

Journal of
FOREST SCIENCE

Volume 45, No. 10, October 1999

PRAGUE 1999
ISSN 1212-4834

CZECH ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES
INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Managing Editorial Board – Redakční rada

Chairman – Předseda

Prof. Ing. Vladimír Chalupa, DrSc., Praha

Members – Členové

Prof. Ing. Jiří Bartuňk, DrSc., Brno

Ing. Josef Běle, CSc., Praha

Doc. Ing. Josef Gross, CSc., Praha

Doc. Ing. Jaroslav Koblížek, CSc., Brno

Prof. Ing. Jan Kouba, CSc., Praha

Ing. Vladimír Krečmer, CSc., Praha

Ing. Václav Lochman, CSc., Praha

Ing. František Šach, CSc., Opočno

RNDr. Stanislav Vacek, CSc., Opočno

Advisory Editorial Board – Mezinárodní poradní sbor

Prof. Dr. Don J. Durzan, Davis, California, U.S.A.

Prof. Dr. Lars H. Frivold, Aas, Norway

Prof. Ing. Milan Hladík, CSc., Zvolen, Slovak Republic

Prof. Dr. Hans Pretzsch, Freising, Germany

Dr. Jack R. Sutherland, Victoria, B.C., Canada

Prof. Dr. Sara von Arnold, Uppsala, Sweden

Prof. Dr. Nikolaj A. Voronkov, Moskva, Russia

Executive Editor – Vedoucí redaktorka

Mgr. Radka Chlebečková, Praha, Czech Republic

Odborná náplň: Časopis publikuje původní výsledky základního a aplikovaného výzkumu ze všech oborů lesnictví, mající vztah k evropským lesním ekosystémům.

Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 45 vychází v roce 1999.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Mgr. Radka Chlebečková, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 51 06, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1999 je 816 Kč.

Scope: The journal publishes original results of basic and applied research from all fields of forestry related to European forest ecosystems.

Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 45 appearing in 1999.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Mgr. Radka Chlebečková, executive editor, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 51 06, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of receipt.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1999 is 195 USD (Europe), 214 USD (overseas).

AERODYNAMICKÉ VLASTNOSTI VRSTVY VZDUCHU OVLIVNĚNÉ SMRKOVÝM POROSTEM

AERODYNAMICAL PROPERTIES OF THE AIR LAYER AFFECTED BY A SPRUCE STAND

T. Hurtalová¹, J. Rožnovský², F. Matejka¹

¹Geofyzikální ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 842 28 Bratislava

²Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Fakulta agronomická, Zemědělská 1, 613 00 Brno

ABSTRACT: It can be shown that aerodynamical properties of an air layer affected by canopies can be dependent on air flow. By underlying micrometeorological measurements and some known aerodynamical laws, the aerodynamical properties of the air layer affected by Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] stand were analysed. With this aim the vertical profiles of wind speed above the active surface of spruce stand were measured at Bílý Kříž at an experimental site of the Institute of Landscape Ecology, Academy of Sciences of the Czech Republic.

surface layer of atmosphere; wind speed; friction velocity; dynamical roughness length; Norway spruce stand

ABSTRAKT: Lze prokázat, že aerodynamické vlastnosti vrstvy vzduchu ovlivněné porostem se mohou měnit v závislosti na proudění vzduchu. Na základě mikrometeorologických měření a některých známých aerodynamických zákonů byly analyzovány aerodynamické vlastnosti vrstvy vzduchu ve smrkovém porostu [*Picea abies* (L.) Karst.] a těsně nad ním. S tímto cílem byly měřeny vertikální profily rychlosti větru nad aktivním povrchem smrkového porostu na experimentálním pracovišti Ústavu ekologie krajiny Akademie věd ČR na Bílém Kříži.

přízemní vrstva atmosféry; rychlost větru; dynamická rychlost; dynamická drsnost povrchu; smrkový porost

ÚVOD

Přízemní vrstva atmosféry (PVA), definovaná jako nejspodnější část hraniční vrstvy atmosféry, má tloušťku několik desítek metrů. Právě v ní se nejintenzivněji projevují vzájemné vztahy mezi porostem rostlin a atmosférou. Atmosférické faktory mají přímý vliv na vodní režim porostů, ovlivňují jejich růst a vývoj a naopak – porosty modifikují radiační, teplotní, vlhkostní a ventilační poměry v nejnižších vrstvách atmosféry. Vytvářejí si tak vlastní mikroklima. Nejnížší vrstvy atmosféry vytvářejí turbulentní podvrstvu, ve které je vertikální profil rychlosti větru silně ovlivňován charakteristikami aktivního povrchu. Lesní ekosystémy, vzhledem ke svým specifickým vlastnostem a struktuře porostu, mají v této interakci zvlášť významnou úlohu.

Cílem práce je na základě analýzy profilových měření rychlosti větru sledovat aerodynamické vlastnosti turbulentní podvrstvy ovlivněné smrkovým porostem [*Picea abies* (L.) Karst.]. Analyzovali jsme profilová měření rychlosti větru na dvou plochách sledovaného

smrkového porostu. Měření se uskutečnila dne 19. 9. 1995 na experimentálním pracovišti Ústavu ekologie krajiny AV ČR na Bílém Kříži.

METODY A EXPERIMENTÁLNÍ ÚDAJE

Při analýze profilových měření rychlosti větru je důležité poznat výšku aktivního povrchu, kterým se pohlcuje a transformuje sluneční energie. Pro povrch pokrytý travnatým porostem s výškou 0,2–0,3 m můžeme za aktivní povrch považovat povrch půdy. Jak se mění výška a hustota rostlinného porostu, mění se i aktivní povrch. Povrch půdy postupně ztrácí tyto vlastnosti a nabývá jich vlastní porost, přičemž se v závislosti na struktuře a architektonice porostu mění i výška aktivního povrchu – tzv. efektivní výška porostu.

Dynamická drsnost povrchu z_0 a efektivní výška porostu d jsou důležité charakteristiky turbulence v přízemní vrstvě atmosféry. Vycházíme z poznatku, že drsností povrchu nejvíce ovlivněná část vzduchu,

kterou označujeme jako podvrstvu drsnosti, a aktivní povrch porostu se nacházejí uvnitř lesního porostu. Hodnoty z_0 a d lze určit z profilových měření rychlosti větru a dá se prokázat, že se systematicky mění s rychlostí proudění vzduchu. Dále budeme sledovat dynamickou drsnost smrkového porostu a pokusíme se parametrizovat její změny v závislosti na proudění vzduchu.

Vertikální profil rychlosti větru v přízemní vrstvě atmosféry ($\overline{du}/dz$) nad horizontálně stejnorodým povrchem za stabilního stavu atmosféry může být popsán pomocí teorie podobnosti Monina-Obuchova. Vycházíme-li z této teorie pro vertikální profil rychlosti větru s uvažováním teplotního zvrstvení atmosféry, platí vztah

$$\frac{\overline{du}}{dz} = \frac{u_*}{\kappa z} \Phi\left(\frac{z}{L}\right) \quad (1)$$

kde: $\overline{u}$ – střední hodnota rychlosti větru,
 $\Phi(z/L)$ – univerzální funkce teplotního zvrstvení atmosféry,
 κ – Kármánova konstanta,
 z – výška,
 u_* – dynamická rychlost,
 L – výška podvrstvy turbulentní difuze, tzv. charakteristická délka Monina-Obuchova.

Lze prokázat, že pro rychlost větru $\overline{u}_h$ na hladině rovnající se průměrné výšce porostu h platí vztah (Hayashi, 1983)

$$\overline{u}_h = \frac{u_*}{\kappa} \ln\left(\frac{h-d}{z_0}\right) \quad (2)$$

Dále uvedeme základní rovnice, které platí ve vrstvě vzduchu uvnitř porostu (Hayashi, 1983):

$$\tau = \rho K_m \frac{\overline{du}}{dz} \quad (3)$$

$$\frac{d}{dz}\left(\frac{\tau}{\rho}\right) = a LAD c_d \overline{u}^2 \quad (4)$$

$$K_m = \beta (\xi_0)^m \overline{u}_h (1 - r LAD) \quad (5)$$

kde: $\tau = \rho u_*^2$ – Reynoldsovo napětí,
 ρ – hustota vzduchu,
 $\xi_0 = z_0/h$ – normovaná drsnost povrchu,
 a, β, m – bezrozměrné konstanty,
 r – parametr s rozměrem délky,
 c_d – koeficient tření pro drsnost,
 LAD – hustota listové plochy.

Koeficient turbulentní difuze pro hybnost K_m je definován vztahem (3). Za předpokladu, že K se mění spojitě a $LAD = 0$ na hladině $z = h$, je možné odvodit vztah popisující závislost dynamické drsnosti povrchu na rychlosti větru ve tvaru (Hayashi, 1983; Hortalová, 1989)

$$z_0 = h \left(\frac{\kappa}{\beta \Gamma} \right)^{\frac{1}{m-1}} \exp\left(\frac{\kappa \Gamma}{m-1} \right) \quad (6)$$

kde: Γ – bezrozměrná rychlost definovaná poměrem rychlostí:
 $\Gamma = \overline{u}_h/u_*$.

Cílem práce je tedy určit hodnoty parametrů m a β , které charakterizují aerodynamické vlastnosti sledovaného smrkového porostu.

Hodnoty dynamické drsnosti povrchu z_0 a dynamické rychlosti u_* byly vypočítány z analýzy profilů rychlosti větru (Hortalová et al., 1987). Vertikální profil rychlosti větru $\overline{u}_i(z)$ lze aproximovat vztahem

$$\overline{u}_i(z) = A_i (\gamma + \log z) + C_i \gamma \quad (7)$$

kde: i – číslo naměřeného profilu,
 A_i, γ, C_i – parametry, jejichž hodnoty lze vypočítat metodou nejmenších čtverců.

Pomocí známých hodnot těchto parametrů můžeme vypočítat hodnotu dynamické drsnosti povrchu z_0 podle vztahu

$$z_0 = 10^{-\gamma} \quad (8)$$

a dále můžeme určit

$$\frac{u_*}{\kappa} = \frac{A_i}{\ln 10}, \quad \frac{\beta_0}{L} = \frac{C_i}{A_i} \ln 10 \quad (9)$$

kde: β_0 – univerzální poloempirická konstanta,

která je funkcí teplotního zvrstvení atmosféry (Hortalová, Moriconi, 1988). Ze vztahů (9) vyplývá rovněž fyzikální smysl parametrů A_i a C_i .

Analýzovaná měření se uskutečnila 19. 9. 1995 ve smrkovém porostu na Bílém Kříži. Měřilo se na experimentálních plochách Ústavu ekologie krajiny AV ČR. Výzkumné plochy se nacházejí ve vrcholových polohách Moravskoslezských Beskyd v nadmořské výšce mezi 890 až 905 m. Pokusný 15letý porost je výsadbou založená homogenní smrková monokultura. Pozemek se nachází pod hřebenem, na jihojihozápadně orientovaném svahu. Pro výzkumné účely byly v porostu vytvořeny dvě pokusné plochy A a B. Rozloha každé činila 2 500 m² (Rožnovský et al., 1995; Mašková, 1997).

Rychlost větru jsme měřili na věžích umístěných přibližně uprostřed plochy A a plochy B, vzdálenost mezi nimi činila asi 50 m. Profilová měření probíhala na hladinách 3,5, 4,0, 5,0 a 6,0 m od povrchu půdy. Byly použity miskové anemometry, typ METRA 953. Naměřené hodnoty představovaly střední hodnoty rychlosti větru v desetiminutových intervalech.

VÝSLEDKY A DISKUSE

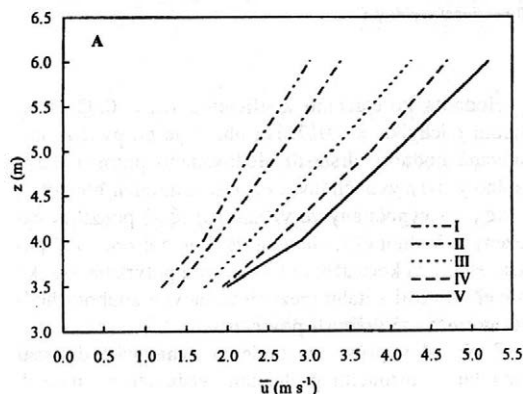
Průměrná výška stromů na ploše A byla: $h = 5,38$ m, na ploše B: $h = 4,9$ m. Hodnotu efektivní výšky porostu d jsme určili graficky vyhodnocením profilových měření rychlosti větru při neutrálním zvrstvení atmosféry. Na obou dvou plochách byla průměrná hodnota $d = 2,0$ m.

Pro povrchy pokryté zapojeným rostlinným porostem, který má aerodynamicky stálý tvar, se ukázalo, že lze s dostatečnou přesností určit hodnotu d pomocí empirického vztahu $d = 2/3 h$ (Hortalová, 1989; Matejka, Huzulák, 1987). V případě lesního porostu, který navíc nebyl zapojený, byla situace složitější. Vrcholky stromů, jak dokážeme později, měly aerodynamicky nestálý tvar; důležitou úlohu v lesním porostu

má také druh dřevin, struktura a hustota porostu. V literatuře lze najít různé empirické vztahy pro určení hodnoty efektivní výšky lesního porostu, které se dají použít v případech, kde se nevyžaduje mimořádná přesnost. Jarvis et al. (1976) např. navrhuje používat pro jehličnaté lesy hodnotu $d = 0,78 h$. Pro náš sledovaný porost bychom podle tohoto vztahu dostali průměrnou hodnotu $d = 4,0$ m, což je podstatně víc, než jsme získali vyhodnocením profilových měření. V daném případě však nešlo o zapojený porost. Hodnota LAI byla 9,2 na ploše A a 7,9 na ploše B; porost neměl aerodynamicky stálý tvar. To znamená, že nebyly splněny podmínky pro použití Jarvisova vztahu. Z toho vyplývá, že hodnota efektivní výšky porostu je určena jeho strukturou a architektonikou a různé empirické vztahy mohou mít jen orientační hodnotu a omezené použití.

Jak jsme již uvedli, cílem práce je výpočet hodnot m a β . Parametry m a β jsou charakteristiky porostu, s jejichž pomocí lze určit další charakteristiky interakce porostu a vrstvy vzduchu těsně k němu přiléhající. Hodnoty m a β byly určeny statisticky z rovnice (6) při známých hodnotách z_0 a Γ .

