

FAKTA VYVRACÍ DOKTRINU ÚČELOVÉ „VĚDY“
Ideologové výroby divočiny popírají klimatizační účinek zeleného lesa,
Hnutí Duha posbíralo 60 tisíc podpisů za usychání lesa v NP Šumava,
resp. za rozšíření bezzásahové zóny

Doc. RNDr. Jan Pokorný, CSc.

Management lesů – význam pro hydrologický cyklus a klima

Lesy působí na klima rozličnými procesy, které v kontinentálním měřítku ovlivňují toky sluneční energie, oběh vody (hydrologický cyklus) a ovlivňují též složení atmosféry.

Značná pozornost výzkumu, médií, tisku a politiků je věnována vlivu lesa na skleníkový efekt atmosféry. Lesy ve své biomase váží uhlík. Stromy stejně jako všechny zelené autotrofní organismy vytvářejí svoji biomasu fotosyntézou: přijímají oxid uhličitý a redukuji jej vodíkem, který získávají fotolytickým štěpením vody, a do atmosféry uvolňují kyslík. Zdůrazňuje se tedy schopnost lesa zmírňovat klimatickou změnu snižováním koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře. Zalesňování vede ke snižování obsahu oxidu uhličitého v atmosféře nebo alespoň snižuje nárůst koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře, protože oxid uhličitý se váže do dřeva (biomasy) rostoucích stromů. Tento zúžený pohled na funkci lesa v utváření klimatu vede ovšem k absurdním závěrům, které jsou publikovány v uznávaných mezinárodních vědeckých časopisech a šířeny i reprezentanty Mezivládního panelu pro klimatickou změnu (Intergovernmental Panel on Climate Change): nízké albedo (tmavý povrch) boreálního lesa údajně absorbuje velké množství sluneční energie a ohřívá planetu. Vypalování boreálního lesa by podle těchto autorů (BONAN 2008, RANDERSON a kol. 2006) nemělo vést ke zvýšení globální teploty, protože navýšení skleníkového efektu (působené kyslíčnickem uhličitým uvolněným ze spáleného dřeva) je kompenzováno snížením albeda krajiny (zvýšeným odrazem přicházejícího slunečního záření). Někteří (BALA et al. 2007) jdou ještě dále a tvrdí, že odlesnění v globálním měřítku vede k celkovému ochlazení klimatu, protože oteplení způsobené uvolněným skleníkovým plynem oxidem uhličitým je nižší, nežli ochlazení způsobené snížením albedem (zvýšeným odrazem slunečního záření). Dále ukážeme, že tento zúžený pohled na funkci lesa je velice nebezpečný, je to téměř doslova hra s ohněm. Ukážeme, že les má zásadní význam v oběhu vody mezi kontinenty a oceány a že vyrovnává teplotní rozdíly.

Každý se může přesvědčit o chladícím efektu lesa v letních dnech, stačí přejít ze zemědělské krajiny do stínu lesa. Odlesnění na regionální úrovni vede k výrazně vyšším teplotám v krajině za jasného dne, kdy přichází vysoké množství sluneční energie. Od 80. let minulého století lze exaktně hodnotit změny teplot po odlesnění s využitím družicových snímků. Například družice Landsat snímá teploty krajiny pravidelně po 16 dnech.

S využitím satelitních snímků Landsatu jsme vyhodnotili změny teploty způsobené vykácením lesa na rozsáhlé ploše v období 1986 - 2009. Odlesnění 2000 km² v Mau Forest v Keni vedlo ke zvýšení teplot v krajině až o 20 °C, vedlo k vysokým rozdílům teplot a k rozkolísanému průtoku vody v řekách – po několika letech sucha a nízkého průtoku vody se dostavily deště a nadměrný průtok vody. Hydroelektrárna dokončená na řece Sondu Miriu v prvních letech po dostavění (2008) nemohla být uvedena do provozu pro nedostatek vody a po roce 2010 přišly naopak silné deště a povodně a s nimi spojená eroze.

Na úlohu lesa v hydrologickém cyklu jsou dlouhodobě rozdílné názory. Voda vydávaná (transpirovaná) rostlinou je považovaná často za vodu ztracenou. V tomto pojetí je transpirace považována za „nezbytné zlo“. V takovém pojetí rostlina „platí“ ztrátou vody za to, že přijímá oxid uhličitý. Výdej vody, výdej kyslíku a příjem oxidu uhličitého totiž probíhají v tom samém průduchu. Na listu jsou desítky až stovky průduchů na jednom čtverečním milimetru.

Ze zalesněných povodí odtéká menší podíl dešťových srážek nežli z povodí zatravněného nebo částečně odvodněného. To bylo prokázáno opakovaně pokusy srovnávacími zalesněná a odlesněná povodí. Z tohoto pohledu, logicky, správce přehrady, která zásobuje obyvatele pitnou vodou, dává přednost odlesněnému povodí, protože do přehrady doteče vyšší podíl dešťových

srážek. Opakovaně se publikují práce o negativním efektu rychle rostoucích dřevin na vodní zdroje, na odtok vody z povodí. Na druhé straně, z historie je známo, že velkoplošná odlesnění vedla ke změně dešťových srážek a k regionálnímu nedostatku vody (PONTING 1993, DIAMOND 2005).

Způsob užívání krajiny a aktuální krajinný pokryv ovlivňují oběh vody na místní, regionální i globální úrovni. Zemědělcům, turistům i cestovatelům, kteří mohou srovnávat efekty hospodářských zásahů na klima, je zcela zřejmé, že přeměna lesnaté krajiny na zemědělskou je provázána změnou místního klimatu. Pro vědecký popis efektu odlesnění na sucha a povodně chybí srovnávací data pro rozsáhlá území regionálního rozměru. Meteorologické stanice jsou totiž podle celosvětového standardu umísťovány na trávníku a velice často na letištích nebo v městské zástavbě. Soustavně se neměří meteorologické veličiny v různých typech krajinného pokryvu, velice obtížné je měřit dešťové srážky v lesích. Neexistují tedy data, která by umožnila exaktně zhodnotit efekt odlesnění.

Vodní hospodáři a vodní politika se zabývají vodou v potocích, řekách, jezerech, rybnících a jejím využitím. Nadměrné využívání vody zejména v zemědělství a průmyslu způsobilo nedostatek vody v tocích a vzbudilo zájem o podzemní vody, ty jsou ovšem vyčerpitelné. Zásadní význam má pochopení funkce oběhu vody v krajině. Při plném slunečním svitu přichází na metr čtverečný až 1000W, pokud se spotřebovává na výpar vody (evapotranspiraci) 250Wm^{-2} , vypařuje se z metru čtverečního 100mg za sekundu, tedy 100 litrů za sekundu z 1km^2 . Vypařuje se tedy násobně vyšší množství vody ve srovnání s množstvím vody, která proudí v tekutém stavu v tocích. Zemědělské plodiny vypařují podobné množství vody, někdy i vyšší nežli vypaří les. Zemědělské plodiny však vodu brzy ztratí, protože se nevrací zpět. V jakém případě se vypařená voda vrací zpět a kdy vodní pára z krajiny mizí? Důležité je rozložení teplot ve vertikálním profilu: vyvinutý les má nižší teplotu u země a vyšší teplotu v korunách stromů, zatímco plodiny zbavené plevelů mají vyšší teplotu u země a nižší teplotu na povrchu porostu. Z vyhřáté půdy plodin stoupá teplý vzduch a unáší vodní páru vzhůru, zatímco v lese vzduch neproudí vzhůru, protože u země má nižší teplotu nežli v korunách. Vodní pára vypařovaná korunami zůstává blízko korun stromů a ty vypařují vodu do vzduchu o poměrně vysoké vlhkosti, transpirace není proto vysoká. V noci se potom vodní pára sráží na povrchu jehlic, vrací se částečně zpět, klesá tlak vzduchu, horizontálně se vzduch nasává z okolí a s ním se nasává i vzdušná vlhkost.

Stromy a les zásadním způsobem tlumí rozdíly teplot v krajině. Vyrovnávají rozdíly teplot mezi dnem a nocí i mezi místy, tedy v prostoru a čase. Velké solitérní stromy chladí intenzitou několika desítek kW a 1km^2 zdravého lesa chladí intenzitou několika stovek MW. Pokud strom odstraníme, les vykácíme nebo necháme stromy uschnout, sluneční energie se nespotebovává na výpar vody, ale mění se na zjevné teplo, teplota povrchu stoupá i o $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a horký vzduch vynáší vodní páru vzhůru. Teplý vzduch přicházející z nížiny ze zemědělských polí obsahuje vodní páru, která se však nesráží na teplém odlesněném povrchu (ani na uschlých stromech) a odchází z krajiny. Odlesnění kopců a hor, stejně tak jako uschnutí dospělého lesa přispívá tedy k dlouhodobému vysušování krajiny. $10\,000\text{ha}$ uschlého lesa na Šumavě reprezentuje ve slunném dnu uvolnění zjevného tepla srovnatelné s výkonem několika desítek reaktorů jaderné elektrárny Temelín (1000MW). Efekt odlesnění lze pozorovat, monitorovat a testovat. Efekt nárůstu skleníkových plynů v atmosféře na klima testovat nelze. Podle IPCC nárůst koncentrace skleníkových plynů v atmosféře způsobuje zvýšení radiačního toku směrem k povrchu země o $1 - 3\text{W.m}^{-2}$ a za příštích deset let má činit nárůst o dalších $0,2\text{W.m}^{-2}$. Na povrch zemské atmosféry přitom v průběhu jednoho roku přichází 1321 W.m^{-2} až 1412 W.m^{-2} . Měřit sluneční záření s přesností desetiny promile není možné.

Následuje překlad prohlášení o funkci lesa v klimatu a vodním režimu, které bylo prezentováno na nedávné Konferenci o klimatu v Paříži a v původní anglické verzi je uveřejněno na stránkách WeForest. Práce na textu byla zahájena v červnu 2015 na workshopu v Lovani (Belgie) a je dílem 30 vědeckých pracovníků z několika kontinentů. Jan Pokorný se podílel též na tomto textu. Existuje též podrobný vědecký článek na toto téma s konkrétními výsledky a citacemi.

Changes in runoff in two neighbouring catchments in the Bohemian Forest related to climate and land cover changes

Jana Bernsteinová^{1*}, Claus Bässler³, Lothar Zimmermann², Jakub Langhammer¹, Burkhard Beudert³

¹ Department of Physical Geography and Geocology, Faculty of Natural Sciences, Charles University Prague, Albertov 6, 120 00, Prague, Czech Republic.

² Bavarian State Institute of Forestry, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz, D-85354 Freising, Germany.

³ Bavarian Forest National Park, Freyunger Straße 2, D-94481 Grafenau, Germany.

* Corresponding author. Tel.: +420 739 345 206. Fax: +420 271 736 912. E-mail: jana.kaiglova@gmail.com

Abstract: There is public concern that large-scale disturbances to forest cover caused by insects and storm winds in the Bohemian Forest could intensify high water flows and enhance the expected flooding risks predicted in current regional climate change scenarios. We analysed stream discharge in Upper Vydra and Große Ohe, neighbouring catchments in the Bohemian Forest, the largest contiguous forested area in Central Europe. Upper Vydra, in the Šumava National Park, and Große Ohe (including the Upper Große Ohe headwater catchment in the Bavarian Forest National Park) are similar in size, but differ in land use cover and the extent of disturbed Norway spruce stands. Publicly available runoff and meteorological data (1978–2011) were examined using non-parametric trend and breakpoint analysis. Together with mapped vegetation cover changes, the results were used to address the following questions: 1) are there significant changes in the hydrological cycle and, if so, do these changes relate to 2) the extent and expansion of disturbance in forests stands and/or 3) altered precipitation dynamics and thermal conditions?

We found no marked overall change in annual runoff or in annual or seasonal precipitation, but a significant increase in high flows in March. This overall trend related to the marked warming in late winter and early spring ($+4$ K in April, $p < 0.01$), irrespective of altitude and slope position. It significantly shifted the end of the snow cover period by more than three weeks to the beginning/middle of April depending on altitude, and intensified snow melt.

In the Upper Große Ohe catchment, a significant decrease in catchment balance, the difference between the long term precipitation and runoff (-72 mm, 11%) was found when the loss of tree cover reached 30% of catchment area. Diminished evapotranspiration losses from severely disturbed stands increased groundwater recharge during summer and caused a significant rise in low flows in autumn.

However, observed increases in late winter high flows were due to warming only. They could be further intensified by the increasing winter precipitation predicted under present climate change scenarios, and would therefore increase the risk of flooding at lower elevations.

Keywords: Runoff; Climate change; Forest disturbance.

INTRODUCTION

There is only a moderate degree of certainty that precipitation has increased in the mid-latitudes of the northern hemisphere through human influence (IPCC 2013). The observed increase is attributed to rising air temperature, which intensifies hydrological cycling, leading, in turn, to altered atmospheric circulation and a poleward shift in storm tracks (Marvel and Bonfils, 2013). However, in contrast to model results, satellite data show that, in recent decades (1987–2010), precipitation has decreased in all seasons in moist regions in the mid-latitudes of the northern hemisphere (Polson et al., 2013). Changes in the hydrological cycle at the earth's surface are also directly related to warming, which, depending on the season in which warming has occurred, alters the solid-liquid partitioning of precipitation, snow cover dynamics and evapotranspiration rate (Hidalgo et al., 2009).

In forested landscapes, the indirect effects of climate change are of particular importance. Increased temperatures can reduce tree vitality even when no decrease in precipitation occurs (Adams et al., 2009) and, at the same time, accelerate the growth and size of insect populations (Raffa et al., 2008; Seidl et al., 2011), and thereby cause tree die-off over large areas (Allen et al., 2010). After tree die-off, evapotranspiration from overstorey vegetation declines, while energy and water flow to

the understory and on the soil surface increases (Adams et al., 2012). Consequently, water fluxes into and through the soil are altered, resulting in changes in the generation of discharge (i.e. contributions of groundwater and subsurface flows to runoff) and in the runoff yield itself when catchment area affected is large (Beudert et al., 2007).

