Environmental Management* 13, 583-592, 1989.
- Gregory, V. S., Swanson, F. J., McKee, W. A., et Cummins, K.W.: An ecosystem perspective of riparian zones , *BioScience* 41, 540–551, 1991.
- Gurnell, A. M., Piegay, H., Swanson, F.J., S. Gregory, S.V.: Large wood and fluvial processes, *Freshwater Biology*, Blackwell Science Ltd., 2002.
- Hein, L., Ierland, E.: Efficient and sustainable management of complex forest ecosystems , *Ecological Modelling* 190, 351–366, 2006.
- Hornbeck, J., Swank, W.: Watershed ecosystem analysis as a basis for multiple-use management of eastern forests, *Ecological Applications* 2, 238–247, 1992.
- Hornbeck, J., Bailey, S., Buso, D., Shanley, J.: Streamwater chemistry and nutrient budgets for forested watersheds in New England: variability and management implications, *Forest Ecology and Management* 93, 73–89, 1997.
- Hruška, J., Cienciala, E. (eds.): Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví, Ministerstvo životního prostředí, Praha 2001
- Chlebek, A. et al.: Dlouhodobé odtoky z malých povodí, *Lesnictví* 43, 433–434, 1997.

- Jařabáč, M., Bělský, J. et Tureček, B.: Dřeviny tlumí povodňové škody, ale výjimečně mohou i škodit, *Lesnická práce* 81, 414–415, 2002.
- Kantor, P.: Vodohospodářská funkce horských smrkových a bukových porostů, *Lesnictví* 30, 471–489, 1984
- Kantor, P.: Kalamitní holiny a odtok vody z povodí, *Zprávy lesnického výzkumu* 32, 15 - 18, 1987.
- Kantor, P.: Změny vodní bilance smrkového porostu po jeho obnově holou sečí, *Lesnictví-Forestry* 38, 823–838, 1992.
- Kantor, P.: Vodní režim bukového porostu před jeho obnovou holou sečí, *Lesnictví-Forestry* 41, 1–10, 1995.
- Kantor, P. et Šach, F.: Možnosti lesů při tlumení povodní, *Lesnická práce* 81, 493–495, 2002.
- Kožený, P., Simon, O.: Analýza naplavené dřevní hmoty na nádrži Znojmo po jarní povodni 2006, *Sborník Říční krajina* 4, Univerzita Palackého v Olomouci, 2006.
- Krečmer, V., Šišák, L., Šach, F., Švihla, V., Flora, M.: K ekonomickému hodnocení mimotřžních funkcí lesa z hledisek lesopolitických, *Zprávy lesnického výzkumu* 51, 2006.
- Krešl, J.: Vliv lesa na utváření odtoku při přivalových a dlouhotrvajících deštích, *Lesnická práce* 78, 501-502, 1999.
- Krešl, J.: Zhodnocení znalostí o vlivu lesa na odtok, *Lesnictví*, 1989.
- Kreutzweiser, D. P., Capell, S. S.: Fine sediment deposition in streams after selective forest harvesting without riparian buffers: Design of forest riparian buffer strips for the protection of water quality: analysis of scientific literature , *Canadian Journal of Forest Research* 31, 2134-2142, 2001.
- Lorz, C., Volk, M., Schmidt, G.: Considering spatial distribution and functionality of forests in a modeling framework for river basin management, *Forest Ecology and Management* 248, 17-25, 2007.
- Manga, M.: Field measurements of drag coefficients for model large woody debris, *Bretagne Hygelund, Geomorphology*, 175-185, 2003.
- Mařan, B., Lhota, O.: Vliv lesa na zasakování vody a na povrchové odtoky, *Vodní hospodářství* 12, 396-400, 1952.
- Mattson, K. G. and Swank, W. T.: Soil and detrital carbon dynamics following forest cutting in the Southern Appalachians. *Biology and Fertility of Soils* 7, 247–253, 1989.
- Meitner, M, Sheppard, S.: Using multi-criteria analysis and visualisation for sustainable forest management planning with stakeholder groups, *Forest Ecology and Management* 207, 171–187, 2005.
- Molčanov, A. A.: Cykly atmosfernych osadkov v rozličnych prirodnych zonach v oddělnych tipach lesa, 1970.
- Nageli, W.: Versuche zum Problem des Oberflächenabflussen bei Wald und Weideboden, *Publications of the International Association of Hydrological Scientists* 48, 1959.
- Hůla, J., Abrham, Z., Bauer, F.: Zpracování půdy, Brázda, Praha, 1997.
- Nunez, D., Nahuelhual, L., Oyarzu, C. (2006) Forests and water: The value of native temperate forests in supplying water for human consumption, *Ecological Economics* 58, 606– 616, 2006.
- Obmiński, Z.: Badania nad wahaniemami poziomu wód gruntowych w niektórych biotopach Bialowieskiego Parku Narodowego, *Pracy Instytutu badanj lesniczych* 201, 162-164, 1960.
- Pobědinskij, V. M. et Krečmer, V.: Funkce lesů v ochraně vod a půdy, 1984.
- Pokorný, J., Eiseltořová, M., Květ, I.: Ekologický význam mokřadů v krajině in: Fořumová, P., et al. (eds.): *Mokřady ČR*, Botanický ústav AV ČR, 1996.
- Pořtulka, Z.: New approaches to flood protection in mountain area regions in the Czech Republic, *Policy paper*, Free University of Amsterdam, 2002.