Na obr. 1 a 2 jsou průměrné vertikální profily rychlosti větru nad sledovaným lesním porostem rozděleny do pěti intervalů hodnot rychlosti podle hodnoty $\bar{u}_h$. Z obrázků je vidět, že ve sledované turbulentní vrstvě atmosféry jsou průběhy vertikálních profilů rychlosti větru rozdílné na stanovišti A a na stanovišti B. To je způsobeno vlivem charakteristik porostů, které byly na uvedených plochách odlišné. Průměrná hodnota drsnosti povrchu z_0 na ploše A byla 0,55 m, na ploše B byla její hodnota vyšší – $z_0 = 0,664$ m. Právě vyšší hodnota z_0 způsobuje zakřivení profilů rychlosti větru naměřených na stanici B (obr. 2).



1. Vertikální profily rychlosti větru nad smrkovým porostem dne 19. 9. 1995, věž A – Vertical profiles of mean wind speed over forest on September 19, 1995, tower A

- I $2,0 \text{ m.s}^{-1} \leq \bar{u}_h < 2,5 \text{ m.s}^{-1}$
- II $2,5 \text{ m.s}^{-1} \leq \bar{u}_h < 3,0 \text{ m.s}^{-1}$
- III $3,0 \text{ m.s}^{-1} \leq \bar{u}_h < 3,5 \text{ m.s}^{-1}$
- IV $3,5 \text{ m.s}^{-1} \leq \bar{u}_h < 4,0 \text{ m.s}^{-1}$
- V $4,0 \text{ m.s}^{-1} \leq \bar{u}_h < 4,5 \text{ m.s}^{-1}$

Koeficient dynamické drsnosti charakterizuje – z aerodynamického hlediska – stupeň drsnosti sledovaného povrchu. V literatuře se můžeme setkat s tvrzením, že $z_0 = 0,1 h$ (Jones, 1983). Z experimentů, které sledovaly sezonní dynamiku koeficientu dynamické drsnosti povrchů pokrytých různými druhy porostů, však vyplynulo, že změny hodnot z_0 mají roční chod, resp. sezonní chod během vegetačního období. Amplituda těchto změn závisí na změně struktury a architektoniky porostu během roku, resp. během vegetačního období (Hurtalová et al., 1987, aj.).

Za předpokladu, že hodnoty z_0 a d jsou konstanty a nezávisí na rychlosti proudění, z logaritmického zákona vyplývá mezi u_* a $\bar{u}_h$ jednoduchý lineární vztah ve tvaru

$$u_* = k \bar{u}_h \quad (10)$$

kde: k – konstanta.

Takové porosty mají aerodynamicky stálý tvar. V případě aktuálních porostů často tato lineární závislost neplatí a při vyšších hodnotách $\bar{u}_h$ hodnoty u_* rostou pomaleji. Potom lze vztah mezi u_* a $\bar{u}_h$ napsat podle Hayashiho ve tvaru (Hayashi, 1983)

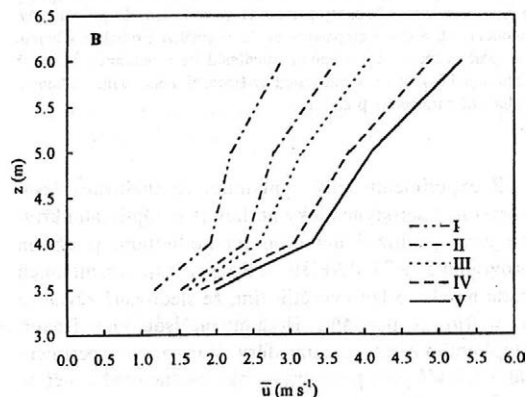
$$u_* = k (\bar{u}_h)^q \quad (11)$$

kde: k, q – konstanty.

Jedná se tedy o kvalitativní rozdíl, který určuje aerodynamický tvar porostu. V našem případě závislost $u_* = f(\bar{u}_h)$ lépe popisovala logaritmická rovnice. Na obr. 3 je závislost mezi hodnotami u_* a $\bar{u}_h$ na stanovišti B. Analyticky lze tuto závislost vyjádřit ve tvaru

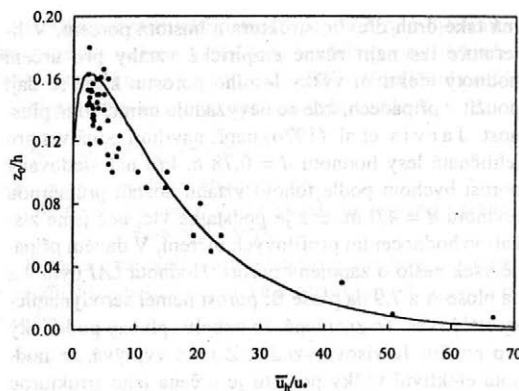
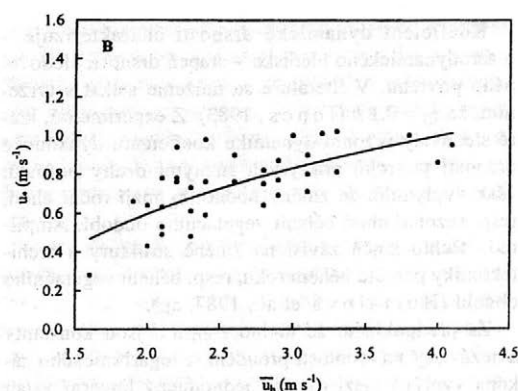
$$u_* = 0,577 \ln \bar{u}_h + 0,198 \quad (12)$$

Hodnota korelačního koeficientu $r_{xy} = 0,71$.



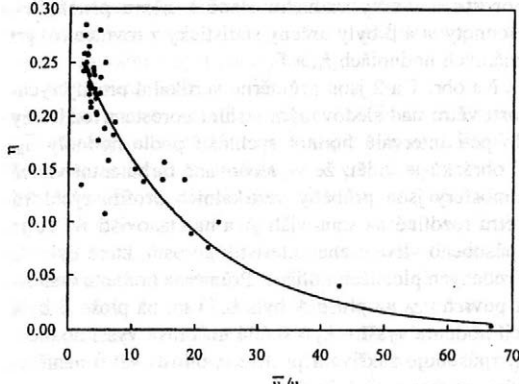
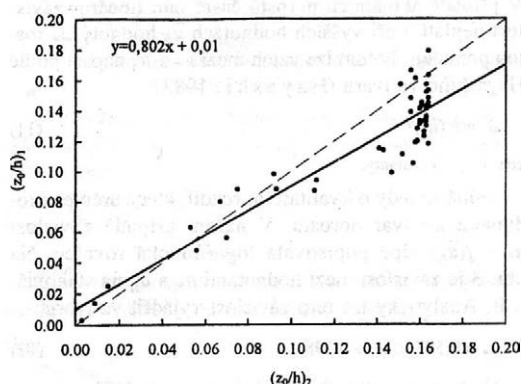
2. Vertikální profily rychlosti větru nad smrkovým porostem dne 19. 9. 1995, věž B – Vertical profiles of mean wind speed over forest on September 19, 1995, tower B

- I $2,0 \text{ m.s}^{-1} \leq \bar{u}_h < 2,5 \text{ m.s}^{-1}$
- II $2,5 \text{ m.s}^{-1} \leq \bar{u}_h < 3,0 \text{ m.s}^{-1}$
- III $3,0 \text{ m.s}^{-1} \leq \bar{u}_h < 3,5 \text{ m.s}^{-1}$
- IV $3,5 \text{ m.s}^{-1} \leq \bar{u}_h < 4,0 \text{ m.s}^{-1}$
- V $4,0 \text{ m.s}^{-1} \leq \bar{u}_h < 4,5 \text{ m.s}^{-1}$



3. Závislost dynamické rychlosti u_* na rychlosti větru $\bar{u}_h$ měřené na hladině odpovídající průměrné výšce stromů – Dependence of the friction velocity u_* on the mean wind speed at tree height $\bar{u}_h$

4. Závislost normované hodnoty drsnosti ξ_0 povrchu smrkového porostu na bezrozměrné rychlosti Γ – Dependence of the normalized roughness length ξ_0 of spruce surface on the nondimensional rapidity Γ



5. Porovnání normované hodnoty drsnosti povrchu smrkového porostu: ξ_{01} – vypočítané hodnoty z naměřených hodnot z_0 a h a ξ_{02} – vypočítané hodnoty pomocí Hayashiho modelu při známých hodnotách β a m – Comparison of the normalized roughness length of spruce canopy: ξ_{01} – values calculated from measured z_0 and h values and ξ_{02} – values calculated by Hayashi model with the known values of parameters β and m

6. Závislost efektivní drsnosti povrchu η na bezrozměrné rychlosti Γ – Dependence of the effective roughness parameter η on the nondimensional rapidity Γ

Z experimentu tedy vyplynulo, že sledovaný lesní porost měl aerodynamicky nestálý tvar. Optimální křivku jsme proložili naměřenými hodnotami použitím programu STATGRAPHICS. Rozptýl experimentálních bodů na obr. 3 lze vysvětlit tím, že sledovaná závislost $u_* = f(\bar{u}_h)$ je parciální. Hodnoty u_* jsou funkcí např. i teplotního zvrstvení atmosféry. V rozptýlu experimentálních bodů jsou promítnuty také možné chyby měření profilů rychlosti větru.

Na základě statistického souboru známých hodnot z_0 a Γ z rovnice (6) jsme dále určili hodnoty parametrů m a β . To znamená, že jsme hledali hodnoty parametrů m a β tak, aby těsnost vztahu mezi experimentálními body $z_0/h = f(\bar{u}_h/u_*)$ a vztahem (6) byla maximální. Graficky je tato závislost znázorněna na obr. 4. Pro sledovaný lesní porost

$$m = -4,52, \quad \beta = 2,10^{-5} \quad (13)$$

Hodnota korelačního koeficientu $r_{xy} = 0,92$, standardní odchylka = 0,017. Na obr. 5 je porovnání normované hodnoty drsnosti sledovaného porostu, když hodnoty byly vypočítány z experimentálních hodnot z_0 a h (ξ_{01}) a vypočítány ze vztahu (6) (ξ_{02}) použitím nalezených hodnot (13) charakteristik m a β pro daný porost. Hodnota korelačního koeficientu potvrzuje vysoký stupeň těsnosti vztahu mezi sledovanými soubory hodnot normované drsnosti povrchu.

Z obr. 4 vyplývá, že hodnota dynamické drsnosti povrchu s rostoucím prouděním vzduchu při malých hodnotách rychlosti větru na hladině h nejprve roste, ale od určité hodnoty $\Gamma = \bar{u}_h/u_*$ hodnota dynamické drsnosti povrchu s rostoucí rychlostí větru klesá.

Dále zavedeme efektivní parametr drsnosti povrchu η . Je definován vztahem

$$\eta = \frac{\xi_0}{1 - \frac{d}{h}} \quad (14)$$

Na obr. 6 je závislost η na bezrozměrné rychlosti Γ . Analyticky tuto závislost dobře popisuje exponenciální rovnice ve tvaru

$$\eta = 0,285 \exp(-0,056 \Gamma) \quad (15)$$

Hodnota korelačního koeficientu $r_{xy} = 0,91$ a standardní odchylka $= 0,025$. Efektivní parametr drsnosti je funkcí efektivní výšky porostu, a je tedy přímo ovlivňován aerodynamickými vlastnostmi porostů. I když se jedná o jednu z nejdůležitějších charakteristik porostů, nebývá tento parametr systematicky sledován.

ZÁVĚR

Sledovali jsme aerodynamické vlastnosti turbulentní vrstvy vzduchu ve smrkovém porostu a těsně nad ním na základě analýzy mikrometeorologických měření a platných aerodynamických zákonitostí. Z experimentu vyplynulo, že sledovaný smrkový porost měl aerodynamicky nestálý tvar. To znamená, že hodnota dynamické drsnosti povrchu není konstantní, ale závisí na proudění vzduchu. Z analýzy vertikálních profilů rychlosti větru jsme určili hodnoty charakteristik m a β , a potom závislost hodnot z_0 na proudění vzduchu lze popsat vztahem

$$z_0 = h \left(\frac{\kappa}{2 \cdot 10^{-5} \Gamma} \right)^{-0,181} \exp \left(\frac{\kappa \Gamma}{-5,52} \right) \quad (16)$$

Vztah (16) lze upravit dále do jednoduchého tvaru

$$z_0 = h (5 \cdot 10^{-5} \Gamma)^{-0,181} \exp(-0,072 \Gamma) \quad (17)$$

Kolísání hodnoty parametru efektivní drsnosti povrchu s prouděním je jednoznačné, s růstem rychlosti proudění hodnota parametru η klesá.

Závěrem je nutné připomenout, že jsme analyzovali měření profilů rychlosti větru naměřených během jednoho dne. Získané výsledky proto není možné zevšeobecňovat. Ukázalo se však, že různé empirické závislosti: $d = f(h)$ a $z_0 = f(h)$, které jsou uváděny v literatuře, mají omezenou platnost. Podle cíle výzkumu je třeba určit hodnoty d a z_0 z analýzy profilů rychlosti větru naměřených v turbulentní vrstvě přiléhající ke sledovanému porostu. Právě struktura a architektura porostu „vytvářejí“ efektivní výšku porostu a podstatnou měrou

ovlivňují její dynamickou drsnost. Z profilů rychlosti větru analyzováním závislosti $u_* = f(\bar{u}_h)$ se dá rovněž určit, zda má porost aerodynamicky stálý nebo nestálý tvar. Je důležité, že dynamická drsnost povrchu, který má aerodynamicky nestálý tvar, je závislá na proudění vzduchu. Pro náš sledovaný smrkový porost tuto závislost dobře popisuje vztah (16), resp. (17). Analyzované hodnoty drsnosti povrchu v jednom dni mají tu výhodu, že drsnost povrchu byla z hlediska porostu stejná; můžeme předpokládat, že kolísání její hodnoty bylo způsobeno jenom prouděním vzduchu.

Literatura

- HAYASHI, Y., 1983. Aerodynamical properties of an air layer affected by vegetation. Environmental Research Center Papers, 3: 54.
- HURTALOVÁ, T., 1989. Aerodynamical air properties over a winter wheat. Contr. Geophys. Inst. SAS, Ser. Meteorol., 9: 106–118.
- HURTALOVÁ, T. – JANIČKOVIČOVÁ, L. – MATEJKA, F., 1987. Dynamic roughness – aerodynamic characteristic of the active surface. Contr. Geophys. Inst. SAS, Ser. Meteorol., 7: 38–46.
- HURTALOVÁ, T. – MORICONI, M. L., 1988. Characteristics of turbulent transfer in the maize stand-environment system. Z. Meteorol., 38: 357–360.
- JARVIS, P. G. – JAMES, G. B. – LANDSBERG, J. J., 1976. Coniferous forest. In: MONTEITH, J. L. (red.), Vegetation and the atmosphere, Vol. 2. London, Academic Press: 171–240.
- JONES, H. G., 1983. Plants and microclimate. Cambridge, Cambridge University Press: 323.
- MAŠKOVÁ, M., 1997. Režim globální a fotosynteticky aktivní radiace. [Doktorská dizertační práce.] Brno, MZLU: 221.
- MATEJKA, F. – HUŽULÁK, J., 1987. Analýza mikroklimy porostu. Bratislava, VEDA: 232.
- ROŽNOVSKÝ, J. – JANOUŠ, D. – MARKOVÁ, I. – MAŠKOVÁ, M., 1995. Modelování režimu fotosynteticky aktivní radiace smrkového porostu. [Závěrečná zpráva projektu FRVŠ č. 593/1995.] Brno, MZLU: 18.