In the Bohemian massif, which is covered predominantly by Norway spruce forests (*Picea abies* (L.) Karst.), air temperature has increased over the last century (Bässler, 2008; Kliment and Matoušková, 2008), resulting in a significant shift in insect habitats, in particular, towards higher elevations (Bässler et al., 2010). On the European scale (Seidl et al., 2011), the outbreak of the host-specific spruce bark beetle (*Ips typographus* L.), which has affected mature Norway spruce forests over large areas of the Bavarian Forest and Šumava National Park (Hais et al., 2009), was probably the most drastic outcome of accelerated warming and frequent storms in the early 1990s.

Only few studies exist which focus on regional changes in runoff and discharge dynamics induced by *Ips typographus*. Both Beudert et al. (2007) and Klöcking et al. (2005) found increased runoff coefficients and greater subsurface flows in two headwaters of the Upper Große Ohe catchment in the Bavarian Forest National Park. However, their data covered the first five to seven years after the first massive bark beetle outbreak only. In Šumava National Park, Kliment and Matoušková

(2008) found only small changes in runoff in two comparable streams between 1962 and 2002, while Buchtele et al. (2006) found evidence of runoff changes caused by changes in vegetation cover caused, in turn, by bark beetle and storms.

In this study, publicly available meteorological and runoff data (1978–2011) for two similar-sized neighbouring catchments (Upper Vydra, Große Ohe) and one nested headwater catchment (Upper Große Ohe) in the Bohemian Forest were analysed. Using time series analysis, we 1) tested the overall and seasonal trends in catchment hydrology, and distinguished the influence of 2a) climate change as a cross-scale factor from 2b) forest disturbance acting on a catchment scale.

MATERIALS AND METHODS

Catchments characteristics

The study area comprised the Große Ohe (GO; gauging station Schönberg, Germany) and Upper Vydra (UV; gauging station Modrava, Czech Republic) catchments, which drain the southern and northern slopes of the Bohemian massif, respectively (Fig. 1, Table 1).

The mountain range represents a hydrological divide between the North and Black seas as well as a meteorological divide between continental high pressure and Atlantic low pressure zones. The regional climate is characterized by high

precipitation with a high percentage of snow. On the summits, total annual precipitation amounts to 2500 mm yr^{-1} (Klöcking et al., 2005), divided almost equally between summer and winter. In the nested Upper Große Ohe catchment (UGO; gauging station Taferlruck, Fig. 1, Table 1), the mean annual precipitation lapse rate is $64 \text{ mm per } 100 \text{ m elevation}$ (Klöcking et al., 2005), but amounts to $100 \text{ mm per } 100 \text{ m elevation}$ on the south-westerly slopes (Beudert and Breit, 2004). At the Waldhäuser weather station near UGO (940 m a.s.l. , Fig. 1), the mean annual air temperature over the study period was 6.0°C (± 0.7). At the Churáňov weather station near UV (1118 m a.s.l. , Fig. 1), the mean annual air temperature was 4.7°C (± 0.8). Mean temperatures of the winter half-year were -1.1°C (± 1.1) at Churáňov and 0.3°C (± 1.0) at Waldhäuser. Assuming a mean density of 0.1 g cm^3 of freshly fallen snow at Waldhäuser (mean depth of $413 \pm 117 \text{ cm}$), then, in water equivalent terms, snow accounted for 58% of total precipitation in the winter half-year ($733 \pm 160 \text{ mm}$). Similar snowfall conditions can be expected at Churáňov and in UV, whereas, in GO, snowfall, and thus snow water storage, is of minor importance due to its lower elevation. The bedrock in both catchments consists of granite and gneiss, overlain by quaternary sediments, mostly periglacial solifluction deposits and fluvial sediments (Table 1). Quaternary sediments cover only 17% of bedrock in UV, but 50% in GO.

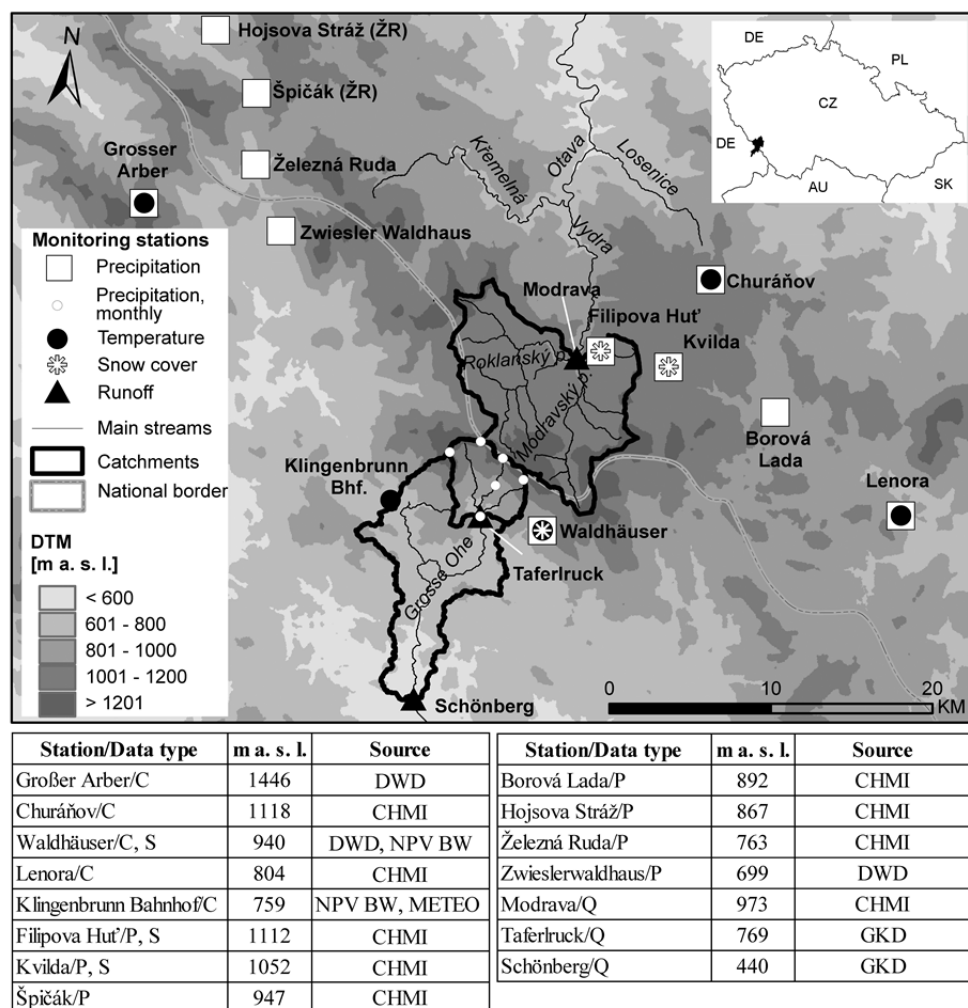


Fig. 1. Digital terrain model of the study area with Große Ohe (GO), Upper Große Ohe (UGO) and Upper Vydra (UV) catchments, weather and gauging stations. Abbreviations: C (Precipitation, air temperature), P (Precipitation), Q (Discharge), S (Snow cover). See text for abbreviations of data sources. Note that solid white circles indicate precipitation stations used to calculate UGO catchment precipitation.

Table 1. Basic catchment characteristics. Runoff statistics are given for the 1978–2011 period; status of land cover in brackets.

River <i>Linnograph</i>	Area (km ²)	Recipient	Start Opera- tion (yr)	Ø Elevation (m a.s.l.)	Ø Slope (°)	Daily specific runoff			Ø Runoff (mm yr ⁻¹)
						Ø	Min	Max	
						(L s ⁻¹ km ⁻²)			
Upper Vydra <i>Modrava</i>	89.7	Otava	1930	1134	5.8	39.0	8.9	812.7	1227
Große Ohe <i>Schönberg</i>	82.6	Ilz	1954	800	8.8	25.4	3.6	359.6	798
Upper Große Ohe <i>Taferlruck</i>	19.1	Ilz	1977	999	11.4	31.4	5.2	623.0	1009
			Modrava		Schönberg		Taferlruck		
<i>Soil Type</i>					% catchment area				
Cambisols			3.6		60.4		24.2		
Entic and typical podzols			47.0		11.6		37.4		
Waterlogged soils			46.0		24.1		25.1		
Leptosols			3.4		3.9		13.3		
<i>Geology</i>									
Granit			29.0		5.4		19.6		
Gneiss			54.2		44.6		26.7		
Quaternary			16.8		50.0		53.7		
<i>Land cover</i>			(2011)		(2011/2006)		(2011)		
Coniferous forest /disturbed			90.5/54.3		54.6/<15		63.2/55.6		
Deciduous, mixed forest, shrub			2.4		23.6		35.9		
Non-forested wetland			3.3		0.1		0.3		
Agricultural land, infrastructure			3.9		21.7		0.6		

Although the catchment areas of 83 km² (GO) and 90 km² (UV) are similar, they differ in three main aspects; (1) percentage area coverage of soil types, (2) dominant land use, and (3) the extent of die-off caused by the spruce bark beetle *Ips typographus* and windfall.

(1) Compared to UV, GO has a lower mean elevation of 800 m a.s.l., but a much larger altitudinal gradient (1013 m) and a steeper mean slope (8.8°). The nested UGO (19 km²) has a mean elevation of 999 m a.s.l. and the steepest mean slope (11.4°) of the three catchment areas studied. UV spans the top of a gneiss/granite plateau and has a mean elevation of 1134 m a.s.l. The altitudinal gradient is 480 m and the mean slope is 5.8°. Consequently, in UV, the percentage area covered by waterlogged soils (46%) and entic (podsolc cambisols) and developed podzols (47%) is equivalent. In contrast, waterlogged soils cover 25% of GO and UGO. In these areas, podzols comprise 37% and 12% and cambisols, 24% and 60% of the area, respectively.

(2) UV is part of the Šumava National Park (NP Š) and the land cover is dominated by Norway spruce (91%) forests, while UGO is part of the Bavarian Forest National Park (NP BW) and is covered by deciduous and mixed stands (36%, mostly European beech) and coniferous forest stands (63%, mostly Norway spruce). In GO agricultural land comprised 22% of the land cover.

(3) Bark beetle outbreak and windfall has caused the greatest changes in land cover in UV and UGO. By 2011, tree die-off affected 55% and 56% of these catchments, respectively. In contrast, disturbances were of minor importance in GO (<15%) due to different vegetation cover, land use and management.

The intra-annual runoff distribution was very similar in all catchments (Fig. 2, left) and followed a pluvial to pluvio-nival regime with maximum runoff yields in the meteorological spring. This period contributed 38%, 41% and 44% to annual runoff in GO, UV and UGO respectively. In UV and UGO,

elevated spring runoff occurred during the whole period while in GO, it occurred in March and April only. In UV and UGO, small contributions of less than 8% runoff per month were recorded from June to February, without any clear attribution to season or month. In contrast, GO showed medium runoff contributions from November to February.

Flow duration relationships revealed the same curvature in UV and GO (Fig. 2, right) but differed consistently in size. Mean low flow in UV (1.1±0.2 mm d⁻¹) almost doubled compared to GO (0.6 mm d⁻¹±0.2), while the difference in mean high flow was less pronounced (21.5 mm d⁻¹ versus 9.3 mm). The nested UGO equaled GO in low flows but markedly exceeded UV in high flows (30.1 mm d⁻¹±12.3 mm).

Data sources

Precipitation stations (P, Figure 1) in Šumava (run by the Czech Hydrometeorological Institute, CHMI) are located between 763 and 1118 m a.s.l., while Bavarian stations (run by the German Weather Service, DWD, and NP BW) span an altitudinal range from 699 m to 1446 m a.s.l. (Großer Arber). These weather stations, most of which are outside the study area, were selected on the basis of their proximity, similar elevation, duration of weather data records (1978–2011) and data reliability. In UGO, records of monthly total precipitation (operated by Bavarian State Institute of Forestry, LWF) were used to calculate mean catchment precipitation (Klößing et al., 2005). The recording locations spanned an altitudinal range of 770 m to 1360 m a.s.l. Climate stations (C; Fig. 1) measuring temperature and precipitation (including snow cover) ranged in altitude from 759 to 1446 m a.s.l. and represented all positions along the slope from the valley bottom to the summit. Discharge data were obtained from the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) and the Bavarian Hydrological Service (GKD).

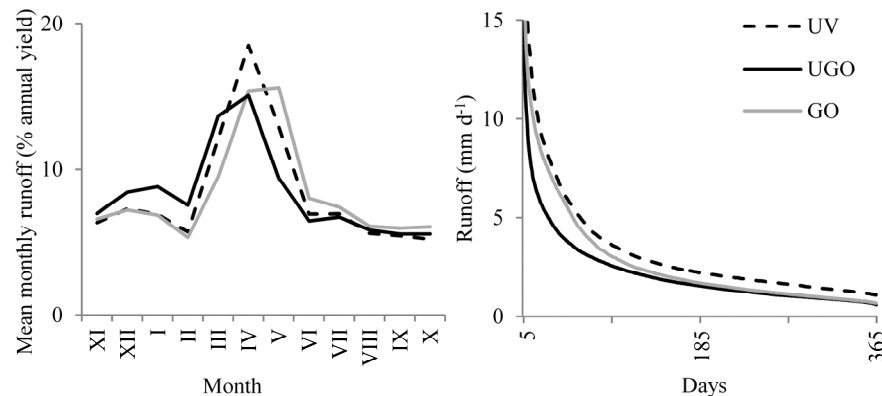


Fig. 2. Mean intra-annual runoff distribution (left) and mean duration curves (right) for the study catchments. Note that runoff exceeding 15 mm d^{-1} was excluded.