- Ripl, W.: Tok energie, vody a látek v krajině – klíč k setrvalému užívání krajiny in Němec, J. (ed.): Krajinotvorné programy, 1997.
- Saraf, A., Kundu, P., Sarma, B.: Integrated Remote Sensing and GIS in Grounwater Recharge Investigation and Selection of Artificial Recharge Sites in a Hard Rock Terrain, paper, Department of Earth Sciences Indian Institute of Technology, Roorkee, 2000.
- Simon, O., Sucharda, M.: Vliv hospodaření v krajině na průběh a účinek povodní: přehled problémů a doporučená opatření, Hnutí DUHA, 2004.
- Skibniewska, H.: Trial settlement of influence of forest for the stage of ground-waters, Wiedomosci Sluzby Hydrologiczno-Meteorologicznej 4, 3–18, 1962.
- Spiecker, H.: Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe-temperate zone, Journal of Environmental Management 67, 55–65, 2003.
- Staněk, J.: Krkonoše a Podkrkonoší, 1975.
- Stott, T., Leeks, G., Marks, S., Sawyer, A.: Environmentally sensitive plot-scale timberharvesting: impacts on suspended sediment, bedload and bank erosion dynamics, Journal of Environmental Management 63, 3–25, 2001.
- Šach, F.: Vliv způsobu hospodaření na vsakování a povrchový odtok srážkových vod v lese, Zprávy lesnického výzkumu 24, 17-22, 1978.
- Štolc, J.: Voda jako krajinotvorná složka. In: Mezera, A. et al. (eds): Tvorba a ochrana krajiny, 1979.
- Švec, J.: Historie oblastí. In: Autorský kolektiv: Krkonoše. Turistický průvodce ČSSR, 1980.
- Toland, D. E. and Zak, D. R.: Seasonal patterns of soil respiration in intact and clearcut northern hardwood forests, Canadian Journal of Forest Research 24, 1711–1716, 1994.
- Trimble, G. R. et Reinhart, K. G. (1963) ex Hůla, J., Abrham, Z., Bauer, F.: Zpracování půdy, Brázda, Praha, 1997.
- Trumbore, S. E., Chadwick, O. A. and Amundson, R.: Rapid exchange between soil carbon and atmospheric carbon dioxide driven by temperature change, Science 272, 393–396, 1996.
- Úlehla, V.: Napojme prameny, 1947.
- Válek, Z.: Lesy, pole a pastviny v hydrologii pramenných oblastí Kychové a Zděchovky, Výzkumný ústav vodohospodářský 1962.
- Válek, Z.: Lesní dřeviny jako vodohospodářský a protierozní činitel, 1977.
- Webster, J. R., S. W. Golladay, E. F. Benfield, J. L. Meyer, W. T. Swank and J. B. Wallace: Catchment disturbance and stream response: An overview of stream research at Coweeta Hydrologic Laboratory: 231–253. In P.J. Boon, P. Calow, and G.E. Petts (eds.) River conservation and management, 1992.
- Webster, J. R., S. W. Golladay, E. F. Benfield, D. J. D'Angelo and G. T. Peters: Effects of forest disturbance on particulate organic matter budgets of small streams, Journal of the North American Benthological Society, 9, 120–140, 1990.
- Wissmar, R., Beer, N., Timm, R.: Spatially explicit estimates of erosion-risk indices and variable riparian buffer widths in watersheds, Aquatic Science 66, 446-455, 2004.
- Yanai, R, Currie, W., Goodal, C.: Soil carbon dynamics after forest harvest: an ecosystem paradigm reconsidered, Ecosystems 6, 197–212, 2003.



Hnutí DUHA

Friends of the Earth Czech Republic

A › Hnutí DUHA, Bratislavská 31, 602 00 Brno

T › 545 214 431

F › 545 214 429

E › info@hnutiduha.cz

www.hnutiduha.cz

Hnutí DUHA s úspěchem prosazuje ekologická řešení, která zajistí zdravé a čisté prostředí pro život každého z nás. Navrhujeme konkrétní opatření, jež sníží znečištění vzduchu a vody, pomohou omezit množství odpadu, chránit krajinu nebo zbavit potraviny toxických látek. Naše práce zahrnuje jednání s úřady a politiky, návrhy zákonů, kontrolu průmyslových firem, pomoc lidem, rady domácnostem a vzdělávání, výzkum, informování novinářů i spolupráci s obcemi. Hnutí DUHA působí celostátně, v jednotlivých městech a krajích i na mezinárodní úrovni. Je českým zástupcem Friends of the Earth International, největšího světového sdružení ekologických organizací.