Došlo 24. 11. 1998

AERODYNAMICAL PROPERTIES OF THE AIR LAYER AFFECTED BY A SPRUCE STAND

T. Hurtalová¹, J. Rožnovský², F. Matejka¹

¹Geophysical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 842 28 Bratislava

²Mendel University of Agriculture and Forestry, Faculty of Agronomy, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Under some conditions the aerodynamical properties of the air layer affected by canopies could be dependent on the air flow. Based on underlying micrometeorologi-

cal measurements and some known aerodynamical laws we analysed the aerodynamical properties of the air layer affected by the Norway spruce [*Picea abies* (L.)

Karst.] stand. With this aim the vertical profiles of wind speed above the active surface of the spruce stand were measured at Bílý Kříž at an experimental site of the Institute of Landscape Ecology, Academy of Sciences of the Czech Republic, on 19 September 1995. The experimental plots lie on the tops of the Moravian-Silesian Beskids, in an altitude of 890–905 m. The experimental stand is a homogeneous pure spruce stand, 15 years old, established by planting. The plot lies below the ridge, on the south-south-west slope. Two experimental plots, A and B, 50 m apart, each measuring 2500 m², were laid out for the experiment. The stage of development of the two stands was different. The average tree height at site A was $h = 5.38$ m, at site B $h = 4.9$ m.

Profile measurements of the wind speed were analysed using Hayashi's model. The aim was to determine the values of parameters m and β which characterise the properties of the spruce stand. They can also help to determine other characteristics of interaction between the stand and the immediately adjacent air layer. The m and β values were determined statistically using the known values of dynamical roughness of the stand z_0 and nondimensional velocity defined by the velocity ratio $\bar{u}_h/\bar{u}_*$, where $\bar{u}_h$ is mean wind speed at tree height h and $\bar{u}_*$ is friction velocity.

Important characteristics of turbulence in the ground layer of the atmosphere are the dynamic roughness length z_0 and zero-plane displacement d . The z_0 and d values can be determined from the profile measurements of wind speed and it can be proved that they change systematically with the velocity of the air flow. Calculations of the z_0 values were based on analyses of profiles of the wind speed measured under conditions of different atmospheric stratification. The results showed that the courses of vertical profiles of wind speed in the studied turbulence layer of the atmosphere at site A and site B were different, due to the different stand characteristics of the two sites. The LAI values at sites A and B were 9.2 and 7.9, respectively. The average value of the roughness length z_0 was 0.550 m at site A, and was higher at site B, i.e. 0.664 m. The value of the zero-plane displacement d was expressed graphi-

cally by evaluating the profile measurements of wind speed under a neutral thermal stratification of the atmosphere. The average value at both sites was $d = 2.0$ m.

Assuming that z_0 and d are constant values, independent of the velocity of the air flow, then according to the logarithmic law there is a simple linear relation between u_* and $\bar{u}_h$ and which is $u_* = k\bar{u}_h$, where k is the constant. The aerodynamic shape of such stands is permanent. In the current stands this linear dependence is frequently invalid and with higher $\bar{u}_h$ values the u_* values grow slowly. The relation between u_* and $\bar{u}_h$ can then be based on Hayashi as $u_* = k(\bar{u}_h)^q$, where k, q are constants. This is a difference in quality which determines the aerodynamic shape of the stand. In our case the logarithmic equation $u_* = 0.577 \ln \bar{u}_h + 0.198$ gave a better description of the dependence $u_* = f(\bar{u}_h)$. The experiment showed that the shape of the forest stand was aerodynamically inconstant. It means that the z_0 value was not constant but that it depended on the air flow. This dependence can be expressed as

$$z_0 = h \left(\frac{\kappa}{2.10^{-5} \Gamma} \right)^{-0.181} \exp \left(\frac{\kappa \Gamma}{-5.52} \right)$$

where κ = Kármán's constant. The following parameters were found for the forest stand: $m = -4.52$ and $\beta = 2.10^{-5}$. With an increasing air flow at low values of wind velocity at the h level, the z_0 grows, but from a certain Γ value the z_0 value decreases with increasing wind velocity. Next we studied the dependence of the effective roughness parameter

$$\eta = \frac{\xi_0}{1 - \frac{d}{h}}$$

on the nondimensional velocity Γ . This dependence is analytically well described by the exponential equation in the shape of $\eta = 0.285 \exp(-0.056 \Gamma)$. The effective roughness parameter is a function of the effective zero-plane displacement and is immediately affected by the aerodynamic properties of the stands. Although it is one of the most important stand characteristics, this parameter has not been systematically studied.

Kontaktní adresa:

RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Fakulta agronomická, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

VÝSLEDKY MONITORINGU KARPOFÁGOV BUKA LESNÉHO (*FAGUS SYLVATICA* L.) NA SLOVENSKU

RESULTS OF MONITORING OF CARPOPHAGOUS FAUNA ON THE EUROPEAN BEECH (*FAGUS SYLVATICA* L.) IN SLOVAKIA

P. Kelbel

Botanická záhrada UPJŠ, Mánesova 23, 043 52 Košice

ABSTRACT: Research on beechnut health was conducted in Slovakia in 1992-1994. Fifteen samples coming from 13 forest establishments were analyzed in 1992, in the year of good seed crop. In 1993, when the seed crop was bad, samples from three forest establishments only were available while in 1994, in the year of a better crop, samples came from five forest establishments. A total of 9036 beechnuts were analyzed. The moth *Cydia fagiglandana* ZELL. was a dominant pest, a sporadic occurrence of the moth *Cydia amplana* HB. was observed in two samples from 1992 (Košice Forest Establishment and Zvolen State Forest Establishment). The total average rate of beechnut infestation with *Cydia fagiglandana* was 10.12% over the three years, the average rate for productive years (1992 and 1994) was 7.52%. Infested beechnuts were fully damaged and did not germinate at all; hence the method of beechnut swimming (in order to eliminate empty or insect-attacked ones) can be recommended as a method of fast selection of beechnuts.

Fagus sylvatica; carpophages; *Cydia fagiglandana*

ABSTRAKT: V rokoch 1992-1994 sa uskutočnil prieskum zdravotného stavu bukvic na Slovensku. V roku 1992 počas dobrej semennej úrody sa analyzovalo 15 vzoriek pochádzajúcich z 13 lesných závodov. V roku 1993 vzhľadom na neúrodu sme mali k dispozícii vzorky len z troch lesných závodov, v roku 1994 pri zlepšenej úrode z piatich lesných závodov. Celkový počet analyzovaných plodov dosiahol 9 036. Dominantným škodcom bol obaľovač *Cydia fagiglandana* ZELL., len v dvoch vzorkách z roku 1992 (LZ Košice a ŠLP Zvolen) sa zaregistroval sporadický výskyt obaľovača *Cydia amplana* HB. Celkový priemerný rozsah napadnutia bukvic obaľovačom *Cydia fagiglandana* za tri roky dosiahol 10,12 %, priemer počas úrodných rokov (1992 a 1994) bol 7,52 %. Napadnuté plody boli úplne znehodnotené a neklíčivé, preto metódu plavenia bukvic (za účelom vylúčenia plodov prázdnych alebo napadnutých hmyzom) môžeme odporučiť ako metódu rýchlej selekcie plodov.

Fagus sylvatica; karpofágy; *Cydia fagiglandana*

ÚVOD

Buk lesný (*Fagus sylvatica* L.) je na Slovensku najrozšírenejšou a hospodársky veľmi dôležitou listnatou drevinou, tvoriacou nielen rozsiahle rovnomeré porasty, ale aj pestré porastové zmiešavaniny s mnohými listnatými a ihličnatými drevinami. Z toho vyplýva vysoká spotreba bukvic pri zabezpečovaní obnovných prác v lesnom hospodárstve. V dôsledku zmien pôvodných stanovištných podmienok sa intervaly medzi semennými rokmi u buka nepravidelne predlžujú, čo zvyšuje nároky na čo najlepšie zhodnotenie bohatej semennej úrody a vylúčenie faktorov, znižujúcich množstvo a kvalitu bukvic. Medzi najvýznamnejšie negatívne činitele patria v predzberovom období poveternostné faktory a hmyzí škodcovia.

Literatúra o hmyzích škodcoch bukvic je veľmi skromná, v domácej literatúre sa obmedzuje na monografie Čermáka (1952) a Křísteka et al. (1992). Predbežné výsledky prieskumu hmyzích škodcov bukvic boli publikované v samostatnom príspevku (Kelbel, 1994). V zahraničí sa problematikou hmyzích škodcov bukvic zaoberalo viacero autorov, väčšinou však išlo o súborné práce – napr. Gäbler (1954), Gusev, Rimskij-Korsakov (1961), Kapuściński (1966), Zemkova (1980), Chutorcov, Anikejko (1981) a ďalší. Zaregistrovali sme výskyt iba dvoch úzko špecializovaných prác, a to článku švédskych autorov Nilssona, Wästljunga (1987) a príspevku Skrzypczyńskiej (1996).

Ďalší autori hodnotili poškodenie bukvic z pestovateľského hľadiska s ohľadom na zabezpečenie prirodze-

nej obnovy bukových porastov, napr. Huss et al. (1972), Wolf (1982) a iní.

MATERIÁL A METODIKA

V rokoch 1992–1994 sa uskutočnil prieskum zdravotného stavu bukvič na Slovensku. V roku 1992 počas bohatej semennej úrody sa analyzovalo 15 vzoriek pochádzajúcich z 13 lesných závodov. V nasledujúcom roku vzhľadom na neúrodu sme mali k dispozícii vzorky len z troch lesných závodov a v roku 1994 pri zlepšenej fruktifikácii buka z piatich lesných závodov. Celkový počet analyzovaných plodov bol 9 036. Kontrola každej vzorky sa vykonala röntgenografickou metódou na röntgenovom prístroji japonskej firmy SOTEX IMB s mäkkými X- lúčmi na vtedajšom pracovisku Ústavu dendrobiológie SAV – Arborétum Mlyňany. Z každej odobranej vzorky sa podľa štandardnej seminárskej metodiky urobil výber 4 x 100 ks plodov, ktoré sa následne röntgenovali. Vyhodnotením röntgenových snímok sa zistil rozsah napadnutia hmyzom ako aj podiel plných a prázdnych plodov. Prehľad údajov o pôvode vzoriek uvádzajú tab. I až III.

VÝSLEDKY

Dominantným škodcom bol obaľovač *Cydia fagiglandana* ZELL., len v dvoch vzorkách z roku 1992 (LZ Košice a ŠLP Zvolen) sa zaregistroval zanedbateľný výskyt obaľovača *Cydia amplana* HB. V prvom prípade šlo o napadnutie dvoch, v druhom jedného plodu. V tabuľkách preto uvádzame iba hlavného škodcu *Cydia fagiglandana*. Spôsob poškodenia bukvič zodpovedá údajom literatúry. Plody boli úplne vyžraté a vyplnené čiernym guľovitým trusom, čím boli úplne znehodnotené a neklíčivé. Húsenice opúšťali plody na jeseň malým elipsovitým otvorom v osemeni. Preležanie lariev v plodoch sme nezaregistrovali, možnosť diapauzy v pôde sa nezistovala. Na rozdiel od žaluďov, u ktorých je veľmi variabilný rozsah vnútorného poškodenia, u bukvič bol rozsah vnútorného poškodenia plodov vždy 100%, preto metódu plavenia bukvič za účelom vylúčenia plodov prázdnych alebo napadnutých hmyzom môžeme odporučiť. Podrobné výsledky analýz udávajú tab. I až III.

V roku 1992 sa napadnutie obaľovačom *Cydia fagiglandana* pohybovalo v rozpätí od 0,00 (ŠLP Zvolen) do 34,32 % (LZ Košice – LS Jasov). Pomerne vysoké napadnutie sa vyskytlo aj na LZ Margecany (18,75 %) a LZ Smolenice (16,25 %). Celkové priemerné napadnutie dosiahlo 7,42 % (tab. I). Medzi jednotlivými lokalitami boli značné rozdiely v rozsahu napadnutia, variabilný koeficient pri rozsahu napadnutia dosiahol až 108,07 % (tab. IV).

V roku 1993 sa vzhľadom na neúrodu napadnutie hmyzom výrazne zvýšilo, čím sa empiricky potvrdila existencia negatívneho korelačného vzťahu medzi roz-

sahom napadnutia plodov hmyzom a výškou semennej úrody. Rozsah napadnutia sa pohyboval od 13,00 % (LZ Sobrance) do 43,25 % (ŠLP Zvolen) a v priemere dosiahol 27,17 %, čo je 3,67-násobný vzrast oproti predchádzajúcemu roku.

V roku 1994 pri zlepšenej fruktifikácii sa rozsah napadnutia obaľovačom *Cydia fagiglandana* znížil takmer na úroveň roku 1992 a dosiahol 7,80 %. Najnižšie napadnutie plodov bolo na ŠLP Zvolen – 1,00 %, naopak najvyššie na LZ Piešťany – 16,00 %.

Priemerné napadnutie obaľovačom za tri roky dosiahlo 10,12 %, priemerné napadnutie za dva úrodné roky (1992 a 1994) 7,52 %.

DISKUSIA

Sledované roky sa vyznačovali extrémnym priebehom klimatických činiteľov, zvlášť extrémne vysokými teplotami a vlhkovým deficitom. Následkom toho došlo k predčasnému opadu bukvič (Surovec, Mayerová, 1993), ale aj k zasychaniu plodov priamo na stromoch a k výskytu vysokého počtu suchých plodov v rozborových vzorkách, a to hlavne v roku 1993, v niektorých vzorkách aj v roku 1994.