Data for catchment characteristics were derived from the DMR 4G, grid size $5 \times 5 \text{ m}$ (4th Generation Digital Terrain Model from Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre ČÚZK), Corine Land Cover (CLC) 2006 (European Environmental Agency), ČGS (Czech Geological Survey) and BIS Bayern (Bavarian State Service). Vegetation cover change maps were constructed from spatial data obtained from both the Czech and Bavarian park services. The datasets were analysed by Arc Editor 10.1 Spatial Analyst Tools package (ESRI).

Data processing and statistics

Daily data from official weather services were adopted without modification. Reliability of discharge data was tested using double mass curve analysis and Pettitt test (Project team ECA&D, 2013) using R 3.1.3 (www.r-project.org). None of the tests revealed significant ($p \leq 0.05$) inhomogeneity.

Seasonal (monthly to annual) percentiles (P10–P90) of 10%–90% (low to high flow) were calculated from daily means for every year. The percentiles reflect combined effects of meteorological variations and other causal factors. In a second approach, seasonal runoff percentiles were divided by the respective seasonal median runoff (Archer and Newson, 2002) to derive *relative percentiles*. The aim of obtaining multiples of median runoff was to decouple runoff from the annual variation in precipitation to determine whether discharge variability over time was due to warming or changes in vegetation cover. For example, an increase in relative low flows may simply be due to decreasing runoff and unaltered low flows, or due to increasing low flows while seasonal runoff remains constant.

Trend statistics (see below) were performed for monthly, seasonal and annual runoff yields, and for percentiles and relative percentiles to detect changes in runoff and in absolute, and relative low (P10–P30) and relative high (P70–P90) flows. The total change over the study period ($\text{mm} = \text{mm yr}^{-1} \cdot 33 \text{ yr}$) was added when rates of change were small but of hydrological significance.

An *a priori* test for autocorrelation (“acf” package) using R 3.1.3 (www.r-project.org) resulted in a weak correlation at a lag of 7 in very few data sets only. The non-parametric Mann-Kendall test (Hirsch et al., 1982) was applied to all meteorological and hydrological data sets to detect monotonic trends. SEN’s nonparametric method (Gilbert, 1987) was used to calculate the slope of linear trends. Both tests are combined in the MAKESSENS EXCEL-template (Määttä et al., 2002).

The annual runoff coefficient was calculated by relating runoff to catchment precipitation (%) to obtain a runoff

measure which accounts for variability in climate. The “segmented regression with breakpoint” procedure (SegReg, Oosterbaan, 1994, Snedecor and Cochran, 1980, www.waterlog.info) was used to detect changes in the annual runoff coefficient over time. The breakpoint was verified with the Mann-Whitney-Pettitt test using ANKLIM (Stepánek, 2008) and the standard normal homogeneity, Pettitt and Buishand range test functions (Project team ECA&D, 2013) using R 3.1.3 (www.r-project.org). SegReg partitions an independent variable (time) into two intervals and calculates separate line segments for each interval. The two segments may contain horizontal lines as well as upward and downward sloping line segments to either side of the breakpoint. Differences in mean values before and after the breakpoint were tested using a two sample t-test (Wessa, 2014).

RESULTS

Trends in runoff frequency, magnitude and seasonal distribution

Over the study period from 1978 to 2011 Annual runoff yields changed by $+2.2 \text{ mm yr}^{-1}$ (+8%) in UGO and -1.5 mm yr^{-1} in GO (–8%). These changes were caused by significant quantitative changes in runoff in March in UGO ($+2.2 \text{ mm yr}^{-1}$, +118%) and May in GO (-1.5 mm yr^{-1} , –46%). Runoff changes in UV were very small (-1.0 mm yr^{-1} , –3%) arising from a decrease in summer (May) and increase in winter (March and April) of similar size.

Neither in UGO nor in GO was there evidence of a significant trend in annual runoff percentiles (Fig. 3). In UV, annual values for low (P10) to medium flow (P60) decreased by 0.4 to 0.5 mm from 1978 to 2011. Low flows demonstrated the strongest statistical ($p \leq 0.01$) and hydrological significance (–27%, Fig. 3). The increase in high discharges partly compensated for the decrease in low discharges, although this was not significant due to high variability. An increase in high flow in the hydrological winter half-year was found in all catchments, but was only significant in UV (Fig. 3). This increase occurred mainly in March, exhibiting an total increase in high flow of 3.9, 3.6 and 6.1 mm in UV, GO and UGO respectively, whereby, in UV, an increase in high flow of 3.9 mm was also recorded in April. The increase in late winter discharge was followed by a decrease in discharge in the summer season, which was particularly marked in May, with slightly significant changes at least over the whole range of discharge percentiles in both UGO and GO and likewise in UV.

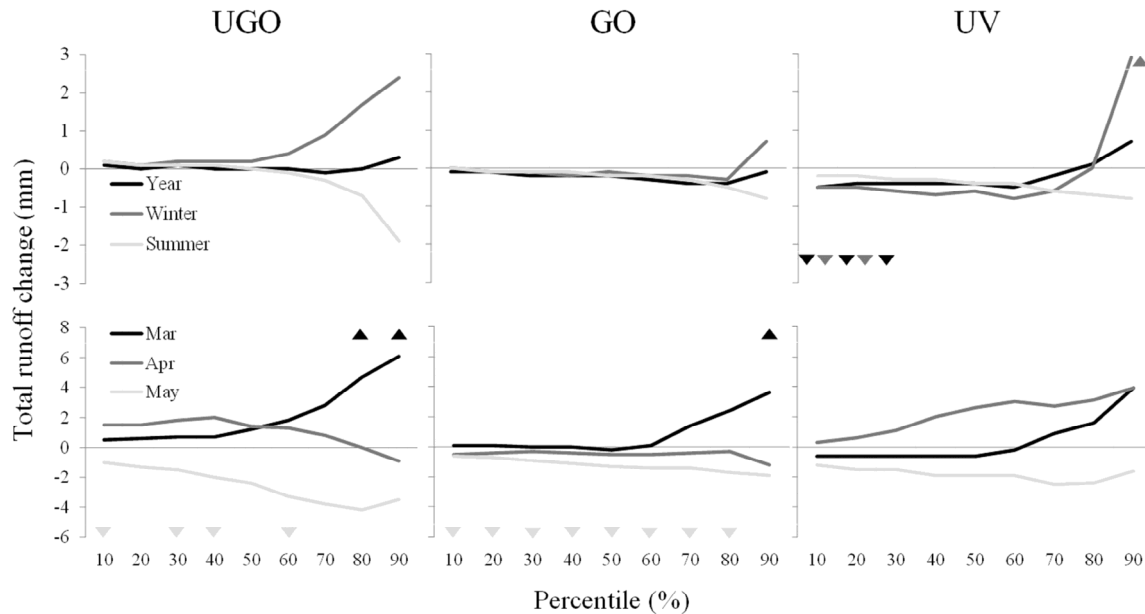


Fig. 3. Total change in runoff percentiles P10–P90 in GO, UGO and UV. Upward and downward facing arrows mark significant trends ($p < 0.05$) in the respective period. Top: Hydrological years and half years. Bottom: months of meteorological spring.

Trend analysis of relative annual runoff percentiles (multiples of median) revealed a diverging tendency towards higher variability in UV (Fig. 4). The winter half-year was characterized by statistically significant increases in P80 and P90 in UV. In March, relative high flows (P60–P90) increased in all catchments; the higher the percentile, the larger the slope. In April, relative low flows (P10–P30) decreased significantly in UV, whereas relative high flows (P60–P90) decreased significantly in UGO.

In May, relative low flows increased at all stations; in UV relative high flows increased as well. Significant decreases in relative high flows in the hydrological summer half-year were found in UGO only.

Overall, reduced variability in discharge in UGO resulted from decreasing relative high flows and increasing relative low flows during summer. Similar, though mostly insignificant, changes were also observed in GO. In contrast, in UV a diverging pattern of rising high flows in winter with no change in summer was found.

Trends in precipitation

Annual precipitation increased ($p > 0.05$) at all Bohemian stations with the highest increments at Kvilda (4.8 mm yr^{-1}) and Špičák (6.6 mm yr^{-1}). At Bavarian stations, annual precipitation decreased slightly or remained unchanged (Table 2). At most stations, these changes were the net result of increasing summer precipitation and decreasing winter precipitation. Precipitation decreased in the first half of the winter and increased in the second half. The resulting decrease in winter precipitation was insignificant at most stations. Yet, at all stations, an increase in summer precipitation was found, which resulted from increases in the first half of the summer and no change between August and October. Overall, changes in precipitation yields at Bavarian and Bohemian stations were similar. Yet, the higher increases in summer and equal decreases in winter generated small increases in annual precipitation at Bohemian stations, whereas at Bavarian stations, including UGO (1980–2011), small decreases prevailed. The direction in precipitation trends was

independent of elevation and relative slope position (valley, slope, summit), while their magnitude was influenced by site-specific conditions. Further, precipitation intensities examined at Churáňov and Waldhäuser did not change significantly.

Trends in air temperature

Annual mean temperatures increased significantly, ranging from 0.4 (Lenora) to 0.5 K yr^{-1} (Waldhäuser and Churáňov); the rates of increase were similar in winter and summer half-years. Mean air temperature did not change in March, September, October or December at any station, whereas moderate (insignificant) increases of up to 0.07 K yr^{-1} occurred in January, February and November (Fig. 5, left). From May to July (August), significant increasing trends were found at all stations, in most cases ranging from 0.04 to 0.08 K yr^{-1} . Warming was greatest in April, with highly significant trends between 0.10 and 0.12 K yr^{-1} . Thus mean April temperatures increased by at least 3.5 K over 33 years at all sites.

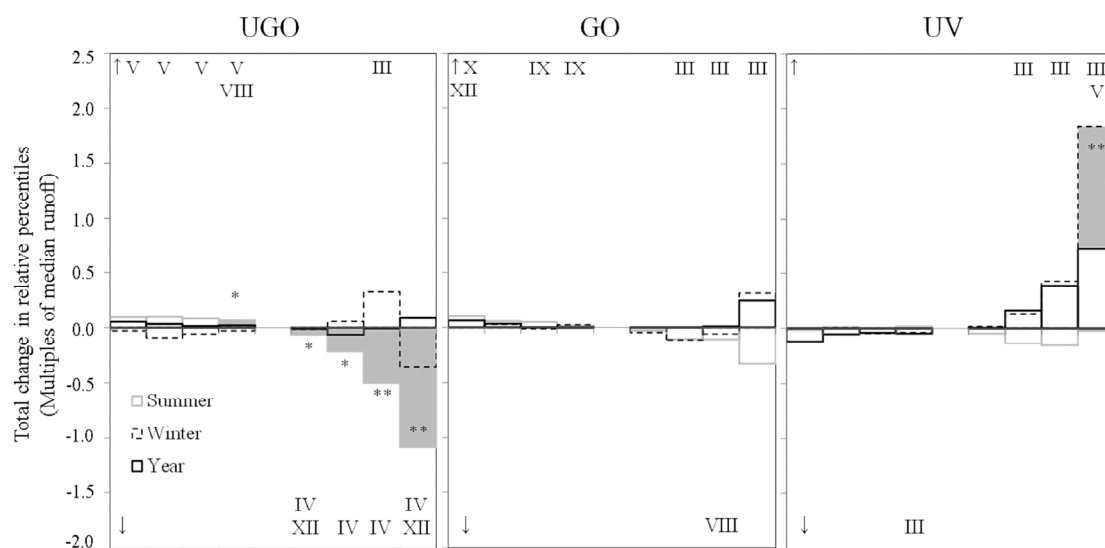
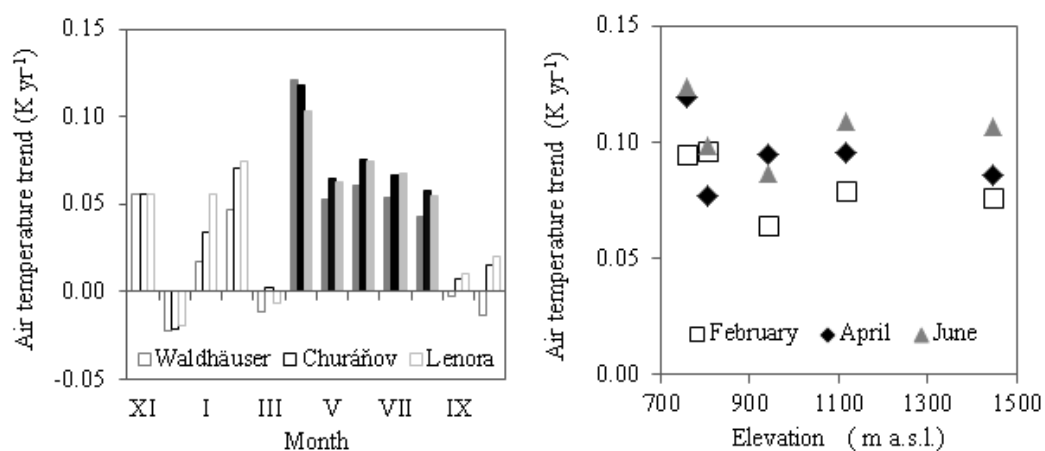
By including the stations Klingenbrunn Bhf. (759 m a.s.l.) and Großer Arber (1446 m a.s.l.) in the Bavarian Forest, the extended temperature database (1983–2011) covered the whole altitudinal range of the study area. Plotting temperature trends against altitude (Fig. 5, right) clearly showed that February and April trends (significant) as well as June trends (significant) were independent of altitude. Moreover, relative slope position did not influence temperature trends.

Land cover changes

Bark beetle outbreaks and tree die-off occurred in two major waves in UGO (Fig. 6). The first wave (1994–2000) seriously affected Norway spruce stands over 36% of the area. During the second wave (2005–2009), die-off in another 16% of the catchment area resulted in a loss of mature Norway spruce stands. A total 58% of the mature Norway spruce stands in the catchment was lost over the period 1989 to 2011.

Table 2. Precipitation trends (mm yr^{-1}) at Bohemian and Bavarian stations (1978–2011) and in UGO (1980–2011). Roman numerals indicate calendar months; italics: $p \leq 0.05$.

Station	Elevation m a.s.l.	Hydrol. year	XI-I	II-IV	Winter	V-VII	VIII-X	Summer
Zwieslerwaldhaus	699	-1.7	-3.2	1.7	-1.8	0.4	-0.4	0.3
Waldhäuser	940	-3.3	-5.9	0.0	-6.0	3.1	-1.2	2.0
Upper Große Ohe	999	0.7	-5.6	2.0	-4.9	2.4	-0.1	1.1
Churáňov	1118	0.2	-2.5	1.6	-1.6	1.4	-0.1	1.8
Kvilda	1052	4.8	-2.2	2.6	-1.1	2.8	0.9	<i>4.4</i>
Žel. Ruda, Špičák	947	6.6	-0.4	3.0	1.6	3.9	1.1	5.4
Borová Lada	892	2.4	-2.4	2.0	-1.4	2.6	-0.9	1.8
Žel. Ruda, Hojsova Str.	867	0.1	-2.5	0.8	-2.2	1.3	-0.1	2.7
Lenora	804	0.8	-2.6	0.7	-1.7	1.6	0.0	2.0
Decreasing trend (%)		25	100	13	88	0	75	0
Increasing trend (%)		75	0	88	13	100	25	100

**Fig. 4.** Total change in relative runoff percentiles (P10–P90) over the whole study period represented as multiples of the median of the respective season: bars indicate hydrological year and seasons, grey fills statistical significance. *: $p \leq 0.05$, **: $p \leq 0.01$. Roman numerals at the top (increasing) and bottom (decreasing) of the figure frame designate individual months with significant trends ($p \leq 0.05$) in the respective percentile.**Fig. 5.** Left: Trends in monthly mean air temperature (1978–2011) at Waldhäuser, Churáňov and Lenora station. Right: Trends in February, April and June mean air temperature by altitude (1983–2011) including Klingenbrunn Bhf. and Großer Arber weather station. Fills indicate significant trends ($p < 0.05$).

In UV, die-off in Norway spruce was first recorded in 2003 and was found on 21 % of the catchment area, 3.6% of which was salvage-logged. At this time, the extent of die-off in UV was clearly less than in UGO (39%). By the time continuous monitoring began in 2006, the disturbed area had reached 25% of the catchment area. Dead trees were left on 14%, and harvested on 11% of the catchment. The most severe bark beetle outbreak was recorded between 2008 and 2011, and followed severe windfall over large areas of the catchment caused by the storm Kyrill. By 2011 the disturbed area had reached 54% of the catchment. Apart from these forest cover changes, no other changes in land cover occurred in the UGO and GO.

In summary, the percentage disturbed area in UV and UGO was similar, yet differed in the occurrence and extent of salvage logging and in the progression and timing of disturbances.

Case study Upper Große Ohe catchment: runoff response to forest disturbance

From 1980 to 2011, precipitation in UGO was constant as examined by trend analysis and breakpoint analysis (Fig. 7, right). Yet, the runoff coefficient varied between 52% and 76% (Fig. 7, left). There was a significant breakpoint ($p < 0.03$) in the time series separating a first period (1980–1998) from a second period (1999–2011). Regression lines for both periods were horizontal. The mean values differed significantly ($p < 0.003$) between the before-breakpoint period ($59\% \pm 5\%$) and the after-breakpoint period ($65\% \pm 5\%$). After the breakpoint,

mean precipitation and runoff was 52 mm y^{-1} (3%, $p < 0.29$) and 123 mm y^{-1} (13%, $p < 0.06$) higher than before (Fig. 7, right). Therefore, the mean catchment balance, which approximated the mean evapotranspiration in the longer term, was 72 mm lower (11%, $p < 0.02$) than before. The breakpoint found coincided with about 30% of the cumulative area of Norway spruce stands recorded killed by bark beetle in the catchment area in 1999 (Fig. 6).

DISCUSSION

On an annual time scale, runoff yield decreased slightly in GO (-1.5 mm yr^{-1}) and UV (-1.0 mm yr^{-1}) due to a decrease in summer runoff. This does not conflict with slightly increased precipitation yields during summer at most stations (Table 2), since significantly increased air temperatures (Fig. 5) probably have increased evapotranspiration. In UGO, however, annual runoff increased by 2.3 mm yr^{-1} , probably due to the large-scale Norway spruce die-off caused by bark beetle. Those trees killed lost all needles within the first few months followed by their twigs within a few years. This reduced to a minimum their interception and transpiration surface, and hence evapotranspiration from the stand (Anderegg et al., 2012), while enhancing the precipitation yields on the ground. For UV, the picture of decreasing runoff is contradictory given the large-scale change in land cover caused by storms and bark beetle (Fig. 6). Indeed, runoff in UGO increased, but not significantly, even though disturbances of similar size occurred much earlier.

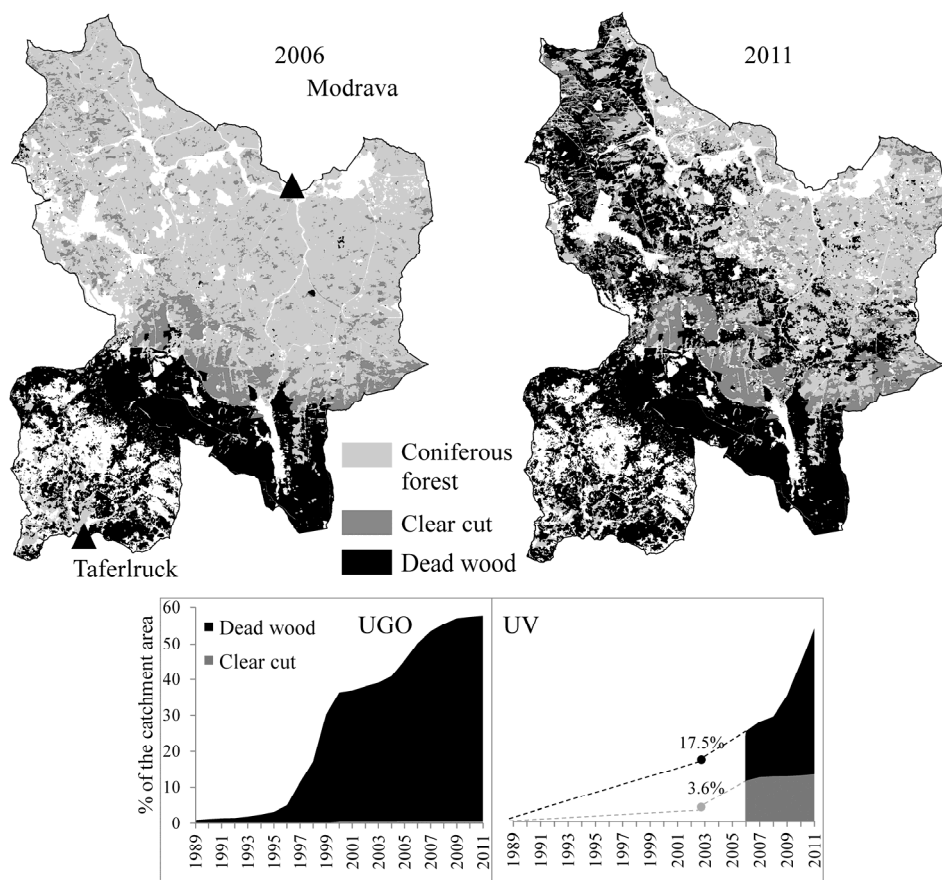


Fig. 6. Forest cover change due to bark beetle and wind disturbance in UGO (gauging station Taferlruck) and UV (gauging station Modrava). Top: Spatial distribution of disturbed Norway spruce stands in 2006 and 2011. Bottom: Cumulative curve of disturbed stands in % catchment area. Note that in UV records started in 2003.

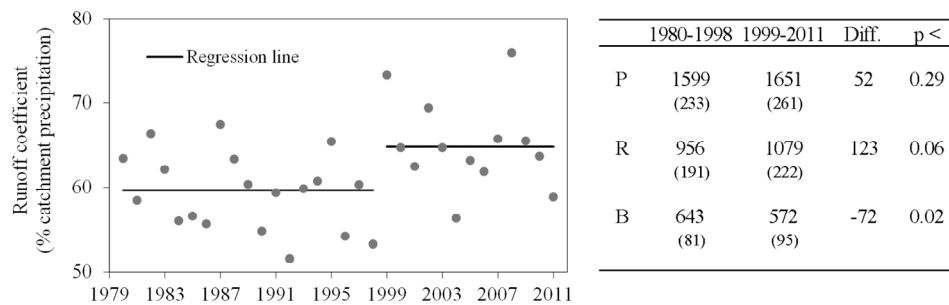


Fig. 7. Left: Annual runoff coefficient (% catchment precipitation) in UGO. A significant breakpoint in 1998/1999 was detected by SegReg (Oosterbaan, 1994) and confirmed by independent procedures. Right: Mean values ($\pm$ standard deviation) of precipitation P, runoff R and catchment balance B for the before and after breakpoint period and their differences (mm yr^{-1}).

Runoff response to forest disturbance

For UGO, a breakpoint analysis of the runoff coefficient demonstrated that the hydrological cycle had altered significantly by 1999 when the loss of tree cover reached 30% of catchment area (Fig. 6). After this breakpoint, the mean runoff coefficient increased by 6% of catchment precipitation ($p < 0.003$) and evapotranspiration was 72 mm yr^{-1} lower (11%, $p < 0.02$) than before (Fig. 7). Two small nested headwater catchments in UGO experienced a larger rise in runoff ratio (Beudert et al. 2007) once loss of tree cover exceeded 25% of the catchment area. This suggests the damping of disturbance signals on a larger scale (Blöschl et al., 2007). In a review, Adams et al. (2012) hypothesized a significant decrease in catchment evapotranspiration once absolute canopy cover loss from die-off exceeded 20%, and annual precipitation about 500 mm. The persistence of decreased evapotranspiration in UGO until now might be due to the bimodal die-off dynamics (Fig. 6). In stands killed during the first die-off wave, dense and fast-growing stand regeneration was increasingly able to compensate for diminished evapotranspiration losses due to mature tree mortality (Brown et al., 2014). Almost a decade later, this recovery was impacted by the second wave of die-off, which hampered a rapid comeback of catchment evapotranspiration to pre-disturbance level. Based on these findings and ignoring scale effects, disturbances may not have been rapid enough in UGO, and too late in UV to generate significant trends in runoff yields up to now.

High flow in late winter and early spring

Annual flow measures did not change in UGO, whereas, in UV, low to medium flows (P10 to P60) decreased significantly (Fig. 3). High flows (P80, P90) increased in March in all catchments ($p < 0.05$), and in April in UV only (Fig. 3). Relative high flows (P60–P90, Fig. 4) and runoff yields increased in all catchments in March. These hydrological changes were not caused by altered precipitation during winter, which decreased slightly (Table 2). In contrast, all flow measures decreased in May and June in all catchments (not significantly), while precipitation yields increased slightly (Table 2).

The more pronounced flow trends in UGO compared to small changes in GO direct the discussion to land cover changes which, compared to conditions of complete tree canopy, enhanced the energy and water yields on ground surface and understory. Norway spruce killed by bark beetle shed needles within one year after infestation and fine woody debris within a few years, causing decreases in leaf area and whole plant surface area. The loss of live trees caused changes in the interception and storage of snow in the tree canopy and its accumula-

tion on ground (Boon, 2007; Redding et al., 2008). Since winter precipitation yields decreased slightly, (I) water storage in snow cover must increase, (II) snow melt must be more rapid or (III) have shifted - or more than one of the above simultaneously - to cause increased high flows in late winter and early spring.

(I) Compared to stands with undiminished canopy cover, snow retention on, and losses from stand surfaces via sublimation and wind drift are reduced, so that snowfall to the ground is higher and the water equivalent of snow cover also greater (Boon, 2007; Musselmann et al., 2008; Pugh and Gordon, 2012). During the first years after complete die-off, maximum snow water storage on Norway spruce plots in UGO increased by about 100 mm throughout the elevation range (Beudert, 2014, personal communication). Because snow accumulation on the ground is inversely related to canopy density (Gary and Troendle, 1982), enhanced snow storage persists during the snagfall period until the growth rate of understory and young trees accelerates and closes canopy cover. Due to the spatial spread of dead Norway spruce stands over 15 years in UGO (Fig. 6), a mosaic of areas with different snow accumulation characteristics probably diminished the increasing effect of bark beetle infestations on mean catchment snow water equivalent. For GO, vegetation cover changes in UGO were too small (Table 1) to induce detectable hydrological responses. However, UV should be subject to increases in snow water storage due to accelerated vegetation cover changes since 2008 (Fig. 6). In addition, unmanaged disturbed stands accumulate much less snow than cleared stands (Boon, 2007; Redding et al., 2008), which comprise 11% of UV. This might partly explain the more pronounced high flow trends in March and April (Fig. 3).