Na poškodení bukvič sa podľa Čermáka (1952) a Křístečka et al. (1992) podieľajú húsenice obaľovačov, a to hlavne *Cydia fagiglandana* ZELL., *C. amplana* HB., *C. splendana* HB. a *Pammene fasciana* L. Niektoré staršie literárne údaje o hospodárskej významnosti jednotlivých druhov však neobsahujú presnú kvantifikáciu. Čermák (1952) napr. písal o motýľovi *Laspeyresia grossana* HW. (syn. *Cydia fagiglandana* ZELL.), že sa u nás všade hojne vyskytuje a spôsobuje dosť škôd, ktoré celkom unikajú pozornosti. Altum (in Čermák, 1952) sa zmieňuje o tom, že v roku 1875 húseničky uvedeného škodcu zničili mnoho tisíc bukvič. Slukina (in Zemkova, 1980) uvádza, že poškodenie týmto škodcom kolíše v západnej Európe v rozsahu 50–80 % a na Kryme od 25 do 30 %. Nilsson, Wästljung (1987) zistili ako najvýznamnejšieho škodcu bukvič obaľovača *Cydia fagiglandana*, poškodenie ktorým dosiahlo 3,1 % v semennom roku, v nesemennom roku až 38 %. Súčasne sa zistila negatívna korelačná závislosť medzi veľkosťou poškodenia a veľkosťou stromu. Autori vyslovili hypotézu, že proces opelenia spolu s hmyzími škodcami by mohli byť hlavnými faktormi, ktoré ovplyvňujú evolúciu semenných rokov v bukových porastoch. Skrzypczyńska (1996) zistila napadnutie bukvič obaľovačom *Cydia fagiglandana* v rozsahu 8,3 % v roku dobrej semennej úrody. Naše výsledky napadnutia hmyzími škodcami korešpondujú s posledne menovanou prácou, keď priemerný rozsah napadnutia plodov v rokoch s dobrou semennou úrodou dosiahol 7,52 %. V roku 1993 počas slabej semennej úrody dosiahol napadnutie plodov v priemere 27,17 %, najviac na ŠLP Zvolen (43,25 %). V čase slabej semennej úrody sa stávajú hmyzí škodcovia významným faktorom redukujúcim kvalitu semien.

I. Výsledky analýz vzoriek bukvic v roku 1992 – Results of analyses of beechnut samples in 1992

Lesný závod ¹	Lesná správa, resp. poľosie ²	Semenárska oblasť ³	Číslo dielca, resp. uznanej jednotky ⁴	Vek ⁵	Nadmorská výška ⁶ (m)	Počet kontrolných plodov ⁷ (ks)	Cydia fagiglandana		Suché bukvice ⁸		Celkové poškodenie ⁹	
							(ks)	(%)	(ks)	(%)	(ks)	(%)
Bardejov	Lukov	1	188 – 11	115	620	400	18	4,50	41	10,25	59	14,75
Humenné	Humenné	1	111a	110	550	400	20	5,00	35	8,75	55	13,75
Košice	Čermeľ	1	33	105	450	400	13	3,25	46	11,50	59	14,75
Košice	Jasov	7	243	110	270	236	81	34,32	123	52,12	204	86,44
Margecany	Margecany	1	56 – 10	114	630	400	75	18,75	23	5,75	98	24,50
Medzilaborce	Krásny Brod	1	27e ₁	95	690	400	10	2,50	45	11,25	55	13,75
Piešťany	Chtelnica	6	279a	130	270	400	48	12,00	130	32,50	178	44,50
Prešov	Solivar	1	65	105	530	400	8	2,00	28	7,00	36	9,00
Slanec	Slanec	1	261 – 11	105	590	400	31	7,75	61	15,25	92	23,00
Smolenice	Pila	5	299	110	520	400	65	16,25	33	8,25	98	24,50
Sobrance	Hľivišťa	1	15511344 – 005	105	500	400	14	3,50	37	9,25	51	12,75
Stropkov	Stropkov	1	119	130	300	400	33	8,25	19	4,75	52	13,00
Trenčín	Dolná Súča	2	18 – 10	125	430	400	15	3,75	34	8,50	49	12,25
Trenčín	Stará Turá	2	88 – 00	110	520	400	2	0,50	29	7,25	31	7,75
Zvolen – ŠLP	Kováčová	2	D – 418	128	350	400	–	–	19	4,75	19	4,75
Celkom ¹⁰						5 836	433	7,42	703	12,05	1 136	19,47

¹forest establishment, ²forest administration or district, ³seed production area, ⁴subcompartment No. or certified unit No., ⁵age, ⁶height above sea level, ⁷number of checked beechnuts, ⁸dry beechnuts, ⁹total damage, ¹⁰total

II. Výsledky analýz vzoriek bukvic v roku 1993 – Results of analyses of beechnut samples in 1993

Lesný závod ¹	Lesná správa, resp. polesie ²	Semenárska oblasť ³	Číslo dielca, resp. uznanej jednotky ⁴	Vek ⁵	Nadmorská výška ⁶ (m)	Počet kontrolných plodov ⁷ (ks)	<i>Cydia fagiglandana</i>		Suché bukvice ⁸		Hniloba plodov ¹¹		Celkové poškodenie ⁹	
							(ks)	(%)	(ks)	(%)	(ks)	(%)	(ks)	(%)
Mestské lesy Košice	Čermeľ	1	33	106	450	400	101	25,25	292	73,00	–	–	393	98,25
Sobrance	Hľivišťa	1	15511344 – 005	106	500	400	52	13,00	97	24,25	28	7,00	177	44,25
Zvolen – ŠLP	Kováčová	2	D – 418	129	350	400	173	43,25	215	53,75	–	–	388	97,00
Celkom ¹⁰						1 200	326	27,17	604	50,33	28	2,33	958	79,83

For 1–10 see Tab. I, ¹¹bechnut rot

III. Výsledky analýz vzoriek bukvic v roku 1994 – Results of analyses of beechnut samples in 1994

Lesný závod ¹	Lesná správa, resp. polesie ²	Semenárska oblasť ³	Číslo dielca, resp. uznanej jednotky ⁴	Vek ⁵	Nadmorská výška ⁶ (m)	Počet kontrolných plodov ⁷ (ks)	<i>Cydia fagiglandana</i>		Suché bukvice ⁸		Hniloba plodov ¹¹		Celkové poškodenie ⁹	
							(ks)	(%)	(ks)	(%)	(ks)	(%)	(ks)	(%)
Košice	Jasov	7	243	112	270	400	52	13,00	93	23,25	–	–	145	36,25
Kriváň	Divín	2	1552325 – 014	125	400	400	20	5,00	15	3,75	1	0,25	36	9,00
Revúca	Ratková	2	1552329 – 007	110	500	400	16	4,00	28	7,00	8	2,00	52	13,00
Piešťany	Chľelica	6	279a	132	270	400	64	16,00	140	35,00	12	3,00	216	54,00
Zvolen – ŠLP	Kováčová	2	D – 418	130	350	400	4	1,00	28	7,00	–	–	32	8,00
Celkom ¹⁰						2 000	156	7,80	304	15,20	21	1,05	481	24,05

For 1–11 see Tab. II

	Priemer ¹	Smerodajná odchýlka ²	Variačný koeficient ³ (%)	Stredná chyba ⁴ (%)
Vek ⁵	113,80	9,83	8,63	2,31
Nadmorská výška ⁶	481,33	129,14	26,83	7,17
<i>Cydia fagiglandana</i> (%)	7,42	8,01	108,07	28,88

¹average, ²standard deviation, ³coefficient of variation, ⁴standard error, ⁵age, ⁶height above sea level

Navyše medzi jednotlivými lokalitami boli značné rozdiely v rozsahu napadnutia plodov, čím sa potvrdzujú naše predchádzajúce poznatky z analýz plodov iných druhov drevín. Pokiaľ ide o hypotézu Nilssona, Wästljunga (1987) o faktoroch evolúcie semených rokov v porastoch buka, k jej pravdivosti nemôžeme zaujať jednoznačné stanovisko aj vzhľadom na doteraz úplne neobjasnený mechanizmus pôsobenia komplexu endogénnych a exogénnych faktorov ovplyvňujúcich fruktifikáciu dreveny a periodicitu semenných rokov.

ZÁVER

Na základe monitoringu karpofágov buka lesného (*Fagus sylvatica*) sa dospelo k nasledujúcim záverom:

1. Dominantným škodcom bukvíc je obaľovač *Cydia fagiglandana*, ktorý v semennom roku znehodnotil v priemere 7,52 % bukvíc, ale v roku so slabou semennou úrodou môže zničiť takmer tretinu úrody bukvíc, pričom škody môžu byť lokálne vyššie.
2. Pri poškodení bukvíc obaľovačom *Cydia fagiglandana* vo všetkých prípadoch došlo k úplnému vyžratiu a tým znehodnoteniu semena, vzhľadom na to odporúčame pre lesnícku prax metódu plavenia bukvíc ako rýchlu metódu selekcie napadnutých a neklíčivých plodov.
3. Pri analýzach sa mimoriadne osvedčila röntgenografická metóda analýzy semien ako nielen presná metóda diagnostiky plodov napadnutých hmyzom, ale aj vysoko objektívna metóda rýchleho zistenia klíčivosti semien.

Podakovanie

Podakovanie patrí pracovníkom lesníckej prevádzky za ochotu a spoluprácu pri zabezpečovaní vzoriek materiálu a osobitne kolektívu Oddelenia biológie drevín Ústavu ekológie lesa Zvolen, pracovisko Nitra, pod vedením Ing. Aurélie Kamenickej, CSc., za pomoc pri röntgenografickej kontrole semien.

Literatúra

- ČERMÁK, K., 1952. Hmyzí škůdci semen našich lesních dřevin. Práce výzk. Úst. lesn., I, Praha, Brázda: 5–87.
- GÄBLER, H., 1954. Tierische Samenschädlinge der einheimischen forstlichen Holzgewächse. Radebeul und Berlin, Neumann Verlag: 56.
- GUSEV, V. I. – RIMSKIJ-KORSAKOV, M. N., 1961. Lesnaja entomologija. Moskva a Leningrad, Goslesbumizdat: 486.
- HUSS, J. – KRATSCH, H. D. – RÖHRING, E., 1972. Ein Erfahrungsbericht über Massnahmen zur Förderung der Buchennaturverjüngung bei der Mast 1970 in 8 Forstämtern Südniedersachsens. Forst u. Holzwirt, 27 (17): 365–370.
- CHUTORCOV, I. I. – ANIKEJENKO, N. P., 1981. Kormovoje značenie lesnych plodov semejstva bukovych i uničtoženije ich životnymi. Lesovedenie, 3: 83–85.
- KAPUŚCINSKI, S., 1966. Szkodniki owadzie nasion drzew lesnych. Warszawa, PWRiL: 158.
- KELBEL, P., 1994. Prieskum hmyzích škodcov buka lesného (*Fagus sylvatica*) na Slovensku. Správy Slovenskej entomologickej spoločnosti pri SAV 6 (2–4): 19–23.
- KRÍSTEK, J. – JANČÁŘ, V. – PROCHÁZKOVÁ, Z. – SKRZYPCZYŃSKA, M. – UROŠEVIĆ, B., 1992. Škůdci semen, šišek a plodů lesních dřevin. Praha, Brázda: 286.
- NILSSON, S. G. – WÄSTLJUNG, U., 1987. Seed predation and cross-pollination in mast-seeding beech (*Fagus sylvatica*) patches. Ecology, 68 (2): 260–265.
- SKRZYPCZYŃSKA, M., 1996. Uszkodzenia nasion buka zwyczajnego *Fagus sylvatica* L. w Ojcowskim Parku Narodowym. Sylwan, CXL: 123–125.
- SUROVEC, D. – MAYEROVÁ, R., 1993. Čo hrozí lesom v roku 1993? Les, 49: 6–8.
- WOLF, G., 1982. Beobachtungen zur Entwicklung von Baumsamlingen im Eichen-Hainbuchen und Eichen-Buchenwald. Struktur und Dynamik von Wäldern. Bericht des 25. Internationalen Symposiums der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde, Rinteln 13.–16. 4. 1981: 475–494.
- ZEMKOVA, R. I., 1980. Vrediteli generativnyh organov listvennyh introductov. Kyjev, Naukovaja dumka: 197.

Došlo 21. 7. 1998

RESULTS OF MONITORING OF CARPOPHAGOUS FAUNA ON THE EUROPEAN BEECH (*FAGUS SYLVATICA* L.) IN SLOVAKIA

P. Kelbel

Botanical Garden of P. J. Šafárik University, Mánesova 23, 043 52 Košice

Research on the health state of beechnuts in Slovakia was conducted in 1992–1994. Fifteen samples coming from 13 forest establishments (FE) were analyzed in 1992, when a high seed crop was produced. Samples from three forest establishments only were available in 1993 due to a poor seed crop while samples from five forest establishments were analyzed in 1994, when a seed crop was better. A total of 9036 beechnuts were analyzed. The moth *Cydia fagiglandana* ZELL. was a dominant pest, only in two samples from 1992 (Košice FE and Training Forest Enterprise – TFE – at Zvolen) was a sporadic presence of the moth *Cydia amplana* HB. recorded.

The infestation with *Cydia fagiglandana* ranged from 0.00 (Zvolen TFE) to 34.32% in 1992 (Košice FE – Jasov Forest Administration) (Tab. I). The total average infestation amounted to 7.42% (Tab. I). Large differences in the rate of infestation were determined between the localities, coefficient of variation for the rate of infestation was 108.07% (Tab. IV).

The infestation with insects largely increased in 1993 due to a low seed crop; it confirmed a negative correlation between the rate of beechnut infestation with insects and the level of seed crop. The rate of infestation ranged from 13.00% (Sobrance FE) to 43.25% (Zvolen TFE) (Tab. II), its average value was 27.17%, indicating a 3.67 increase against the preceding year.

The rate of infestation with the moth *Cydia fagiglandana* decreased to the 1992 rate in 1994, when fructification was better, amounting to 7.80%. The lowest rate of beechnut infestation was recorded in Zvolen TFE – 1.00% while the highest rate was determined in Piešťany FE – 16.00% (Tab. III).

The total average rate of beechnut infestation with the moth *Cydia fagiglandana* was 10.12% over the three years, the average of the years with high seed crop (1992 and 1994) was 7.52%. The following conclusions were drawn on the basis of monitoring of the carpophagous fauna of European beech (*Fagus sylvatica*):

1. The moth *Cydia fagiglandana* is a dominant pest of beechnuts; it damaged on average 7.52% of beechnuts per seed year, but in the year with low seed crop it can destroy almost a third of the beechnut crop while the extent of damage can be higher at some localities.
2. Damage to beechnuts by the moth *Cydia fagiglandana* consisted in complete consumption of seed in all cases, that means in its total destruction; therefore the method of beechnut floating is recommended to foresters as a rapid method of selection of infested and nongerminating fruits.
3. An X-ray analysis of seeds was found as an extraordinarily useful analytical method because it is not only an exact method of diagnostics of fruits infested with insects but also an objective methods of rapid detection of seed germination.

Kontaktná adresa:

Dr. Ing. Peter Kelbel, Botanická záhrada UPJŠ, Mánesova 23, 043 52 Košice, Slovenská republika

MOŽNOSTI VYUŽITIA LETECKÝCH FAREBNÝCH INFRAČERVENÝCH SNÍMOK PRI LESNÍCKOM MAPOVANÍ

USE OF COLOR INFRARED AERIAL PHOTOGRAPHY FOR FOREST MAPPING

Š. Žihlavič

Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

ABSTRACT: Results of coloured infra-red aerial photographs research with a view to their using in forest mapping are mentioned in this paper. Positional and height precision of detail points was obtained by photogrammetric plotting of stereoscopic pair of the photographs at the scale 1 : 15,000 ($m_{xy} = \pm 0.519$ m, $m_H = \pm 0.980$ m), which complies with the 5th forest mapping precision class. Simultaneously an interpretation key was made. Using the interpretation key, identification of line and areal elements at photogrammetric plotting of photographs will be better. It can be also used for interpretation of other forest elements.

coloured infra-red aerial photographs; forest photogrammetric mapping; interpretation key

ABSTRAKT: V práci sú uvedené výsledky výskumu leteckých farebných infračervených snímok so zameraním na ich využitie pre lesnícke mapovanie. Pri fotogrametrickom vyhodnotení stereoskopických dvojíc týchto snímok v mierke 1 : 15 000 sa dosiahla polohová a výšková presnosť podrobných bodov ($m_{xy} = \pm 0.519$ m, $m_H = \pm 0.980$ m), ktorá vyhovuje 5. triede presnosti lesníckeho mapovania. Zároveň bol vyhotovený interpretačný kľúč, za pomoci ktorého sa zlepši identifikácia líniových a plošných prvkov pri fotogrametrickom vyhodnotení snímok. Možno ho využiť aj pre interpretáciu ďalších lesníckych prvkov.

letecké farebné infračervené snímky; lesnícke fotogrametrické mapovanie; interpretačný kľúč

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Súčasný trend lesníckeho mapovania je charakterizovaný prevahou využívania fotogrametrie, ktorej neoddeliteľnou súčasťou je interpretácia polohopisných i výškopisných prvkov a ich následné fotogrametrické vyhodnotenie. S rozvojom diaľkového prieskumu Zeme (DPZ) sa v posledných rokoch čoraz viac v lesníctve začínajú využívať rôzne fotografické i nefotografické snímky, resp. záznamy, ktoré poskytujú množstvo kvantitatívnych i kvalitatívnych informácií. V č. 12 časopisu Lesnictví-Forestry (str. 548–555) bol publikovaný príspevok *Letecké multispektrálne snímky – zdroj informácií pre lesnícke tematické mapovanie* (Žihlavič, 1996) s poukázaním na široké možnosti využitia týchto snímok v oblasti mapovania. Príspevok bol ucelenou časťou z výskumných úloh Katedry hospodárskej úpravy lesov a geodézie Lesníckej fakulty Technickej univerzity vo Zvolene, ktoré sa zaoberali riešením problematiky využitia rôznych materiálov DPZ pre lesnícke mapovanie (Žihlavič et al., 1993, 1996). Metodika pri riešení výskumu v oblasti multispektrálnych snímok bola využitá v ďalšej časti

výskumnej úlohy katedry, ktorá sa zaoberá problematikou leteckých farebných infračervených snímok.

Z prehľadu dostupnej literatúry za posledných 10–15 rokov možno konštatovať, že pozornosť pri leteckých infračervených snímkach je zameraná najmä na zisťovanie zdravotného a produkčného stavu lesa a na zisťovanie zdravotného stavu a poškodenia jednotlivých drevín väčšinou aj s vyhotovením interpretačných kľúčov (napr. Masumy, 1984; Schneider, 1986; Hildebrandt et al., 1988; Židek, Tilkovský, 1993; Račko, 1996, atď.). V oblasti základného a účelového lesníckeho mapovania sa zatiaľ prakticky s nimi neuvažovalo. Snaha o racionalizáciu lesníckeho mapovania vedie k tomu, aby sa pre lesnícke činnosti využíval taký snímkový materiál, ktorý by spĺňal jednak kritériá geometrickej presnosti pre mapovacie práce, jednak by poskytoval prostredníctvom interpretácie špeciálne lesnícke informácie pre tematický obsah máp.

Príspevok obsahuje časť výskumnej úlohy *Mapovanie lesných pozemkov a porastov s podporou metód a prostriedkov DPZ* (Žihlavič et al., 1996), ktorá sa zaoberá posúdením možnosti využitia leteckých farebných infračervených snímok v lesníckom mapovaní.

Na posúdenie možnosti využitia leteckých farebných infračervených snímok pre lesnícke mapovanie boli použité tieto podklady:

a) Diapozitívne snímky zo záujmovej oblasti Školského lesného podniku (ŠLP) Technickej univerzity vo Zvolene v mierke 1 : 15 000 na filme KODAK IRC 2443. Snímky boli vyhotovené v letnom období (august) ako stereoskopické dvojice s pozdĺžnym stereoskopickým prekrytom 60% fotokomorou MK 70 Hasselblad v mierke 1 : 15 000 a vo formáte 5,5 x 5,5 cm. Snímky patria k rade tzv. „kvazimeračských snímok“, pretože je na nich znázornená aj sieť 25 meračských značiek – križov s rozstupom 1 cm, ktorá zabezpečuje dodržanie určitej geometrickej presnosti. Na tvorbe obrazu pri filme KODAK IRC 2443 sa zúčastňujú tri vrstvy filmu senzibilizované pre tri spektrálne oblasti – zelenú, červenú a infračervenú. Spektrálna citlivosť daného filmu sa teda pohybuje v medziach od 350 do 920 nm, t.j. až do oblasti blízkeho infračerveného spektra.

b) Výsledky terestrických geodetických meraní (vlícovacie body, líniové prvky) a terénnej interpretácie, údaje z lesného hospodárskeho plánu a porastová mapa vyhodnocovaného územia.

Experimentálny materiál z terestrického merania predstavoval 12 vlícovacích bodov (polohovo a výškovo určených) pre orientáciu a vytvorenie modelu na univerzálnom fotogrametrickom prístroji TOPOCART D a 34 bodov skúšobného bodového poľa. Všetky terénne merania (určenie polohy a nadmorskej výšky vlícovacích bodov, podrobných bodov polohopisu a výškopisu, určenia hraníc porastov a ostatných líniových prvkov) boli vykonané s takou presnosťou, aby výsledné hodnoty v ďalších rozboroch pri fotogrametrickom vyhodnotení mohli byť považované za hodnoty správne – skutočné.

c) Ďalšie šetrenie bolo zamerané na zisťovanie drevinového zloženia, zakreslenie plošného rozmiestnenia drevín v poraste, identifikáciu plôch s rôznym krytom povrchu, identifikáciu ciest, potokov, hraníc porastov a iných líniových prvkov. Pri identifikácii drevín išlo o oblasti, ktoré boli na snímkach dobre identifikovateľné, teda okraje porastov, hrebeňové partie a pod.

d) Z porastovej mapy ŠLP TU Zvolen, územie Kováčová boli vybrané porasty, na ktoré sa sústredil záujem (porasty č. 304a, 304b, 314, 315a, 315b, 316a, 316b, 317a, 317b, 327a, 327b, 327c, 328, 329) a z lesného hospodárskeho plánu opisy týchto porastov, ktoré slúžili taktiež ako pomôcka pri interpretácii.

Metódy spracovania rozsiahleho experimentálneho materiálu možno rozdeliť na dve skupiny: základné a podporné.

Základnú skupinu metód spracovania tvoria metódy fotogrametrického vyhodnotenia leteckých snímok, metódy na posúdenie geometrickej presnosti pri určovaní polohopisu a výškopisu pri geodetických meraniach a pri fotogrametrickom vyhodnotení jednotlivých dru-

hov leteckých snímok a metódy na interpretáciu týchto snímok.

Na fotogrametrické vyhodnotenie bola použitá metóda dvojsnímkovej fotogrametrie pomocou univerzálného fotogrametrického vyhodnocovacieho prístroja ZEISS TOPOCART D. K dispozícii boli štyri farebné infračervené snímky daného územia, pomocou ktorých sa vytvorili tri priestorové fotogrametrické modely. Na snímkach bolo možné identifikovať 34 bodov skúšobného bodového poľa, ktorých geodetické súradnice (x, y, H) boli určené presnými geodetickými meraniami (polygónové ťahy, rajóny, nivelácia) a pri ďalšom rozbere boli považované za hodnoty správne – skutočné.

Pri orientácii leteckých farebných infračervených snímok na fotogrametrickom prístroji treba poznamenať, že išlo o určité špecifikum vzhľadom na formát snímok (5,5 x 5,5 cm). Komponenty TOPOCARTU D umožňujú orientáciu snímok aj menších formátov ako sú bežne používané formáty meračských snímok.

Pri orientácii snímok sa použil postup, ktorý pozostával z relatívnej orientácie podľa Grubera na základe šiestich identických bodov a z absolútnej orientácie podľa návodu výrobcu na základe štyroch vlícovacích bodov. Vyhodnotenie polohopisu a výškopisu sa vykonalo graficky i číselne.

Pri posudzovaní geometrickej presnosti terénnych geodetických meraní aj fotogrametrického vyhodnotenia sa vychádzalo zo smerníc, návodov, inštrukcií a noriem dotýkajúcich sa katastrálneho i lesníckeho mapovania, predovšetkým z *Inštrukcie na tvorbu základnej mapy SR veľkej mierky 984 211 I/94* (ÚGKK SR, 1993), z *Inštrukcie na práce v polohových bodových poliach 984 121 I/93* (ÚGKK SR, 1994), zo STN 01 3410 – *Mapy veľkých mierok* a z *Pracovných postupov hospodárskej úpravy lesov* (Lesoprojekt Zvolen, 1995). Uvedené predpisy určujú, aké spôsoby geodetických meraní a fotogrametrického vyhodnotenia možno pre jednotlivé druhy mapovania použiť a zároveň stanovujú, akú presnosť geometrického určenia predmetov merania je treba dosiahnuť.

Geometrická presnosť pri určovaní polohopisu a výškopisu sa posudzovala na základe stredných súradnicových chýb m_x a stredných výškových chýb m_H .

Na výpočet chýb m_x , m_H a na posúdenie presnosti bol použitý obvyklý postup vyrovnávacieho počtu podľa Böhma et al. (1990).

Na vizuálnu interpretáciu snímok ako základné metódy boli použité terénna metóda a kancelárska metóda pre jednotlivé snímky i stereoskopické dvojice. Interpretácia bola zameraná na rozšírenie poznatkov zo špeciálnej lesníckej interpretácie predovšetkým na identifikáciu hraníc lesných porastov a pozemkov ako aj na určenie ďalších topografických a špeciálnych lesníckych prvkov.

Pri interpretácii bol zvolený nasledovný postup:

a) Terénne merania (geodetické určenie polohopisu a výškopisu – hranice porastov, lesné cesty, vodstvo, údolnice, chrbátnice) a prešetrovanie (opisy porastov, grafické zobrazenie rozmiestnenia jednotlivých druhov

drevín v poraste, voľné plochy, charakteristika pôdneho krytu a pod.) záujmového územia.

b) Terénna interpretácia snímok.

c) Kancelárska interpretácia snímok (voľným okom, lupa, stereoskop, fotogrametrický model).

V rámci kancelárskej interpretácie boli pre jednotlivé interpretované prvky stanovené interpretačné znaky. Interpretáciu vykonávali okrem autora ďalší traja pozorovatelia.

d) Overenie výsledkov kancelárskej interpretácie v teréne. V rámci tejto časti sa spresnili určené interpretačné znaky.

e) Zovšeobecnenie interpretačných znakov pre jednotlivé interpretované prvky.

f) Vyhodenie interpretačných kľúčov.

V rámci terénnej i kancelárskej interpretácie boli použité aj výsledky z lesných hospodárskych plánov a porastové mapy.

Poznatky získané pri interpretácii boli v ďalšom využité pri fotogrametrickom vyhodnotení jednotlivých druhov leteckých snímok s následnými rozbormi geometrickej presnosti.

Podporné metódy pri spracovaní riešenej problematiky predstavovali využitie viacerých softwarových produktov na počítačske i grafické spracovanie terénnych meraní a prvotných údajov získaných z fotogrametrického vyhodnotenia.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

FOTOGRAMETRICKÉ VYHODNOTENIE

Vykonané merania a rozboru ich presnosti ukázali, že pri fotogrametrickom vyhodnotení leteckých farebných infračervených snímok v mierke 1 : 15 000 sa pre podrobné body dosiahla stredná súradnicová chyba $m_{xy} = \pm 0,519$ m a stredná výšková chyba $m_H = \pm 0,980$ m. Táto presnosť vyhovuje 5. triede presnosti mapovania, ktorá je ešte prípustná pri lesníckom mapovaní (Žihlavník, Tunák, 1997).

Tu treba poznamenať, že boli problémy s identifikáciou signalizovaných bodov skúšobného bodového poľa, ktoré boli umiestnené na asfaltovom povrchu lesnej cesty a na pasienku. Body na lesnej ceste boli signalizované náterom kríža bielou farbou. Na fotogrametrickom modeli tento signál farebne takmer splýva s okolím. Body na pasienku boli signalizované bielymi krížovými signálmi z lepenky. Na diapozitívoch sa signály pravdepodobne vplyvom iradiácie zobrazili zväčšenými bielymi kruhovými plochami, v ktorých nebolo možné jednoznačne identifikovať polohu stabilizačného znaku vličovacieho bodu.

Ukázalo sa, že pri snímkaní na spektrozónálny materiál prednáletová signalizácia vličovacích bodov spôsobmi používanými pre čiernobiele meračské snímky nie je vhodná. Bude potrebné odskúšanie vhodnejších materiálov pre signalizáciu vličovacích bodov, ktoré by zohľadňovali špecifikum spektrozónálneho filmu.

Tým by sa zrejme dosiahli ešte priaznivejšie výsledky. Ide najmä o podrobné body určované priamo na teréne, kde nastavenie stereoskopickej značky je jednoznačnejšie.

VIZUÁLNA INTERPRETÁCIA

Okrem fotogrametrického vyhodnotenia vykonala sa priamo na fotogrametrickom modeli aj vizuálna interpretácia farebných infračervených leteckých snímok s využitím stereoskopického vjemu. Interpretácia bola zameraná na topografické prvky a dreviny, t.j. pre oblasť tematického mapovania so snahou o vytvorenie interpretačného kľúča, ktorý by obsahoval podrobnú charakteristiku prvkov na základe všetkých dostupných interpretačných znakov včítane priestorového usporiadania.