(II) Compared to stands with undiminished canopy cover, transmission is largely increased in stands killed by bark beetle (Boon, 2009; Pugh and Small, 2012), thereby increasing the energy input for snow ablation. Ablation rates are reported to increase, whereas snow cover was one to two weeks longer due to greater snow accumulation (Molotch et al., 2009). Studies in British Columbia revealed only slightly higher ablation rates in dead stands compared to live stands (Boon, 2012), while snow storage equalled clear-cut areas, resulting in a lengthened snow cover period. Similarly, Pugh and Small (2012) found higher melting rates in fully defoliated stands compared to live stands in high elevation forests in Colorado and, depending on meteorological conditions, advanced snow depletion days as well. In each case study, presence, absence or the amount of needle, branch and bark litter covering the snow layer played an important role in melt dynamics by changing the surface albedo (Melloh et al., 2001; Winkler et al., 2010). The albedo effects last only a few years after infestation, for as long as needles and fine woody debris are shed from dead trees. This restricts marked hydrological consequences to a small number of post-

infestation years provided that extended tree die-off occurred within a narrow time frame of a few years. During the snagfall period, snow cover albedo approximates open site conditions as long as the succeeding ground vegetation regrowth is minimal. Since the high flow trends in our study sites point to earlier rather than delayed ablation, bark beetle-induced land cover changes are very probably not responsible for altered hydrological conditions in GO. In UV, 11% of clear-cut area could play a special role as it combines higher snow yields and higher ablation rates by incoming radiation compared to unmanaged dead stands, resulting in an earlier removal of a thicker snowpack. However, areas with delayed ablation should override areas with opposite characteristics in UV, for which restoration effects on snow pack dynamics in peat bogs remain unresolved.

(III) Early spring warming was most pronounced in April ($\sim +4$ K) throughout the study region (Fig. 5), pointing to altered melting dynamics of snow. Indeed, by 2011, snow cover period ended significantly earlier by at least 25 days than in 1978 (Fig. 8). The end of snow melt ranged from the beginning/middle of May to the beginning/middle of April depending on altitude. Consequently, water in snow pack was mobilized more than three weeks earlier, causing increases in runoff yields, while high flows remained constant (Fig. 3). In UGO, this resulted in significant negative trends in relative high flows in April (Fig. 4) since most snow had already melted by the end of March in most years.

In UV however, snow melt and runoff response continued until April, probably because the mean altitude (1134 m a.s.l.) was higher than GO and UGO. Despite equal warming trends (Fig. 5), lower air temperatures and more frequent negative night-time temperatures retard snow melt. Nevertheless, decreased high flows and increased relative high flows in May arising from reduced runoff yields prove that most of snow water in UV was lost by the end of April.

Assuming that the beginning of the snow cover period, the maximum snow water equivalents and the onset of springtime snowmelt did not change significantly, this shift in final snow melt alone implies a more intensified activation of water (Mollini et al., 2011). However, it can be assumed that temperature increases in February of 0.5 to 0.7 K yr^{-1} (Fig. 5), albeit not significant, exerted an initial overall mobilizing effect on snowpack, resulting in increasing absolute and relative high flows in March (and April in UV).

Earlier snow melt and increased late winter/early spring runoff have been reported for streams dominated or markedly influenced by snow across the northern hemisphere, i.e. in western United States (Maurer et al., 2007; McCabe and Clark, 2005; Stewart et al., 2005), Scandinavia (Hisdal et al., 2010) and Central Europe (Fiala et al 2010; Renner and Bernhofer,

2011; Stahl et al., 2010). At present, of the hemispheric climate change effects in the most accepted scenarios (IPCC 2013), late winter and early spring warming is hydrologically much more important than increasing precipitation. Direct and indirect effects of land cover change by bark beetle, storm and restoration on snowpack dynamics seem to be in balance and have a minor impact on flooding during winter.

Low flow in summertime

Negative trends have been reported for low flows in summer and autumn in some parts of the northern hemisphere (Birsan et al., 2005; Chang et al., 2012; Stahl et al., 2010). Yet opposite trends are evident as well in Great Britain (Dixon et al., 2006) and Northern Scandinavia (Wilson et al., 2010), for example, where precipitation in summer has increased.

In the study catchments (Fig. 4), there was no significant decrease in relative low flows in any of the summer months. Small absolute decreases in low flows in May were caused by earlier snow melt and do not reflect drier weather conditions. This is in line with slightly increased precipitation yields in summer at all stations (Table 2). However, air temperatures increased markedly, and mostly significantly, in all months from May to August (Fig. 5), enhancing potential evapotranspiration. Nevertheless, relative low flows increased significantly in September and October (GO) and in August (UGO). This may be related to the tree cover loss since evapotranspiration is the most important biophysical process affected negatively by tree die-off (Anderegg et al., 2012). As winter precipitation yields did not decrease, groundwater control on low flows in summer did not change. The widespread die-off of mature Norway spruce stands, however, markedly reduced the transpiration demand and diminished the overall water loss from above-ground surfaces. Consequently, during summer, increased seepage water fluxes and groundwater recharge enabled unaltered, or even higher low flows (Bearup et al., 2014).

CONCLUSIONS

In forested landscapes, climate change can exert various direct (esp. precipitation, temperature) and indirect effects (favouring pests, impairing trees), virtually all of which have an impact on the hydrological cycle. In the Bohemian Forest, and in both national parks especially, extended forest cover changes by storm and bark beetle outbreaks over the last 25 years should have altered runoff generation processes and yields by diminishing evapotranspiration and changing snow cover dynamics, thereby confounding direct climate change effects.

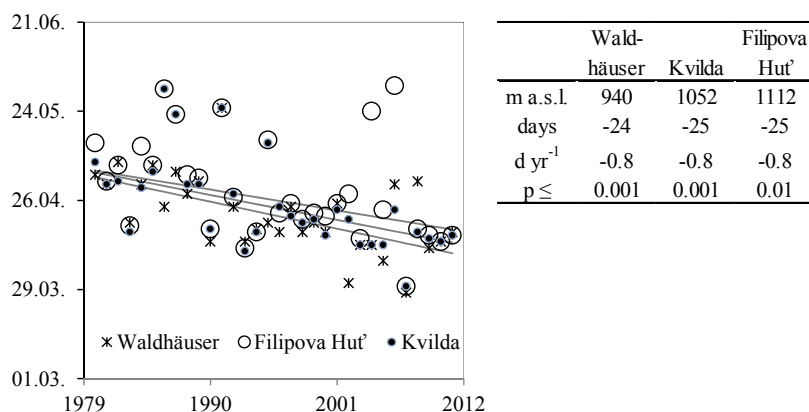


Fig. 8. Trend in the last day of the snow cover at Waldhäuser, Filipova Hut' and Kvilda weather station.

The hydrological analysis of the three catchments in the Bohemian Forest revealed small changes in precipitation and small changes in annual runoff yields in UV (−3%), GO (−8%) and UGO (+8%). In UGO, mean catchment balance decreased significantly by 72 mm yr^{−1} (11%) when the loss of tree cover reached 30% of catchment area. In addition, low flow measures significantly increased in August (UGO) and September (GO), while runoff yields did not change. This underpins the importance of diminished evapotranspiration from severely disturbed stands, which enable increased groundwater recharge during summer. The public and private drinking water supply, an important ecosystem service, currently benefits from large-scale disturbances, especially in autumn, as long as stand regeneration is likely to consume less water than a mature stand. However, how long hydrological disturbance effects will persist still needs to be clarified (Adams et al., 2012) and should be the subject of future regional investigations.

In contrast, the overall warming in February (+1.8°C) and April (+4°C) accelerated snow melt and significantly increased runoff and high flows in March in all catchments irrespective of size, land cover or land cover changes. Moreover, other changes in high flows could not be found even in the severely affected catchments UV and UGO.

Thus, given the results of this study and scientific information from comparable landscapes, an assignment of intensified high flows to forest disturbance or to neglecting salvage logging measures was not found. Nevertheless, further research on increasing winter precipitation, which IPCC (2013) predicts, is required, as it may accelerate the ongoing temperature-driven increases in winter high flows and aggravate the flooding risks at larger scales in lowlands.

Acknowledgements. We thank the Bavarian Forest and Sumava National Park authorities as well as the German Weather Service (DWD), Bavarian State Institute of Forestry (LWF) and the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) for providing meteorological data. We are thankful to the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) and the Bavarian Environment Institute (LFU) for the provision of runoff records. The research was supported by the Czech Science Foundation project P209/12/0997.

REFERENCES

- Adams, H.D., Guardiola-Claramonte, M., Barron-Gafford, G.A., Villegas, J.C., Breshears, D.D., Zou, C.B., et al., 2009. Temperature sensitivity of drought-induced tree mortality portends increased regional die-off under global-change-type drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 7063–7066.
- Adams, H.D., Luce, C.H., Breshears, D.D., Allen, C.D., Weiler, M., Hale, V.C., et al., 2012. Ecohydrological consequences of drought-and infestation-triggered tree die-off: insights and hypotheses. *Ecohydrology*, 5, 145–159.
- Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., et al., 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259, 660–684.
- Anderegg, W.R.L., Kane, J.M., Anderegg, L.D.L., 2012. Consequences of widespread tree mortality triggered by drought and temperature stress. *Nature Climate Change*, 3, 30–36.
- Archer, D.R., Newson, M., 2002. The use of indices of flow variability in assessing the hydrological and instream habitat impacts of upland afforestation and drainage. *Journal of Hydrology*, 268, 244–258.
- Bässler, C., 2008. Climate change - trend of air temperature in the Innerer Bayerischer Wald (Bohemian Forest). *Silva Gabreta*, 14, 1–18.
- Bässler, C., Müller, J., Hothorn, T., Kneib, T., Badeck, F., Dziok, F., 2010. Estimation of the extinction risk for high-montane species as a consequence of global warming and assessment of their suitability as cross-taxon indicators. *Ecological Indicators*, 10, 341–352.
- Bearup, L.A., Maxwell, R.M., Clow, D.W., McCray, J.E., 2014. Hydrological effects of forest transpiration loss in bark beetle-impacted watersheds. *Nature Climate Change*, 4, 481–486.
- Beudert, B., Breit, W., 2004. Zwölf Jahre Integrated-Monitoring-Programm an der Meßstelle Forellenbach im Nationalpark Bayerischer Wald. [Twelve years of the integrated-Monitoring-Program at the Forellenbach monitoring station in Bavarian Forest National Park]. *Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Grafenau*. (In German.)
- Beudert, B., Klöcking, B., Schwarze, R., 2007. Große Ohe. Impact of bark beetle infestation on the water and matter budget of a forested catchment. In: Puhlmann, H., Schwarze, R. (Eds): *Forest hydrology – results of research in Germany and Russia*. Deutsches Nationalkomitee für das International Hydrological Programme (IHP) der UNESCO und das Hydrology and Water Resources Programme (HWRP) der WMO. IHP/HWRP-Berichte Heft 6, Koblenz.
- Birsan, M.V., Molnar, P., Burlando, P., Pfändler, M., 2005. Streamflow trends in Switzerland. *Journal of Hydrology*, 314, 312–329.
- Blöschl, G., Ardoin-Bardin, S., Bonell, M., Dörninger, M., Szolgay, J., 2007. At what scales do climate variability and land cover change impact on flooding and low flows? *Hydrological Processes*, 21, 1241–1247.
- Boon, S., 2007. Snow accumulation and ablation in a beetle-killed pine stand in Northern Interior British Columbia. *BC Journal of Ecosystems and Management*, 8, 1–13.
- Boon, S., 2009. Snow ablation energy balance in a dead forest stand. *Hydrol. Process.*, 23, 2600–2610.
- Boon, S., 2012. Snow accumulation following forest disturbance. *Ecohydrology*, 5, 279–285.
- Brown, M.G., Black, T.A., Nesic, Z., Foord, V.N., Spittlehouse, D.L., Fredeen, A.L., Meyer, G., 2014. Evapotranspiration and canopy characteristics of two lodgepole pine stands following mountain pine beetle attack. *Hydrol. Process.*, 28, 3326–3340.
- Buchtele, J., Buchtelová, M., Tesař, M., 2006. Role of vegetation in the variability of water regimes in the Šumava Mts forest. *Biologia*, 61, Suppl. 19, S246–S250.
- Chang, H., Jung, I.W., Steele, M., Gannett, M., 2012. Spatial patterns of March and September streamflow trends in Pacific Northwest streams, 1958–2008. *Geographical Analysis*, 44, 177–201.
- Dixon, H., Lawler, D.M., Shamseldin, A.Y., 2006. Streamflow trends in western Britain. *Geophysical Research Letters*, 33, L19406.
- Fiala, T., Ouarda, T.B., Hladný, J., 2010. Evolution of low flows in the Czech Republic. *Journal of Hydrology*, 393, 206–218.
- Gary, H.L., Troendle, C.A., 1982. Snow accumulation and melt under various stand densities in Lodgepole pine in Wyoming and Colorado. *USDA Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins*.