Len podľa farebného vyjadrenia bolo možné identifikovať tieto prvky: cesty asfaltové a poľné, plochy bez vegetácie, budovy, lúky, listnatý a ihličnatý porast, vodné plochy a z jednotlivých drevín smrek, jedľa a borovicu. Pri listnatých drevinách jednotlivé druhy drevín na základe farebného vyjadrenia je možné len ťažko identifikovať. Veľmi dobre možno identifikovať sucháre.

Pri interpretácii na základe ostatných interpretačných znakov sa identifikácia zlepšila posúdením tvaru korún a priestorového vjemu (tvar drevín). Interpretácia sa zvyšuje o rozlíšenie listnatých aj ihličnatých porastov vo veku asi do 40 a nad 40 rokov. Výraznejšie možno odlišiť od seba ihličnaté dreviny a aj pri listnatých drevinách už je možné odlišiť aj niektoré jednotlivé dreviny (dub, buk).

Vizuálna interpretácia jednotlivých snímok

Pri interpretácii boli určované topografické i niektoré špeciálne lesnícke prvky. Vyhodnotenie sa vykonalo len vizuálne (voľným okom pomocou lupy) ako jednodsímkové, teda sa nemohli uplatniť priestorové znaky. Snímky mali malé rozmery 5,5 x 5,5 cm, čo sťažovalo interpretáciu voľným okom, preto boli cez projektor zväčšené a premietnuté, čím sa zlepšila identifikácia niektorých znakov, no hlavne vličovacích bodov.

Určované boli tieto prvky: plochy s porastom a iné plochy, cesty, ihličnaté a listnaté porasty, jednotlivé druhy drevín, plošné rozmiestnenie drevín v rámci porastu a hranice lesných porastov.

Výsledky interpretácie boli potom porovnané s testrickým šetrením priamo v teréne, pri ktorom bola načrtnutá mapa s hranicami porastov, drevinovým zložením, zakreslením priestorového rozmiestnenia drevín a identifikáciou plôch s rôznym krytom povrchu.

K jednotlivým interpretovaným prvkom možno po porovnaní so skutočným stavom uviesť, že:

- Jednoznačne sú odlišiteľné plochy s lesným porastom a ostatné plochy. Celkovo dobre sú rozlíšiteľné aj listnaté porasty od ihličnatých – hlavne podľa štruktúry korún a odtieňa farby. Podľa farby a štruktúry možno odlišiť aj vekove veľmi rozdielne porasty.

(mladé porasty sú svetlejšie sfarbené a majú jemnejšiu štruktúru než staré). Ďalším odlišiteľným znakom boli plochy s rastlinným krytom odlišujúce sa farbou od ornej pôdy a dokonca v rámci pôd s rastlinným krytom boli odlišiteľné pokosené časti (farba purpurová) od nepokosených (farba šedá).

- Interpretácia jednotlivých drevín pri listnatých drevinách je prakticky nemožná, no pri ihličnatých drevinách sa dali, aj keď s ťažkosťami, odlíšiť borovica, smrek a jedľa.

Vizuálna interpretácia na fotogrametrickom modeli

Vizuálna interpretácia na fotogrametrickom modeli (TOPOCART D) umožnila využitie stereoskopického vnemu. Na modeli boli interpretované tieto prvky:

- plochy s porastom a iné plochy,
- listnaté a ihličnaté porasty,
- jednotlivé druhy drevín (v rámci nich dreviny so zníženou vitalitou),
- plošné rozmiestnenie drevín v rámci porastu,
- hranice lesných porastov a iné líniové prvky.

Výsledky interpretácie boli porovnané s terestrickým šetrením v identických porastoch, ktoré bolo vykonané v čase uskutočnenia snímkovacieho letu.

Po porovnaní jednotlivých interpretovaných prvkov so skutočným stavom možno skonštatovať nasledovné:

- Plochy porastené drevinami a ostatné plochy sú jednoznačne odlišiteľné. Veľmi dobre možno rozlíšiť listnaté porasty od ihličnatých, prípadne homogénne skupiny listnatých a ihličnatých drevín podľa štruktúry, tvaru a farby korún. Pomerne dobre možno rozlíšiť vekovo a výškovo diferencované porasty. Identifikáciu výškovo rozdielných porastov (dokonca aj jednotlivých stromov) umožňuje stereoskopické videnie. Mladé porasty majú oproti starším jemnejšiu štruktúru a sú v jemnejších odtieňoch ako staršie, ktorých farba prechádza až do bordovej. Jednoznačne odlišiteľné sú trávnaté porasty (lúky, pasienky, polia s kultúrou) od ornej pôdy; hlavným odlišovacím znakom je farba. Viditeľný je aj rozdiel vo farbe pokoseného a nepokoseného trávnatého porastu (farba purpurová a farba šedá).
- Interpretácia jednotlivých drevín pri listnatých drevinách je prakticky nemožná, lebo majú veľmi podobnú štruktúru a sfarbenie. Z ihličnatých drevín je naopak jasne identifikovateľný smrek, typický svojou stavbou koruny, textúrou, sfarbením a rozmiestnením tieňa. Dobre je identifikovateľná jedľa (svojím typickým hniezdovitým ukončením koruny), ale tiež borovica (najmä farebné odlišenie a výstavba koruny).

V poraste sú úplne zreteľne identifikovateľné stromy choré, poškodené, alebo s inak zníženou vitalitou (sucháre), ktoré sa od zdravých odlišujú farbou (postupným ubúdaním purpurovej farby až po sivú).

- Letecké farebné infračervené snímky by sa dali využiť pri identifikácii hraníc lesných porastov. Ak sa

porovnajú hranice a líniové objekty z mapového podkladu a zo snímok, možno na snímkach identifikovať pomerne značnú časť hraníc. Jednoznačne identifikovateľné sú tie porastové hranice, ktoré tvoria okraje porastov alebo lesné priesečky. Pomerne dobre sú identifikovateľné aj hranice medzi porastami vekovo a výškovo diferencovanými, resp. diferencovanými drevinovým zložením (listnaté, ihličnaté), zápojom alebo vnútornou priestorovou výstavbou porastu. Niektoré hranice, resp. líniové objekty sú identifikovateľné veľmi slabó, prípadne vôbec. Jedná sa napríklad o hranice medzi porastami s rovnakým drevinovým zložením, úplným zápojom, podobnou priestorovou výstavbou atď. Veľmi slabó rozlíšiteľné sú v niektorých prípadoch aj poľné cesty, ktoré na niektorých úsekoch splývajú s lúkou, respektíve sa strácajú v poraste, a ich identifikácia je len príbližná.

Interpretačný kľúč

Vizuálnou interpretáciou leteckých farebných infračervených snímok a za pomoci fotogrametrického priestorového modelu bolo možné určiť týchto 16 prvkov: cesta asfaltová, cesta poľná, budovy, pokosená lúka, nepokosená lúka, orná pôda, vodná plocha, listnatý porast

1. Interpretačný kľúč – topografické prvky a dreviny na leteckých farebných infračervených snímkach – Interpretation key – topographic elements and tree species on the colored infrared aerial photographs

1. časť – základné farebné vyjadrenie interpretovaných prvkov – 1st part – basic color expression of the interpreted elements

Interpretovaný prvok ¹⁷	Farba ¹⁸
1. Cesta asfaltová ¹	belaso sivá
2. Cesta poľná ²	hnedo sivá
3. Budovy ³	biela
4. Pokosená lúka ⁴	fialová
5. Nepokosená lúka ⁵	fialovo sivá
6. Orná pôda ⁶	sivo zelená
7. Vodná plocha ⁷	modrá
8. Listnatý porast asi do 40 rokov ⁸	purpurová
9. Listnatý porast asi nad 40 rokov ⁹	purpurová
10. Ihličnatý porast asi do 40 rokov ¹⁰	tmavo bordová
11. Ihličnatý porast asi nad 40 rokov ¹¹	bordová
12. Smrek ¹²	bordová
13. Jedľa ¹³	bordovo fialová
14. Borovica ¹⁴	purpurovo fialová
15. Listnaté dreviny ¹⁵	purpurová
16. Sucháre ¹⁶	sivá

¹macadam road, ²field road, ³buildings, ⁴mown meadow, ⁵unmown meadow, ⁶arable land, ⁷water surface, ⁸broadleaved stand younger than 40 years, ⁹broadleaved stand older than 40 years, ¹⁰coniferous stand younger than 40 years, ¹¹coniferous stand older than 40 years, ¹²spruce, ¹³fir, ¹⁴pine, ¹⁵broadleaved trees, ¹⁶dead trees, ¹⁷interpreted element, ¹⁸color

Interpretovaný prvok ¹⁷	Slovný opis ¹⁸
1. Asfaltová cesta ¹	Na snímke sa javí v belaso sivej farbe. Je jasne rozoznateľná, problémy s presnou identifikáciou jej okrajov vznikajú pri prechode porastom, kde možnosť identifikácie znižuje tieň korún stromov.
2. Poľná cesta ²	Nejaví sa na celej dĺžke rovnakou farbou, je rozoznateľná ako dva rovnobežné pásy, pričom sa strieda farba sivá s hnedosivou. V strede cesty možno vylišiť fialový pás trávy. Miestami, kde nebola pokosená tráva, je jej identifikácia takmer nemožná. Dobré odlišiteľná od asfaltovej cesty.
3. Budovy ³	Sú veľmi ostro a jasno vylíšiteľné. Strechy sa javia ako jasne biele, čo spôsobilo ich priame osvetlenie slnkom. Dobré rozlišiteľné je vrhnutý tieň. Druh povrchu striech nie je určiteľný.
4. Pokosená lúka ⁴	Je veľmi dobre odlišiteľná od plôch porastených drevinami, kríkmi, vodných plôch i od ornej pôdy. Je farebne odlišená od nepokosenej lúky. Javí sa vo fialovej farbe.
5. Nepokosená lúka ⁵	Jej farba prechádza od fialovej až do sivej, čo možno vysvetliť zmenami vlhkosti. Odlišiteľná od pokosenej lúky.
6. Orná pôda ⁶	Je jasne, hlavne farebne, odlišiteľná od plôch s rastlinným krytom. Jej farba je dosť netypická, sivo zelená, čo možno vysvetliť nízkym obsahom vody v pôde.
7. Vodné plochy a toky ⁷	Farebne sú jasne odlišiteľné od ostatných objektov na snímke. Javia sa v modrej farbe. Problém je pri identifikácii potokov, lebo v lese sú zakryté porastom a na lúke sú rozoznateľné podľa farby len miestami, ináč iba podľa zárezu v teréne.
8. Porasty listnaté asi do 40 rokov ⁸	Javia sa v purpurovej farbe s jemnou textúrou, výšková diferenciácia stromov je málo rozoznateľná, koruny jednotlivých stromov nie sú identifikovateľné.
9. Porasty listnaté asi nad 40 rokov ⁹	Farba je porovnateľná s porastami mladšími s tým rozdielom, že sú identifikovateľné (najmä pri menšom zápoji) koruny jednotlivých stromov a medzery medzi nimi. Textúra je výrazne škvrnitá.
10. Porasty ihličnaté asi do 40 rokov ¹⁰	Farba je tmavo bordová. Vrcholky stromov vytvárajú typickú jemnú bodovú textúru, ktorá vyplýva z tvaru koruny ihličnatých drevín a umožňuje identifikáciu jednotlivých stromov.
11. Porasty ihličnaté asi nad 40 rokov ¹¹	Javí sa v bordovej farbe, slnkom osvetlené vrcholky korún stromov sú ružové. Je tu výrazne hrubšia bodová textúra a lepšia možnosť identifikácie jednotlivých stromov.
12. Smrek ¹²	Farba koruny je bordová, osvetlený vrchol koruny je ružový. Je veľmi dobre rozoznateľný v poraste so zreteľným vrcholom. Konáre vytvárajú lúče, textúru má lúčovitú až hviezdovitú.
13. Jedľa ¹³	Javí sa vo farbe bordovo fialovej, väčšinou nemá výrazný vrchol ako smrek. Vytvára plochú korunu – tzv. „bocianie hniezdo“. Textúra je hviezdovitá.
14. Borovica ¹⁴	Farba je purpurovo fialová. Nemá taký výrazný vrchol ako smrek. Koruna je tupo ukončená bez výraznej textúry. Má kruhovitý tvar so zvlneným okrajom.
15. Listnaté dreviny ¹⁵	Farba sa pohybuje od purpurovo červenej po bordovú. Pri ich odlíšení sa nedá spoľahnúť na farebný odtieň. Majú škvrnitú textúru.
16. Sucháre ¹⁶	Farba je sivá. Jednoznačne odlišiteľná od ostatných stromov.

¹macadam road, ²field road, ³buildings, ⁴mown meadow, ⁵unmown meadow, ⁶arable land, ⁷water surface, ⁸broadleaved stand younger than 40 years, ⁹broadleaved stand older than 40 years, ¹⁰coniferous stand younger than 40 years, ¹¹coniferous stand older than 40 years, ¹²spruce, ¹³fir, ¹⁴pine, ¹⁵broadleaved trees, ¹⁶dead trees, ¹⁷interpreted element, ¹⁸verbal description

asi do 40 rokov, listnatý porast asi nad 40 rokov, ihličnatý porast asi do 40 rokov, ihličnatý porast asi nad 40 rokov, smrek, jedľa, borovica, listnaté dreviny a sucháre.

Ide o prvky topografickej povahy i špeciálne prvky lesnícke, ktoré možno využiť pre lesnícke tematické mapovanie.

Pre uvedené prvky bol zostrojený interpretačný kľúč *Topografické prvky a dreviny na leteckých farebných infračervených snímkach*, ktorý má dve časti:

1. Základné farebné vyjadrenie interpretovaných prvkov (tab. I).
2. Slovný opis interpretovaných prvkov (tab. II).

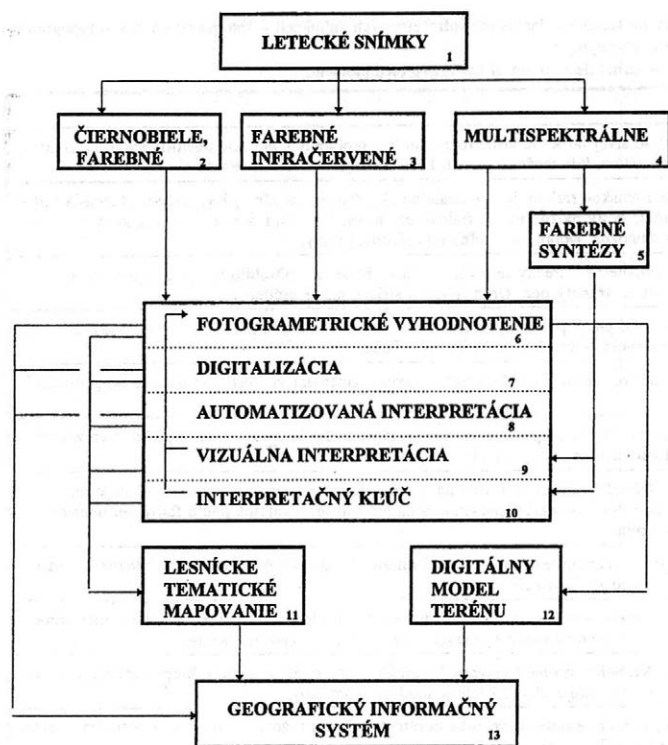
Interpretačný kľúč možno využiť vo viacerých oblastiach, najmä:

- pri identifikácii hraníc lesných porastov,
- pri identifikácii líniových a plošných prvkov,

- pri posúdení plošného rozmiestnenia skupín listnatých a ihličnatých drevín v rámci porastov,
- pri interpretácii niektorých druhov drevín, najmä ihličnatých (smrek, jedľa, borovica) a suchárov v porastoch.