- Gilbert, R.O., 1987. Statistical methods for environmental pollution monitoring. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Hais, M., Jonášová, C., Langhammer, J., Kučera, T., 2009. Comparison of two types of forest disturbance using multitemporal Landsat TM/ETM+ imagery and field vegetation data. *Remote Sensing of Environment*, 113, 835–845.
- Hidalgo, H.G., Das, T., Dettinger, M.D., Cayan, D.R., Pierce, D.W., Barnett, T.P. et al., 2009. Detection and attribution of streamflow timing changes to climate change in the Western United States. *Journal of Climate*, 22, 3838–3855.
- Hirsch, R.M., Slack, J.R., Smith, R.A., 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*, 18, 107–121.
- Hisdal, H., Holmqvist, E., Jonsdottir, J.F., Jonsson, P., Kuusisto, E., Lindstrom, G., Roald, L.A., 2010. Has streamflow changed in the Nordic countries? NVE Report No. 1, Oslo.
- IPCC 2013. Climate Change 2013. The Physical Science Basis. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (Eds.): Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Kliment, Z., Matouskova, M., 2008. Long-term trends of rainfall and runoff regime in Upper Otava river basin. *Soil Water Res.*, 3, 155–167.
- Klöcking, B., Schwarze, R., Beudert, B., Suckow, F., Lasch, P., Badeck, F., Pfützner, B., 2005. Auswirkungen des Borkenkäferbefalls auf den Wasser- und Stoffhaushalt zweier Gewässereinzugsgebiete im Nationalpark Bayerischer Wald. Schriftenreihe Wasserhaushalt und Stoffbilanzen im naturnahen Einzugsgebiet Große Ohe. [Influence of the barkbeetle outbreak on the water and mass balance in two catchments in Bavarian Forest National Park]. Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Grafenau. (In German.)
- Määttä, A., Salmi, T., Anttila, P., Ruoho-Airola, T., 2002. MAKESENS 1.0. EXCEL template for the calculation of trend statistics of annual time series. Finnish Meteorological Institute, Helsinki.
- Marvel, K., Bonfils, C., 2013. Identifying external influences on global precipitation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 19301–19306.
- Maurer, E.P., Stewart, T., Bonfils, C., Duffy, P.B., Cayan, D., 2007. Detection, attribution, and sensitivity of trends toward earlier streamflow in the Sierra Nevada. *Journal of Geophysical Research*, 112, D11118.
- McCabe, G.J., Clark, M.P., 2005. Trends and variability in snowmelt runoff in the western United States. *Journal of Hydrometeorology*, 6, 476–482.
- Melloh, R., Hardy, J., Davis, R., Robinson, P., 2001. Spectral albedo/reflectance of littered forest snow during the melt season. *Hydrological Processes*, 15, 3409–3422.
- Mollini, A., Katul, G.G., Porporato, A., 2011. Maximum discharge from snowmelt in a changing climate. *Geophysical Research Letters*, 38, L05402.
- Molotch, N.P., Brooks, P.D., Burns, S.P., Litvak, M., Monson, R.K., McConnell, J.R., Musselman, K., 2009. Ecohydrological controls on snowmelt partitioning in mixed-conifer subalpine forests. *Ecohydrology*, 2, 129–142.
- Musselman, K., Molotch, N.P., Brooks, P.D., 2008. Quantifying the effects of forest vegetation on snow accumulation, ablation and potential meltwater inputs, Valles Caldera National Preserve, NM, USA. *Hydrological Processes*, 22, 2767–2776.
- Oosterbaan, R.J., 1994. Agricultural drainage criteria. In: Ritzema, H.P. (Ed.): *Drainage Principles and Applications*. ILRI Publ. 16, Wageningen, The Netherlands, pp. 635–688.
- Polson, D., Hegerl, G.C., Allan, R.P., Sarojini, B.B., 2013. Have greenhouse gases intensified the contrast between wet and dry regions? *Geophysical Research Letters*, 40, 4783–4787.
- Project team ECA&D, 2013. European Climate Assessment & Dataset (ECA&D), Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD). Royal Netherlands Meteorological Institute KNMI, www.ecad.eu/documents/atbd.pdf
- Pugh, E., Gordon, E., 2012. A conceptual model of water yield effects from beetle-induced tree death in snow-dominated lodgepole pine forests. *Hydrol. Process.*, 27, 14, 2048–2060.
- Pugh, E., Small, E., 2012. The impact of pine beetle infestation on snow accumulation and melt in the headwaters of the Colorado River. *Ecohydrology*, 5, 467–477.
- Raffa, K.F., Aukema, B.H., Bentz, B.J., Carroll, A.L., Hicke, J.A., Turner, M.G., Romme, W.H., 2008. Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: The dynamics of bark beetle eruptions. *Bioscience*, 58, 501–517.
- Redding, T., Winkler, R., Teti, P., Spittlehouse, D., Boon, S., Chatwin, S., 2008. Mountain pine beetle and watershed hydrology. In *Mountain Pine Beetle. From Lessons Learned to Community-based Solutions Conference Proceedings*, June 10–11, 2008. BC Journal of Ecosystems and Management, 9, 33–50.
- Renner, M., Bernhofer, C., 2011. Long term variability of the annual hydrological regime and sensitivity to temperature phase shifts in Saxony/Germany. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 1819–1833.
- Seidl, R., Schelhaas, M.J., Lexer, M.J., 2011. Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. *Global Change Biology*, 17, 2842–2852.
- Snedecor, G.W., Cochran, W.G., 1980. *Statistical Methods*. 7th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp. 401–403.
- Stahl, K., Hisdal, H., Hannaford, J., Tallaksen, L.M., van Lanen, H.A.J., Jodar, J., 2010. Streamflow trends in Europe. Evidence from a dataset of near-natural catchments. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 7, 5769–5804.
- Stepánek, R., 2008. AnClim – software for time series analysis. Dept. of Geography, Faculty of Sciences, Masaryk University Brno, <http://www.climahom.eu>.
- Stewart, I.T., Cayan, D.R., Dettinger, M.D., 2005. Changes toward earlier streamflow timing across western North America. *Journal of Climate*, 18, 1136–1155.
- Wessa, P., 2014. Paired and Unpaired Two Samples Tests about the Mean (v1.0.5) in Free Statistics Software (v1.1.23-r7), Office for Research Development and Education, URL http://www.wessa.net/rwasp_twosampletests_mean.wasp/
- Wilson, D., Hisdal, H., Lawrence, D., 2010. Has streamflow changed in the Nordic countries? – Recent trends and comparisons to hydrological projections. *Journal of Hydrology*, 394, 334–346.
- Winkler, R., Boon, S., Zimonick, B., Baleshta, K., 2010. Assessing the effects of post-pine beetle forest litter on snow albedo. *Hydrological Processes*, 24, 803–812.

Received 8 December 2014

Accepted 18 June 2015

Za usychání lesa v NP Šumava, tj. za rozšíření bezzásahové zóny posbíralo Hnutí Duha 60 000 podpisů

Veřejné slyšení k Petici „Za dobrý zákon o Národním parku Šumava“ proběhlo v Senátu Parlamentu ČR dne 26.7. 2016. Petice mimo jiné požaduje rozšíření současné rozlohy území národního parku ponechaného přírodě z 30% na alespoň 50% do roku 2030 (optimálně ihned). Cílem je „zajištění nerušeného průběhu přírodních dějů v jejich přirozené dynamiky na převažující ploše území parku“.

Národní park Šumava má tři hlavní typy ekosystémů: rašeliniště, louky a lesy. Rašeliniště byla v minulosti odvodněna, a proto se budují přehrádky v odvodňovacích stokách, aby stoupla hladina vody a obnovila se tvorba rašeliny. Louky a pastviny jsou tzv. kulturním bezlesím, podmínkou jejich zachování je pastva a kosení, jinak postupně zarostou lesem. Vybrané lesní porosty byly prohlášeny za pralesní s tím, že se v nich nerozmnoží kůrovec a byly ponechány bez zásahu. Kůrovec se v nich množil, smrkové porosty usychaly a tak se postupně přešlo ke strategii tvorby divočiny s tím, že masový úhyn dospělého lesa je periodickým jevem, který na Šumavě probíhal. Podívejme se, jak vypadají dnes bezzásahová území lesů ponechaná nerušeným přírodním dějům. V NP Šumava dosud uschlo na 13 000ha vzrostlého smrkového lesa, protože se nezasahuje proti kůrovci. Podle údajů Výzkumného ústavu pro hospodářskou úpravu lesa uschlo v období 1992 – 2012 v NP Šumava 3,6 miliónu vzrostlých smrků, některé byly staleté. Kůrovec se zde namnožil a šíří se do sousedních hospodářských lesů. V 1,5km širokém pásmu kolem NP Šumava stoupily škody působené kůrovcem o 15 – 30%.

Podle členů Vědecké platformy NP Šumava „nemá bezzásahový režim zásadní vliv na hydrologii šumavských povodí a je prý tradovaným mýtem, že odumření dospělého lesa vede ke vzniku povodní nebo naopak k vyschnutí povodí a k úbytku vody v tocích“. Přízemní vegetace prý „rychle nahradí transpiraci dospělého lesa, dočasná změna vegetace nemá prakticky žádný vliv na hydrologii území“. Tato tvrzení nejsou pravdivá, jsou v rozporu s dlouhodobým poznáním, zkušeností, s vědeckými poznatky i s publikovanými výsledky měření z NP Šumava:

a) teploty v živém lesním porostu jsou za slunného dne ve vegetační sezóně o 10 – 15 °C nižší nežli v uschlém lese. V živém lese jsou velmi nízké denní amplitudy teplot a je tam vyšší vlhkost vzduchu ve srovnání s uschlým lesem.

b) povrchové teploty uschlého lesa snímané termovizní kamerou z letadla jsou o více než 10 °C vyšší nežli teplota živého lesa. Teplý vzduch stoupající ze suchých porostů nebezpečně letadlem cloumal, nad živým lesem byl let klidný.

c) povrchové teploty travních porostů uschlého lesa na Třístoličnicku dosahují za jasného dne 40 °C a uschlé kmeny mají povrchovou teplotu až 50 °C. Několik set metrů vzdálený osluněný živý les v Bavorsku, kde se proti kůrovci zasahuje, má teploty při zemi 22 °C a v korunách 24 °C. (měřeno v srpnu 2011 a 2015).

d) některé standardní meteorologické stanice na Šumavě (na české i bavorské straně) vykazují zvýšení průměrných měsíčních teplot vzduchu v únoru, dubnu a červnu o 3,5 °C za období posledních 30 let. Možná se projevuje úbytek stálezelených smrkových porostů, které vyrovnávají teploty zejména na jaře, než se jiné stromy olistí a obnoví travní porosty? Živý les je chladný a má teplotu nižší při zemi nežli v korunách, vlhký vzduch se drží v „klimatizovaném“ porostu, který má výšku kolem 30 metrů. Naopak, z ohřátého povrchu suchých porostů stoupá rychle vzhůru teplý vzduch, který sebou odnáší vodní páru, krajina tak vysychá. Není tedy správné tvrdit, že uschlé porosty nemohou být příčinou úbytku vody v pramenech Vltavy, protože vypařují méně vody nežli stromy živé. Lidé potom kácí stromy, aby „jim nekradly vodu“ a krajina se přehřívá, ztrácí vodu a vysychá.

Kvantifikace těchto dějů byla vědecky popsána před sedmdesáti roky, měla by být součástí naší vzdělanosti, nikoli výsadou vědců: na 1km² přichází ve vegetační sezóně za jasné oblohy 1000MW sluneční energie. Suchý les má vyšší teplotu, protože se nestačí chladit výparem vody. Na výpar vody se spotřebovává v suchém lese například o 250MW/km² méně, tato energie se uvolňuje jako

zjevné teplo a ohřívá porost i vzduch. Ze 130km² dosud uschlého lesa v NP Šumava se tedy za slunného dne uvolňuje teplo 32 000MW. Výkon jaderné elektrárny Temelín je 2000MW, instalovaný výkon všech elektráren v ČR je 10000MW. Z 1km² uschlého lesa se sice vypařuje méně vody než ze vzrostlého lesa, ale vodní pára z ohřátého suchého lesa je vynášena vzhůru, mizí z povodí, nevrací se v noci zpět. Vypařuje-li se například 0,1m³ za sekundu z 1km², ze 130km² se vypařuje 13m³ za sekundu a mizí z povodí, takový průtok má řeka Otava v Sušici. Uvědomujeme si, kolik vody ztratíme, když necháme uschnout další tisíce hektarů živého lesa? Víte, že z odumřelého kořenového systému uschlých porostů odtéká podpovrchová voda ještě i poté co pozorujeme obnovu nového porostu?

Vážení petenti, nikdo neví, jak se bude vyvíjet a jak bude za 100 let vypadat divočina ponechaná přírodním dějům, o kterou svým podpisem žádáte. Jisté ovšem je, že les ponechaný přírodním dějům bez zásahu člověka rychle uschne, protože podlehe kůrovci. Důkazem toho jsou milióny uschlých dospělých smrků na Šumavě. Svým podpisem žádáte, aby uschly další milióny stromů, což je hydrologický hazard. Měli bychom se snažit napodobit les v kulturní krajině a ne ho záměrně ničit na horách. Všechny předchozí civilizace vyschly, první velká vznikla v Mezopotámii před 6 tisíci roky, tedy i v dnešní Sýrii, její vyschlou krajinu můžeme vidět denně v TV. My vysycháme ještě rychleji, jen za posledních 60 let zmizely ze zemědělské krajiny potoky a mokré louky, odvodnili jsme systematickou drenáží 14 000km² polí. Svým podpisem vyzýváte, aby byl zničen účinný chladič na horách.

Do ČR nepřitéká žádná řeka, jsme odkázáni na dešťové srážky a ty jsou nejvyšší v horských lesích. Živý strom je nejdokonalejším klimatizačním zařízením, sluneční energii váže do vodní páry a tato energie se uvolní na chladných místech při kondenzaci vody, vyrovnávají se tak teploty. Dospělý smrk chladí výkonem cca 10kW, má na 10 miliónů jehlic, které položeny za sebou by měřily na 100 km, na jejich okrajích se sráží vodní pára, jehlice navíc uvolňují do vzduchu organické látky, které urychlují kondenzaci vodní páry. Tyto terpenoidy na nás působí antidepresivně. Taková antidepresiva jsou mi potřeba po Veřejném slyšení v Senátu z 26.7. 2016 i při pomyšlení, jak by u nás dopadala veřejná hlasování při praktikování přímé demokracie.