K zostaveniu interpretačného kľúča treba poznamenať, že pri interpretácii sa brali do úvahy iba tie výsledky, ktoré zodpovedali obdobiu, keď boli snímky zhotovené; v prvej časti kľúča sa uvádza iba tá farba interpretovaného prvku, ktorá je prevládajúca.

Určité odchýlky a špecifiká pre príslušný prvok sú uvedené v druhej časti kľúča. Pri slovnom opise v druhej časti interpretačného kľúča sú uvedené len tie interpretačné znaky, ktoré sú charakteristické pre farebné infračervené snímky. Práca s týmto kľúčom predpokladá, že interpretátor má skúsenosti s interpretáciou klasických čiernobielych leteckých snímkov.



1. Možnosti využitia leteckých snímok v lesníctve – Possibilities of using aerial photographs in forestry

¹aerial photographs, ²black and white color, ³color infrared, ⁴multispectral, ⁵color synthesis, ⁶photogrammetries evaluation, ⁷digitalization, ⁸automation interpretation, ⁹visual interpretation, ¹⁰interpretation key, ¹¹forestry thematic mapping, ¹²digital terrain model, ¹³GIS

ZÁVER

Výskum v oblasti leteckých farebných infračervených snímok ukázal, že tieto snímky poskytujú množstvo kvantitatívnych a kvalitatívnych informácií pre rôzne oblasti lesníctva, najmä:

- na fotogrametrické vyhodnotenie polohopisu a výškopisu a následnú tvorbu lesníckych máp,
- na vizuálnu interpretáciu topografických a špeciálnych lesných prvkov,
- na tvorbu digitálneho modelu terénu (DMT).

Výsledky fotogrametrického vyhodnotenia ukázali, že tieto snímky možno využiť na tvorbu polohopisu i výškopisu. Pri snímkach v mierke 1 : 15 000 sa pre podrobné body polohopisu dosiahla stredná súradnicová chyba $m_{xy} = \pm 0,519$ m a stredná výšková chyba $m_H = \pm 0,980$ m. Táto presnosť postačuje pre lesnícke mapovanie v 5. triede presnosti.

Vizuálna interpretácia leteckých farebných infračervených snímok preukázala ich praktickú využiteľnosť pre identifikáciu rôznych topografických prvkov (cesty, plochy bez vegetácie, lúky, listnaté a ihličnaté porasty, vodné plochy), niektorých druhov ihličnatých drevín (smrek, borovica, jedľa) a suchárov.

Výsledkom vizuálnej interpretácie je interpretačný kľúč *Topografické prvky a dreviny na leteckých farebných infračervených snímkach*, ktorý sa skladá z dvoch častí:

1. Základné farebné vyjadrenie interpretovaných prvkov.
2. Slovný opis interpretovaných prvkov.

Interpretačný kľúč možno využiť vo viacerých oblastiach najmä pri identifikácii hraníc lesných porastov a ďalších líniových a plošných prvkov.

Obdobným postupom ako Žihlavič (1996) je možno z údajov fotogrametrického vyhodnotenia vytvoriť digitálny model terénu.

Nevýhodou skúmaných leteckých farebných infračervených snímok je to, že prekrytový priestor pri použitých snímkových dvojiciach formátu 5,5 x 5,5 cm (fotokomora MK 70 Hasselblad) je malá plocha, čo znižuje ich hospodárne využitie pri mapovacích prácach. Uvedené výsledky však možno jednoznačne aplikovať aj pre snímky väčšieho formátu, ktorých vyhotovenie je len technická záležitosť (vhodná fotokomora a film).

Možnosti hospodárneho využitia farebných infračervených snímok sú vo vhodnom spojení ich fotogrametrického vyhodnotenia a interpretácie pre tematické mapovanie, tvorby DMT, interpretácie pre iné oblasti lesníctva (zdravotný stav a poškodenie drevín, taxačné veličiny, plošné a líniové prvky pre projekčné a rozhodovacie úlohy a pod.) a prepojenia na GIS. Prehľadne je to ukázané na obr. 1, ktorý podáva celkový pohľad na možnosti využitia leteckých snímok rôznych druhov pre lesníctvo.

Literatúra

- BŮHM, J. – RADOUCH, V. – HAMPACHER, M., 1990. Teorie chyb a vyrovnávací počet. Praha, Geodetický a kartografický podnik: 416.

- HILDEBRANDT, G. et al., 1988. Auswertung von Color-Infrarot-Luftbildern. Arbeitsgruppe Forstlicher Luftbildinterpretation (ALF), Wien: 32.
- MASUMY, S. A., 1984. Interpretationsschlüssel zur Auswertung von Infrarot-Luftbildern für die Waldschadensinventur. Allg. Forstz., 27: 687-689.
- RAČKO, J., 1996. Fotoletecký monitoring zdravotného stavu lesov. Lesn. štúd., 54, SAP Bratislava: 68.
- SCHNEIDER, W., 1986. Rechnergestützte Interpretation von Farb-Infrarot-Luftbildern zur Erkennung und Kartierung von Waldschädigungen. Mitt. Forstl. Bundesvers.-Anst. Wien, Nr. 157: 47-53.
- ŽIDEK, V. - TILKOVSKÝ, P., 1993. Integrované využití spektrozónálních leteckých snímků velkého měřítka při výzkumu rezervace Kněžyně (Beskydy). In: Aplikácia diaľkového prieskumu Zeme v lesníctve. Zvolen, TU, LF: 106-113.
- ŽÍHLAVNÍK, Š., 1996. Letecké multispektrálne snímky - zdroj informácií pre lesnícke tematické mapovanie. Lesníctví-Forestry, 42: 548-555.
- ŽÍHLAVNÍK, Š. - CHUDÝ, F. - PALAGA, J., 1993. Mapovanie rozmiestnenia kvantitatívnych a kvalitatívnych znakov lesa využitím metód DPZ. [Záverečná správa.] Zvolen, TU, LF: 62.
- ŽÍHLAVNÍK, Š. - CHUDÝ, F. - TUNÁK, D., 1996. Mapovanie lesných pozemkov a porastov s podporou metód a prostriedkov DPZ. [Záverečná správa.] Zvolen, TU: 62.
- ŽÍHLAVNÍK, Š. - TUNÁK, D., 1997. Fotogrametrické určovanie polohy bodov na leteckých spektrozónálnych snímkach. Acta Fac. for. Zvolen., XXXIX: 157-167.

Došlo 21. 7. 1998

USE OF COLOR INFRARED AERIAL PHOTOGRAPHY FOR FOREST MAPPING

Š. Žíhlavník

Technical University, Faculty of Forestry, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

Research on color infrared aerial photography has shown that aerial photographs provide a plenty of quantitative and qualitative information for different fields of forestry, namely:

- for photogrammetric plotting of planimetry and altimetry, and subsequent construction of forest maps,
- for visual interpretation of topographic and special forest elements,
- for construction of a digital model of terrain (DMT).

The results of photogrammetric plotting showed that these photographs could be used for planimetry and altimetry purposes. The mean error of coordinates $m_{xy} = \pm 0.519$ m and the mean error of altitude $m_H = \pm 0.980$ m were calculated for detailed points of planimetry on photographs at a scale of 1 : 15,000. This precision is sufficient for forest mapping of the 5th precision class.

Visual interpretation of color infrared aerial photographs demonstrated their practical applicability for identification of different topographic elements (roads, areas without vegetation growth, meadows, broad-leaved and coniferous stands, water surfaces), some coniferous species (spruce, pine, fir) and dead trees.

Tree-grown areas and other areas are clearly identifiable. It is possible to distinguish broadleaved stands from coniferous ones, or homogeneous groups of broadleaved and coniferous trees with respect to crown structure, shape and color. Age and height differentiated stands are also relatively easily identifiable. Identification of height differentiated stands (even of the separate trees) is facilitated by stereoscopy. Young stands have finer structure than the older ones, and their color shades are more delicate than those of older stands, the color of which can approach claret-red.

Grasslands (meadows, pastures, cropped fields) are clearly distinguishable from arable land, color is the main identification character. Difference in the color of mown and unmown grasslands is also identifiable (purple and gray colors).

Interpretation of the particular species for broadleaved species is not practically possible because their structure and color are very similar. As for coniferous species, spruce is clearly identifiable by its crown shape, texture, color and shadow projection. Fir (by its typical nest-like top of crown) as well as pine (color differentiation and crown shape) are well-identifiable.

It is possible to identify diseased and damaged trees or trees with anyhow reduced vitality (dead trees) within a stand that have different color from the sound ones (purple color is gradually fading to gray color).

It was possible to identify these 16 elements by visual interpretation of color infrared aerial photographs and by photogrammetric spatial model: macadam road, field road, buildings, mown meadow, unmown meadow, arable land, water surface, broadleaved stand younger than 40 years, broadleaved stand older than 40 years, coniferous stand younger than 40 years, coniferous stand older than 40 years, spruce, fir, pine, broadleaved trees and dead trees.

These are elements of topographic nature and special forest elements that can be used for thematic forest mapping.

An interpretation key *Topographic Elements and Trees on Color Infrared Aerial Photos* was constructed, consisting of two parts:

1. Basic color expression of interpreted elements (Tab. I).
2. Verbal description of interpreted elements (Tab. II).

The interpretation key can be used for several purposes, namely:

- for identification of forest stand boundaries,
- for identification of linear and areal elements,
- for evaluation of areal distribution of groups of broad-leaved and coniferous trees in the stands,
- for interpretation of some tree species, mainly coniferous ones (spruce, fir, pine) and dead trees in the stands.

It is to note that only the results describing the season of taking photographs were used for the construction of interpretation key, and only the prevailing color of an interpreted element is indicated in the first part of the key.

The second part of the key shows some deviations and specific characters of the element concerned. Only the interpretation characters typical of color infrared photographs are included in verbal descriptions in the second part of interpretation key. It is assumed for the use of this key that interpreters have some experience of the interpretation of classical black and white aerial photographs.

Applying a similar method like in issue No. 12 of the journal *Lesnictví-Forestry* (Žihlavník, 1996), it is possible to make a digital model of terrain on the basis of data from photogrammetric plotting.

A small area of overlapping of the used pairs of photographs 5.5 x 5.5 cm in size (MK 70 Hasselblad camera) is a disadvantage of color infrared aerial photographs, diminishing their economical use for mapping. But the results can be explicitly applied to photographs of larger size; to make them is a technical problem only (suitable camera and film).

Economical use of color infrared aerial photographs consists in appropriate combination of their photogrammetric plotting and interpretation for thematic mapping, DMT construction, interpretation for other forestry purposes (tree health and damage, mensurational variables, areal and linear elements for projection and decision problems, etc.) and interconnection with GIS. It is clearly illustrated in Fig. 1 showing the general view of possibilities of using various kinds of aerial photographs in the forestry sector.

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Štefan Žihlavník, CSc., Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika

KAMBIOXYLOFÁGNÍ FAUNA SMRKŮ STRESOVANÝCH VÁCLAVKOU A KOŘENOVNÍKEM VRSTEVNATÝM

CAMBIOXYLOPHAGOUS FAUNA OF SPRUCE-TREES UNDER STRESS OF HONEY FUNGUS AND WOOD DECAY

E. Kula¹, W. Zabecki²

¹Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

²Akademia rolnicza, Lesnická fakulta, ul. 29. Listopada 46, 31 425 Krakow

ABSTRACT: Cambioxylophagous fauna was studied in spruce stands suffering from the stress of fungal pathogens (*Armillaria* spp., *Heterobasidion annosum*) in the mountainous area of the Beskids (North Moravia). The presence of fungal pathogens influenced the structure of cambioxylophagous sinusia, spruce attractivity to the attacks by some subcortical and wood-destroying species and the extent of colonization niche.

Norway spruce; *Picea abies*; root-rotting fungi; *Armillaria* sp.; *Heterobasidion annosum*; cambioxylophagous fauna; the Beskids

ABSTRAKT: V horské oblasti Beskyd (severní Morava) byla studována kambioxylofágní fauna ve smrkových porostech stresovaných houbovými patogeny (*Armillaria* spp., *Heterobasidion annosum*). Přítomnost houbových patogenů ovlivnila strukturu synuzie kambioxylofágů, atraktivitu smrku k napadení některými podkorními a dřevokaznými druhy i šířku níky osídlení.

smrk ztepilý; *Picea abies*; václavka; *Armillaria* spp.; *Heterobasidion annosum*; kambioxylofágní fauna; Beskydy

ÚVOD

Přibližně třetina smrkových porostů je v České republice ohrožena václavkou (*Armillaria* spp.) a kořenovníkem vrstevnatým *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.; tím se významně snižuje zdravotní stav stromů a stabilita lesních porostů. Právě pokles stability se projevuje zvýšenou četností vývrátů a zlomů pod vlivem působících abiotických činitelů, a tím se vytváří živný materiál pro kambioxylofágní hmyz. Houbami zasažené kořenový systém stojících stromů přispívá k poruše transportu vody a vyvolává fyziologický stres, který se projevuje změnou kvality i kvantity kůry a lýka. Na změny v chemickém složení volatilitních látek v lýku v souvislosti s nedostatkem vody upozornili Rudinski (1966), Renwick, Vité (1972), Huges (1973).

Madziara-Borusiewicz, Strzelecka (1977) uvádějí, že václavkou napadené smrky měly vysoký podíl limonenu, phellandrenu, camphenu a bornyl acetátu, ale snížené zastoupení α pinenu, zatímco zdra-

vý strom má vysoký obsah α pinenu, nízký podíl limonenu a phellandrenu. Vyšší množství myrtenolu v terpenových olejích stromů oslabených houbovými patogeny může vysvětlit sníženou atraktivitu těchto stromů pro lýkožrouta smrkového *Ips typographus* (L.), neboť myrtenol je znám jako hlavní složka atraktantu kůrovců a agregačního feromonu izolovaného ze zadních střev jiných kůrovců než *I. typographus* (Rudinski et al., 1974).