Pozn. red.:

Uváděné závěry, poznatky a doporučení mezinárodní odborné skupiny WeForest, jejímž členem je doc. RNDr. Jan Pokorný, PhD., zpracované pro Světovou konferenci o klimatu v Paříži v prosinci 2015 jsou v rozporu s tím, co píše J. Hruška a kolektiv a co hlásají protagonisté bezzásahovosti na Šumavě a ostatních národních parcích !

Jan Pokorný (doc. RNDr. CSc.), pracoval v Botanickém ústav AVČR, od roku 1998 ředitel ENKI, o.p.s., přednáší od 1992 na Přírodovědecké fakultě UK Praha ekofyziologii rostlin, Water Quality Management pro University of Applied Sciences Turku/Finsko 2007 – 2013, Wetlands and Climate pro UNESCO IHE Delft atd. Zvolený člen Scientific Technical Review Panel Ramsarské dohody za Střední Evropu v letech 1999 – 2002, člen Scientific Review Panel of Natural Sequence Farming Australia, člen výzkumné rady Technologické agentury ČR, přeložil se spolupracovníky knihu Web of Life (Fritjof Capra, Non-equilibrium thermodynamic). Člen komise „Sucho“ jmenované ministrem R. Brabcem. Zabývá se aktivní úlohou rostlin v přeměně sluneční energie a klimatu. Na 120 původních recenzovaných vědeckých publikací.

Adresa: ENKI, o.p.s. , Dukelská 145, 379 01 Třeboň, 602465099, pokorny@enki.cz

K základním argumentům o nakládání s lesy NP Šumava (věda a ideologie v nakládání s původně zkulturněnou krajinou)

V. Krečmer – F. Šach – V. Švihla

Již přes dvě desítky let trvá a od roku 2003 se vyhrocuje kauza Národní park Šumava (NPŠ) jako setrvalé neřešitelný rozpor v samé podstatě problému, jímž je *nakládání s lesy národního parku v kulturní krajině při jejich transformaci v ekosystémy přírodě bližší*. Neřešitelným není tolik proto, že se tu setkává řada složitých problémů a standardních vědeckých argumentů především některých oborů přírodních věd biologických a nebiologických, především též věd environmentálních a lesnických. Jedná se přece o významný projekt – nakládání s převážně dávno zkulturněnou krajinou – nesporně velmi složitým souborem – ve velkém měřítku, a to v národním parku, jenž bude nadále hraničit s kulturní a obytnou krajinou. Proto jsou tu podle našeho názoru k uvážení hlediska nejen věd biologických či úžeji ekologie přírodních organismů, ale také věcná hlediska věd environmentálních, lesnických a též ekonomie a sociologie. V konečném stadiu přichází v takovém projektu ke slovu sféra politiky. Politikové jsou ve svém oboru školeni ve sjednávání kompromisů, řekněme ústupků v projednávané záležitosti, vyvážených co možná nějakým jiným kladem pro ni. V kauze NPŠ se však léta ukazuje kompromis jak na vědecké, tak politické základně jako těžko dosažitelný.

Argumenty a názory kolem destrukcí stromového patra stávajících lesních ekosystémů

Přes závažné studie k faktům možných důsledků nadměrného, cíleně podporovaného přemnožení kůrovcovitých pro drastický ústup kulturních smrkových ekosystémů a nástup „divočiny“ v NPŠ došlo k prosazování setrvalého účelového politického tlaku zařadit NPŠ do II. stupně kategorií národních parků, jak je zformulovala IUCN. NPŠ však této kategorii věcně naprosto jasně vůbec neodpovídá – okolo 14% přírodních a přírodě blízkých lesních ekosystémů v něm není přece „převahou“ z definice IUCN. Je na místě vážná otázka, proč takový tlak byl vytvořen, trvá a mocí se protlačuje po léta také do práva a legislativy. Zájmová skupina prosazující vznik divočiny bez definice jejího charakteru v co nejkratším čase na co největší ploše vysvětluje své postupy tak, že „*věda se dělá jen uvnitř biologického paradigmatu*“ či ideové slupky. Tu „*nelze zvážít vědeckými metodami*“ a jen v ní pracují dílčí vědní obory biologických věd. Tak se o ní vyjádřili přední zastánci vzniku nedefinované „divočiny“ v NPŠ. Projevilo se to např. i v jednáních Expertní pracovní skupiny hejtmanů (viz např. Lesnická práce 9/2010 a 10/2010). Do jednání o managementu krajiny se dostávají postuláty z oblasti mimovědecké (Krečmer 2007). Jsou to paradigmaty různé provenience.

Další trvale nevysvětlenou otázkou je fakt, že dramatické velkoplošné a dlouhodobé mizení stromového patra lesů v NPŠ odporuje nesporně základní právní normě NPŠ – vládnímu nařízení 163/1991 Sb. Ani o tom neexistují věcná vysvětlení zájmové skupiny divočinou zaujatých (Krečmer 2009). Jeden ze zakladatelů NPŠ, F. Urban, se k jejich úsilí a práci na pojetí národního parku a k právnímu stavu souborně vyjádřil na zasedání Učené společnosti v Č. Budějovicích 17. října 2006 v jednom z úvodních referátů k diskusi. Stanovisko představitelů budování divočiny v NPŠ bylo v podstatě protikladné. K věcným argumentům standardními vědeckými poznatky se však prostě nediskutuje, jak to shrnul jako odborník i politik Č. Hofhanzl (Šumava se všemi otazníky, 2011; 181 stran; Národní

park Šumava – spor o koncepci či obraz kulturního úpadku, 2014; 107 stran). Stejný poznatek mají autoři. Letitá nemožnost jej věcně projednávat nám připomíná jednak známý problém intelektuální „menší pravdy“, co musí ustoupit „pravdě veliké“, jednak též charakter politiky, jemuž se v diplomacii říká „fait accompli“: utajit cíle, dokud není dosaženo stavu, s nímž už nelze nic udělat.. Pokládáme za nezbytné zamyslet se vážně a společně nad důvody mnohaletého setrvávání takové situace také v důsledku scházející věcné diskuse. Korektní politiku doložil předseda parlamentního výboru pro životní prostředí, poslanec PhDr. R. Böhnisch: v rozhlasovém rozhovoru 16. 9. 2014 uvedl, jak se hluší a neslyšící z obou stran pochopitelně nemohou dohodnout (Parlamentní listy 17. 9. 2014).

K tomu, že se věcná diskuse léta nedaří, můžeme uvést k vážné úvaze např. schůzky stran ve sporu o nákladání s lesy NPŠ. Během desítek let trvání NPŠ a sporů mezi odborníky se podařilo sjednat a uskutečnit při velkém úsilí jenom dvě – roku 1998 ji organizoval Národní lesnický komitét (NLK, předseda Ing. V. Krečmer, CSc.) s představiteli STUŽ (předseda prom. biolog P. Šremer, CSc.), roku 2012 Odbor lesního hospodářství ČAZV (OLH, předseda prof. Ing. V. Podrázský, CSc.) s představiteli Komise životního prostředí AV ČR (KŽP, předseda MUDr. R. Šrám, DrSc.). Nevedly k žádnému jinému výsledku, než k tomu, že není zájem ani na diskusi o věcném řešení kauzy.

Pokusíme se upozornit na základní argumenty stanovisek obou stran, tedy jak na základní argumenty zájmové skupiny přírodovědné, přesněji skupiny opírající se o vědy biologické a jejich potřebu sledovat vznikání divočiny s jediným hlediskem na přírodu samu, tak skupiny se standardními vědeckými poznatky také věd přírodních nebiologických, věd lesnických a věd environmentálních. Jejich standardní vědecké poznatky nabádají zvažovat hlediska další, také rizika zvoleného postupu. Stromové patro starších lesů mají totiž závěry nesčetných vědeckých projektů od hloubi XIX. století na 4 kontinentech za specifický aktivní povrch a zásadní environmentální faktor pro krajinu a její prostředí . Při jeho velkoplošné destrukci mohou tím podle přírodních zákonů vznikající přírodní procesy působit i mimo hranice národního parku, neboť nemá neprodyšnou a neprostupnou izolaci. Dřív se jim říkalo „přírodní živly“ a vědy našly v lesních ekosystémech krajiny kulturní a obytné *významný činitel minimalizace jejich škodlivých dopadů na lidskou společnost*. I proto zákonodárci od hloubi XIX. století stanovují zákonnou zvláštnost majetku „nemovitosti les“ oproti jiným druhům nemovitostí. Český zákon od roku 1996 stanovil les *nenahraditelnou složkou životního prostředí* (§ 1 zákona 289/1995 Sb.). Bylo by snad možné předpokládat, že v lesích může právo určovat podle jejich správního zařazení, které přírodní zákony platí či neplatí v lesích spravovaných MZe ČR či MŽP ČR? Toť jedna ze základních otázek věcné diskuse

Máme za nanejvýš potřebné uvážit, jak vedle přírodních zákonů, jimiž se zabývají vědy biologické, platí i na ploše národního parku neméně přírodní zákony z oborů dalších věd (meteorologie, bioklimatologie, hydrologie, pedologie a dalších věd environmentálních a lesnických). Přírodní procesy, vyvolávané náhlými, velkoplošnými a dlouholetými změnami stavu v lesích kteréhokoliv správce, nejen ovlivňují biologické přírodní procesy, nýbrž jsou také základními činiteli životního prostředí velkých území; mohou spoluutvářet životní prostředí obyvatelstva. Stromové patro starších porostů velmi výrazně utváří základní bilance radiační, tepelné a vodní, režim proudění vzduchu a další procesy a prvky klimatogenetické, procesy půdní a vodní režim. To vše v takové míře, že lesní pokrývka krajiny významně ovlivňuje krajinné prostředí v mikro- a mesoměřítkách, tedy nejen na ploše a v bezprostředním okolí lesů, nýbrž bez výjimky i v národních parcích a okolí v souvislostech s rozlohou, polohou a stavem lesních ekosystémů a povahou přírodních

procesů, jejich změnami vyvolaných. Vědy lesnické a environmentální mají dlouhou historii náročných projektů s bádáním o vazbách lesů a krajinného prostředí. Ta by měla být brána v úvahu, mizí-li náhle, velkoplošně a dlouhodobě stromové patro lesů přírodními kalamitami či záměrně vedených k destrukci přenecháváním u nás kdekoli koncepci „bezzásahovosti“. V biologickém projektu vzniku divočiny v NPŠ drastickou destrukcí stromového patra lesů se však jejich poznatky předem nešetřily; nebyly zavčas komplexně projednány možné důsledky zaváděné doktríny v ochraně přírody.

K dokreslení stavu neurčitosti, v němž se nachází projekt NPŠ, upozorňujeme i na rozpory v oblasti ekonomiky. Jak známo, podle expertýzy, o níž se opírají představitelé zájmové skupiny vědců-biologů, lze z rozšiřujícího se území NPŠ bez zásahů člověka údajně očekávat „ekosystémové služby“ v hodnotě profitu 2-4 miliard Kč ročně (P. Kindlmann – Z. Křenová 2014); tedy jak zdůrazňují násobek toho, co přináší turismus. Naopak tamže I. Vicena a K. Simon (2014) podali kalkulaci stávajících škod destrukcí stromového patra lesů NPŠ v hodnotě okolo 100 miliard Kč. Opakují se tu již jednou objevené vazby jevů z oblasti MŽP ČR (Vyskot et al. 1999, 2000). To všechno jakoby přicházelo do prázdného prostoru „hluchých a neslyšících“ podle politika R. Böhnische (2014). Naivního člověka snad neudivuje, že takové náznaky nevedou politiky k záumu o věc – vždyť v podstatě se jedná o „weell being“ obyvatelstva, jejich voličů, a to pro několik generací lidí dopředu.

Podíváme se však blíže na argumenty a názory na vytváření divočiny u nás velkoplošnou a dlouholetou destrukcí stromového patra stávajících lesních ekosystémů. Úvodem citujeme z passovského „Neue freie Presse“ stanovisko ke kůrovci Mgr. Pavla Hubeného, tehdy pověřeného ředitele NPŠ z jeho návštěvy 16.V.2014 v NP Bavorský les (NPBW). V českém překladu zní: *„Můj vztah k němu (ke kůrovci) je neutrální. Pokládám ho za nezbytnou součást ekosystému a jeho vývoje. Emoce proti němu odpovídají jednomu hledisku, jež pěstuje lidská společnost“*. Domníváme se, že je tu velmi jasně formulované stanovisko sociálního geografa, který ví, že v kulturní krajině, v níž národní park byl založen, nepřestávají existovat i zájmy lidské společnosti např. na jejím životním prostředí, na jejím zmíněném „well being“. Neboť víc než sto let běží v celém světě s lesy vědecké projekty zkoumající, jak mohou být zájmy lidské společnosti příznivě nebo nepříznivě ovlivněny stavem lesní pokrývky krajiny. Neutralita k destrukčnímu činiteli lesů v národním parku je nepochybně na místě z hlediska hospodářského lesa a škod na produkci dřeva, protože tam jako záporná účetní položka hospodaření vznikat nemohou. Je však i projevem nezájmu o existenci lesa v národním parku, jestliže lesy krajiny by byly nenahraditelnou složkou jejího životního prostředí – a právě o tom se léta vede v podstatě nekonečný spor.

Názor, že národní parky jsou kdekoli územím vyhrazeným výlučně jedině hledisku konzervační ochrany přírody a jiné zájmy tu nemají místa, stvrdil už dávno kategoricky a s elánem pro ochranu přírody M. Vlašín, když před 16 roky na půdě AV ČR na veřejném shromáždění k posudku odborného díla expertů NLK o založení NPŠ a vývoji této kauzy (vydalo MŽP ČR, 1999) prohlásil, že v národním parku princip předběžné opatrnosti patří výlučně zájmům ochrany přírody, tedy nikoli už dalším zájmům lidské společnosti. Nově to stvrdil např. náměstek ministra životního prostředí Ing. T. Tesař ve svém vystoupení 2012 na valné hromadě České lesnické společnosti (ČLS, Lesnická práce 7/2012). Konstatoval, že za rozpory kolem managementu lesů NPŠ podle něho může vláda dr. Pitharta, když v roce 1991 vládním nařízením 163/1991 Sb. zřídila NPŠ, aniž by veřejnosti vysvětlila, že tím bylo toto území určeno jedině zájmům biologů. Při tomto smýšlení je patrně na veřejnosti, aby nesla klady i zápory toho, že tam napříště neporoste „les vysoký a rovný“, jak to vyjádřil jiný biologický odborník.

Je tedy možné, že i experti na tvorbu divočiny v NPŠ mohou si být vědomi také škodlivých účinků přírodních procesů, chráněných jimi na území NPŠ, přestoupí-li z plochy parku do okolní kulturní a obytné krajiny. Třeba i proto volí postup podle zásad „fait accompli“: stavět před hotovou věc bez předcházejícího jednání či upozornění. Je to politika v projektu divočiny v NPŠ velice účinná pro jeho prosazování, protože lesy jsou objektem této útočné politiky nadmíru vhodným - katastrofický výbuch ve fabrice může být do roka a do dne napraven, avšak s funkcemi lesů to trvá desítky let nejméně.

Sáhněme do archivu korespondence. V roce 2012 člen KŽP AV ČR, krajinný architekt M. Říha, písemně omlouval předsedovi KŽP svou neúčast na zasedání k problematice NPŠ a napsal jisté obavy z jednostranně biologického hlediska nakládání s krajinou. K tomu sestavil velmi jednoznačné písemné stanovisko specialista biolog ve funkci mluvčího KŽP prof. M. Braniš: *„Šumava podléhá velkoplošným rozpadům, a to na základě periodického výskytu velkých větrných bouří a následného napadení dřevokaznými organismy (což je přirozené). A o tuto přirozenost jde... Nejde tedy v zásadě o les, ale o přírodní vývojové procesy (sukcesi), jehož je les, jako ho známe, tedy vysoký a rovný, pouze jednou z episod“*. Z toho podle něho plyne, že je mimo zájem biologů usilujících u nás o divočinu zabývat se tím, zda se destruované stromové patro lesů vůbec obnoví, kde a v jakém časovém horizontu se tak může stát; je lhostejno v jaké formě ekosystému lesního či bezlesí. Proto nejde vůbec ani o definici divočiny, která bude vznikat nastavenými postupy. Ekologové to nevědí a vědět ani nepotřebují, jak vyšlo najevo i v jednáních Expertní pracovní skupiny hejtmanů.

Již mnohokrát byl položen a nezodpovězen dotaz, zda se NPŠ nijak neliší od parků na Sibiři, Aljašce, v Kongu a jinde v přírodních končinách, ani jaké mohou být při existenci národního parku s kulturními lesními ekosystémy ve zkulturněné krajině důsledky toho, přenecháme-li je bezzásahovosti a z krajiny mizí stromové patro lesů na velkém území. Klademe otázku, na čem takový sevšeobecnující názor spočívá. Seděli jsme před lety v pohodě u čaje s lesnickým kolegou a přítelem Ing. Igorem Míchalem, CSc., jenž byl autorem velmi kvalitních publikací o lesních ekosystémech a ochraně přírody. Bylo to nedlouho po povodních na Moravě roku 1997 a on, starý pán, začal prosazovat propojení vodních ekosystémů na bystřinách, kde tehdy extrémně velké vody poškodily až destruovaly mnoho objektů hrazení bystřin. Žádal, aby ženisté zničili zbylé. Na otázku, zda ví o následcích v odnosu splavenin pro podhůří, odpověděl, že jako posluchač chodil na přednášky hydrologie i lesotechnických meliorací (LTM/HB) a následky zná, ale ty ho vůbec nezajímají – jemu jde jen o Přírodu... Znal tedy dobře „malou pravdu“, ale jeho ideou byla jeho „pravda veliká“.

Na konferenci HydroEco 2015 ve Vídni bylo oznámeno, že v Bavorsku začali rozebírat letité objekty LTM/HB v podhůří Alp a půjde se i výš do hor. Takže se zdá být na místě otázka, jaké opravdu jsou zdroje základního přesvědčení. Zůstaneme-li v archivu korespondence, uvažme rozdíl v myšlení biologů oproti lesníkům. Citujme o něm vyjádření představitele biologů v budování divočiny v NPŠ: *„Rozdíl je v tom, že pro divočinu nemáme (my biologové) žádnou vizi, jak má správně vypadat, úlohu, kterou by divočina měla plnit (anebo být kontrolována technickými prostředky).“* Zaznamenejme tedy: vykrojíme-li ze zkulturněné krajiny národní park charakteru Šumavy, vědcům-biologům jde jen o co nejrychlejší destrukci stávajících kulturních lesních ekosystémů na co největší ploše. Nějaké další hledisko podle nich nepřichází pro ně vůbec v úvahu. Citujme dále vysokoškolského specialistu: *„Kulturní krajiny je všude dost... Kulturní krajinou nelze argumentovat, protože o tu my právě nestojíme“*. Projekt tvorby divočiny drastickým nakládáním s lesy v národním parku typu NPŠ tedy nemá uvažovat nic jiného než pouze

hlediska biologická. K tomu lze citovat i další významná mínění z nejvyšších biologických pozic. Např. k možnému ohrožování životního prostředí kulturní a obytné krajiny být dočasným úbytkem plochy lesů v krajině a vznikem řady nových přírodních procesů citujeme vyjádření vysokoškolského ekologa: „*Šumava zůstane zelená. Kdo a proč vlastně potřebuje les na horách?*“

Lesnictví a lesnické vědy jsou založeny na tom, že lesy naší krajiny kulturní a obytné jsou nenahraditelnou složkou životního prostředí a tedy předpokladem slušné existence lidské společnosti. Na tom prcaují i vědy environmentální. V biologickém zaujetí pro divočinu v NPŠ panuje však očividně přesvědčení, že opomíjením člověka je vše jak má být. Citujeme opět z archivu korespondence vyjádření experta k možným důsledkům destrukce stromového patra lesů NPŠ: „*Důsledky komplexní se uvážily, byly shledány správnými, vývoj tyto úvahy přesně realizuje, neděje se nic divného nebo překvapivého*“. Proč je tedy řada jiných expertů po léta překvapována jediným kritériem k nakládání s krajinou a ve velkém měřítku znepokojena chybějící věcnou diskusí? Zřejmě i proto, že vycházejí ze standardních poznatků jiných vědních oborů o krajině, jejichž zanedbání či neznalost – především v krajinách kulturních a obytných - může být environmentálně i sociálně riskantní.

Snad ještě slovo k tomu, jak ze strany laických nadšenců pro divočinu bylo léta tvrzeno i psáno, že kůrovci nejsou žádným rizikem pro lesy NPŠ. V publikaci MŽP ČR (2003) o auditu expertů IUCN roku 2002 v NPŠ je záznam auditorů, že pochyby o tom v Radě NPŠ jsou „*podle mínění ekologické občanské organizace zradou*“. Z archivu citujeme, co k tomu později konstatoval už zmíněný ekolog: „*Nevím, kdo to tvrdil; všichni přírodovědci, které znám, věděli, že rozsáhlé disturbance (lesů) dřív nebo později nastanou, ale že v národním parku nevadí*“. Teprve v roce 2006 uznává představitel občanské organizace, její expert na lesy veřejně, že šlo o omyl ekologů (Ekologie a společnost 2/2006). Setrvalé však nejen na internetu můžeme číst velkorysá mínění, že „*les si s kůrovci sám poradí*“, jak podle vědců „*les předvídá útok kůrovců a chystá se na něj dopředu*“.... Asi se shodneme s biology v jednom: máme prostě ekology i „ekology“.

Závěr k uvažování dalších hledisek v podmínkách střední Evropy

Shrňme z druhé strany věcné argumenty – standardní vědecké poznatky k tomu, že záměrně přenechávat bezzásahovosti převážně kulturní lesní ekosystémy smrku na velké ploše může sice odpovídat badatelským zájmům věd biologických, užívajících postupy třeba na nejvyšší světové úrovni a se všemi dalšími pozitivními vazbami institucionálními i osobními. Vědecké poznatky věd lesnických a environmentálních z celého světa vedly však k tomu, že les byl u nás právem prohlášen nejen za významný krajinný prvek (zákon 114/1992 Sb.), ale také za nenahraditelnou složku životního prostředí (zákon 289/1995 Sb.), a to složkou v obou případech významnou též pro prostředí člověka, jehož ochrana je také pokryta zákonem (17/1992 Sb., v § 2). S přihlédnutím k závěrům přecetných vědeckých projektů za víc než sto let bylo by opravdu zvláštní mít za to, že lesy ve státní správě MŽP ČR jsou výlučně významné jen pro přírodu a její konzervační ochranu a jen lesy ve správě MZe ČR mohou být nenahraditelnou složkou prostředí člověka, významně tlumící škodlivé vlivy přírodních procesů jako přírodních živlů, nebo naopak poskytující samovolné kladné externality či ekosystémové služby environmentálního a sociálního charakteru. Přírodní zákony, podle nichž ony přírodní procesy vznikají, nelze měnit podpisem správního verdiktu. Máme za podstatnou otázku, zda vyhlášením území za zvláště chráněné pro ochranu přírody národním parkem v krajině kulturní a obytné končí jakýkoliv

vztah k jiným potřebám lidské společnosti. Nevšimavost k ní dokládá např. skutečnost, že vedení NPŠ za šetření Pracovní expertní skupiny hejtmanů 2009/10 nebylo ani po měsících schopno věcně zodpovědět řadu otázek k environmentálním rizikům velkoplošné a dlouhodobé destrukce lesů NPŠ, položených mu v roce 2009 (viz Lesnická práce 2/2010). Jednalo se zejména o rozlohy a polohy, kde stromové patro bylo destruováno bez účinné obnovy lesa. Bylo to očividně v souladu s proklamovaným nezájmem o to, k čemu povede sukcese po zániku stromového patra starších lesů. S podivem se ptáme, zda se vůbec někdy a někde vážně uvažovalo pořadí zájmů státu: zda veřejný zájem na životním prostředí obyvatelstva je jen nicotnou překážkou bádání velkoplošné sukcese. Jakoby možná rizika pro prostředí krajiny a obyvatelstvo vlastně ani nemohla či nesměla být pro vědce-biology samozřejmou součástí jejich velkorysého projektu.

Rádi bychom zdůraznili, že by neškodilo věcně diskutovat o velmi nápadné skutečnosti: záměr či chcete-li vědecký projekt náhlé tvorby divočiny se prosazuje ve velkém měřítku se zaujetím odborným i mocenským od založení NPŠ. Bibliografie ukazuje během dalších let velkou řadu odborných prací, které upozorňují na environmentální a sociální rizika, jež mohou postupně ohrožovat generace obyvatelstva v okolní kulturní a obytné krajině. Nelze však k tomu nalézt předem učiněné vědecké vyvrácení standardních vědeckých argumentů, zato však pozotuhodné nálezy: např. o shodnosti bioklimatu lesních porostů živých a odumřelých, cenzurní zásahy do vydání vědecké publikace, kde příspěvek pojednal o hydrologických důsledcích zamokřování lesních půd, vystupení na konferencích, že varování před riziky bezzásahovosti je jen citováním pouček z anitkvárních učebnic, dávno překonaných. Teprve po letech se v poslední době zastánci destrukční metody pro tvorbu divočiny sami snaží něco měřit a tvrdit, že ani rozsáhlá, náhlá a dlouhodobá destrukce stromového patra lesních ekosystémů nemá žádný vliv na prostředí, např. na poměry hydrické (viz k tomu např. kritickou studii Švihla-Šach-Černohous 2016). I na úrovni státní politiky vznikla zajímavá situace, dříve nezažitá: zodpovědní státní úředníci neodpovídají na písemná upozornění kompetentních odborníků, marné zatím byly usilovné snahy o věcnou diskusi. Pamětníkům připadá, že po desítkách let prudkého rozvoje evropské civilizace je lesnictví bez změny koncepce (Simanov 2015) z dob císařů pánů. Lesnictví je na vrcholu ideových vln kolem jen jednoho hlediska nakládání s lesy (Krečmer 2015), silně se uplatňujících mocensky – i když podle prof. Höschla (Reflex 12/2015) je fakt, že už byly vlny ideologie ve vědách drastičtější .

Ing. Vladimír Krečmer, CSc., v.krecmer2@seznam.cz
Ing. František Šach CSc., VÚLHM Opočno, sach@vulhmop.cz
Doc.Ing. Vladimír Švihla, DrSc., svihla.vladimir@centrum.cz

Literatura je uvedena v archivech autorů

Hnutí Život, z.s. prosazující světově vědecký ekosystémový asistenční management, běžný v národních parcích kolonizovaných kulturních území, ve vazbě na vzrůstající stresové faktory klimatických změn, uspořádalo již několik konferenci k uvedené problematice:

- Klimatické změny a my - Adaptační a mitigační ekosystémový management při narůstání stresových faktorů klimatických změn v praxi (leden a březen 2016 v Plzni a Českých Budějovicích)**
- Člověk jako klimatický činitel (v květnu 2016 v Plzni).**

Bláhová doktrína bezzásahovosti vychází z predikce, že bezzásahové přírodní procesy nám v kulturní krajině nadělí „přírodní divočinu“. Realitu můžeme on line sledovat v blízkém mediteránním Středozeří, kde po likvidaci lesů se bezzásahovostí zvyšuje aridizace, vznikají macchie a polopouště a „závěr“ tvoří trvale klesající Mrtvé moře s životem pouze na bakteriální úrovni !