Ke vlivu houbových patogenů na atraktivitu a faunu kambioxylofágů smrku se vyjádřili Kisielowski (1978), Christiansen, Huse (1980) a Křístek, Urban (1994).

METODIKA A MATERIÁL

Smrkové porosty povodí nádrže Šance (Beskydy) se vyznačují dlouhodobě základním stavem kambioxylofágů. V letech 1994–1996 v 60–100letých smrkových porostech charakterizovaných body monitorovací sítě bylo vytěženo 319 aktivních kůrovcových stromů nebo

1–2 roky starých kůrovcových souší. Každý analyzovaný strom byl v celém profilu kmene a větví odkorněn a podle požerků, případně imag byl postupně v jednometrových sekcích stanoven výskyt kambioxylofagů a stupeň napadení v kategoriích: rozptýlený, zvýšený a silný (Kula, Zabeckí, 1997a). Současně byl vzorník charakterizován taxonomickými parametry, sociálním postavením v porostu, přítomností houbových patogenů a stanovištními podmínkami. I když na živých smrčích může parazitovat šest druhů václavků – např. václavka smrková *Armillaria ostoyae* (Romagn./Herink), václavka hlízovitá *A. bulbosa* (Barla) Kille et Watl., václavka severní *A. borealis* Marxmüller et Korhonen (Černý, 1989), nebyly jednotlivé druhy václavků rozlišovány, ale zahrnuty do jednoho původního kumulativního druhu václavka obecná (s.l.), *Armillaria mellea* (Wahl) Karst. s.l.

Ke zhodnocení kambioxylofágní fauny jsme užili četnosti výskytu jednotlivých druhů v závislosti na sociálním postavení stromu a přítomnosti kořenového houbového patogena. Pro porovnání synuzie kambioxylofagů v profilu kmene byly zvoleny srovnávací jednometrové sekce (oddenková, středu kmene, pod korunou, středu koruny a vrcholku koruny).

CHARAKTERISTIKA OBLASTI

Smrkové porosty povodí nádrže Šance jsou součástí LHC Ostravice v Moravskoslezských Beskydách v severovýchodním okraji karpatského oblouku. Nacházejí se v nadmořské výšce 500–1 200 m, většinou na příkrých svazích 15–25°.

Přes existující škody větrem a sněhem se v minulosti *I. typographus* v hodnocené oblasti nepřemnožil. V decenniu 1956–1965 byla kůrovcová situace příznivá, škůdce byl v základním stavu, což bylo zdůvodněno drsnými klimatickými podmínkami, porostní čistotou a kvalitní kontrolou škůdce. Kůrovcová ohniska nebyla zjištěna. Roční kůrovcová hmota včetně lapáků dosahovala 1 850 m³. V decenniu 1966–1975 nebyl zaznamenán zvýšený stav kůrovce a roční výše kůrovcových těžeb včetně lapáků se mírně zvýšila (3 800 m³). Rozhodující formou obrany bylo kladení lapáků (ročně 2 200 m³). Vstupující trend vývoje se projevil u dřevokazé čárkováně *Xyloterus lineatus* (Oliv.). V decenniu 1976–1984 nastal mírný vzestup druhů *I. typographus*, lýkožrouta lesklého *Pityogenes chalcographus* (L.) a lýkožrouta menšího *Ips amitinus* (Eichh.) ve hřebenových a podhřebenových partiích Smrku (polesí Čeladná a Samčanka). Souběžně s lapáky se od roku 1979 ve sledované oblasti uplatňují ke kontrole druhu *I. typographus* feromonové lapače s odparníkem Pheroprax a Etokap. V letech 1985–1992 byli kůrovci ve smrkových porostech v základním stavu. Ke zvýšenému výskytu druhů *I. typographus*, *I. amitinus* a *P. chalcographus* došlo po r. 1992 v důsledku sucha, ale poškození na větších plochách nenastalo s výjimkou vrcholkových partií, kde se vytvářela menší kůrovcová ohniska. Na celém území LS Ostravice se pak vyskytovaly jednotlivé

vé souše s jejich vyšším zastoupením v „předních horách“. Průměrně bylo ročně zpracováno 2 827 m³ dřeva poškozeného kůrovci včetně lapáků.

VÝSLEDKY

Stromy bez přítomnosti houbových patogenů (91 ks) byly napadeny 24 druhy podkorního a dřevokazného hmyzu. U nadúrovňových smrků (25 ks) dosáhl mezi 20 druhy nejvyšší četnost výskytu *P. chalcographus* (88 %), *I. amitinus* (80 %), *I. typographus* (76 %) a lýkohub obecný *Hylurgops palliatus* (Gyll.) (60 %). Významný podíl v zastoupení jsme zaznamenali i u lýkožrouta obecného *Pityophthorus pityographus* (Ratz.) (56 %), *X. lineatus* (50 %), lýkohuba matného *Polygraphus poligraphus* (L.) (48 %) a tesaříka *Obrium brunneum* (Fabr.) (44 %) (tab. I).

Na stromech úrovňových ze 23 zástupců kmenové fauny hlavní skupinu podle četnosti výskytu tvořil *P. chalcographus* (86,4 %), *I. amitinus* (68,2 %), *I. typographus* (59,1 %), *X. lineatus* (54,5 %) a *P. pityographus* (52,3 %) (tab. I, obr. 1).

Celkem 19 druhů kambioxylofagů bylo zachyceno na podúrovňových smrčích s rozhodujícím výskytem druhů *P. pityographus* (68,2 %) a *P. chalcographus* (50 %) (tab. I).

Při porovnání stromů různého sociálního postavení se projeví rozdíly ve frekvenci výskytu některých druhů. Sociální postavení stromu neovlivnilo četnost výskytu kůrovce pařezového *Dryocoetes autographus* (Ratz.), *P. poligraphus* a tesaříka korového *Rhagium inquisitor* (L.). Snižující atraktivita se projevila ústupem četnosti výskytu od nadúrovňových k podúrovňovým stromům u druhů *O. brunneum*, *H. palliatus*, *I. amitinus*, *I. typographus*, lýkohuba haluzového *Phthorophloeus spinulosus* Rey., *P. chalcographus*, tesaříka hnědého *Tetropium fuscum* (Fabr.), *X. lineatus*. Opačný trend závislosti se projevil u druhů: tesařík podkorový *Molorchus minor* (L.), smolák smrkový *Pissodes harcyniae* (Herbst), *P. pityographus*, kozlíček přeslenový *Pogonocherus fasciculatus* (De Geer), lýkohub štětinatý *Xylechinus pilosus* (Ratz.) (tab. I).

Stromy úrovňové napadené václavkou v pařezové i kmenové partii stromu byly osídlovány 22 druhy kambioxylofágního hmyzu, z nichž ve vysokém stupni četnosti výskytu se nacházely druhy *P. chalcographus* (84 %), *P. pityographus* (68 %), *I. amitinus* (68 %) a *P. poligraphus* (60 %). Střední četnost výskytu byla charakteristická pro zástupce *X. lineatus* (44 %), *O. brunneum* (32 %) a *M. minor* (28 %) (obr. 2).

Na stromech podúrovňových s václavkou rozhodující postavení mezi 25 druhy dosáhli četnosti výskytu *P. pityographus* (78,2 %), *P. poligraphus* (61,8 %), *M. minor* (58,2 %), *P. chalcographus* (56,4 %) a *P. spinulosus* (45,5 %). Se střední četností výskytu byly klasifikovány druhy *I. amitinus* (30,9 %), *O. brunneum* (40 %) a korohod smrkový *Cryphalus abietis* (Ratz.) (27,3 %).

I. Četnost výskytu kambioxylofágů na analyzovaných smrčích podle sociálního postavení stromu a druhu houbového patogena (%) – Frequency of occurrence of cambioxylophagous fauna on analyzed spruce-trees with respect to the social position of tree and the species of fungal pathogen (%)

(1 – nadúrovňový – dominant tree, 2 – úrovňový – codominant tree, 3 – podúrovňový strom – subdominant tree/0 – bez houbového patogena – without fungal pathogen, 1 – *Armillaria* sp., 2 – *H. annosum*, 3 – *Armillaria* sp. + *H. annosum*)

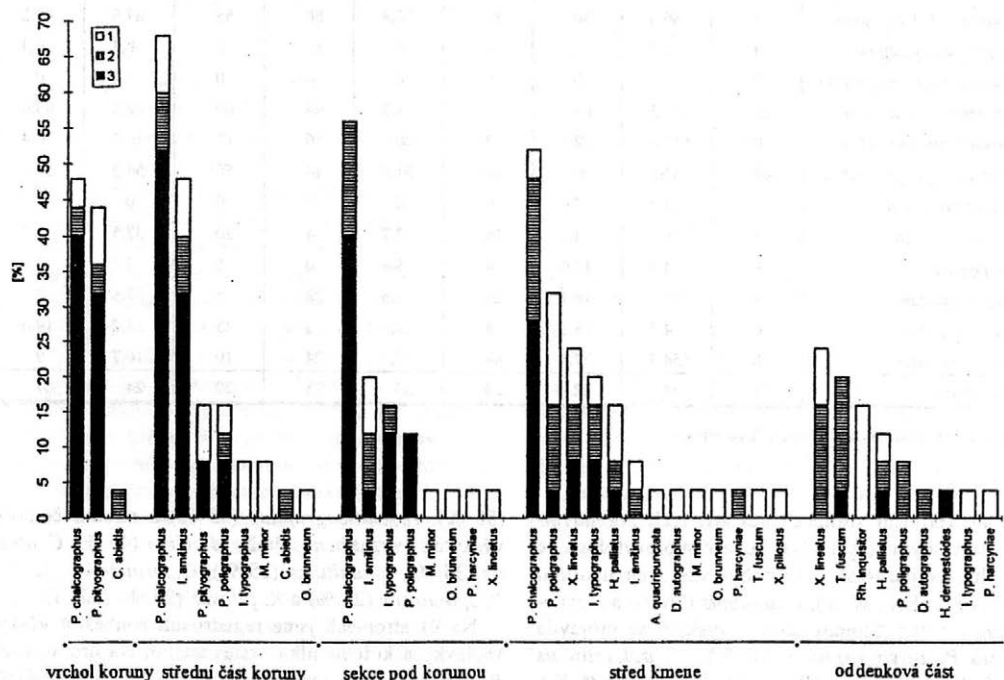
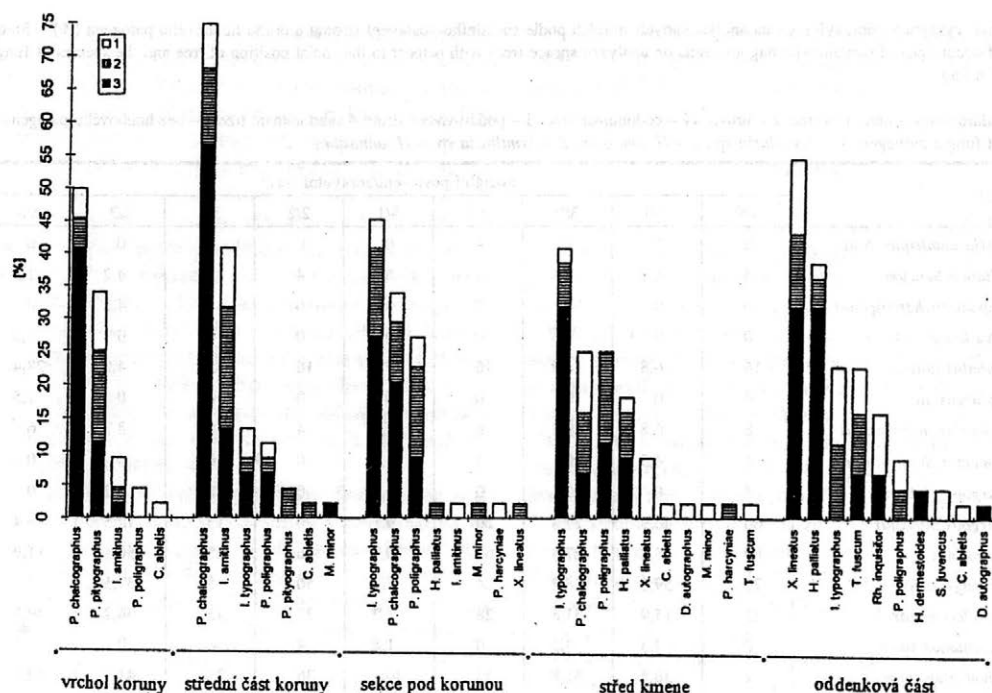
Druh ¹	Sociální postavení/zdravotní stav ²								
	1/0	2/0	3/0	2/1	3/1	2/2	3/2	2/3	3/3
<i>Antaxia quadripunctata</i>	0	0	0	4	0	0	5	0	0
<i>Callidium aeneum</i>	4	4,5	0	4	5,4	4	5	4,2	1,5
<i>Camponotus herculeanus</i>	0	0	0	0	0	0	5	4,2	0
<i>Clytus lama</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
<i>Cryphalus abietis</i>	16	6,8	18,2	16	27,3	16	35	4,2	28,4
<i>Crypturgus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
<i>Dryocoetes autographus</i>	8	6,8	9,1	8	1,8	4	10	8,3	6
<i>Hylcoetes dermestoides</i>	4	4,5	0	4	1,8	0	0	0	0
<i>Hylurgops glabratus</i>	4	0	0	0	1,8	0	0	4,2	0
<i>Hylurgops palliatus</i>	60	40,9	27,3	20	9,1	20	15	12,5	16,4
<i>Ips amitinus</i>	80	68,2	27,3	68	30,9	76	25	50	11,9
<i>Ips typographus</i>	76	59,1	18,2	24	7,3	56	5	37,5	3
<i>Molorchus minor</i>	12	15,9	31,8	28	58,2	32	45	54,2	49,2
<i>Monochamus sutor</i>	0	2,3	4,5	0	1,8	4	0	0	1,5
<i>Obrium brunneum</i>	44	38,6	31,8	32	40	36	25	41,7	52,2
<i>Orthotomicus starki</i>	0	0	0	0	1,8	0	0	0	0
<i>Phthorophloeus spinulosus</i>	32	18,2	18,2	20	45,5	40	25	25	46,3
<i>Pissodes harcyniae</i>	12	6,8	27,3	20	7,3	4	10	8,3	7,5
<i>Pissodes piniphilus</i>	0	0	0	0	1,8	0	0	0	0
<i>Pissodes scabricollis</i>	0	0	0	0	3,6	4	0	4,2	0
<i>Pityogenes chalcographus</i>	88	86,4	50	84	56,4	80	55	87,5	49,2
<i>Pityophthorus exsculptus</i>	4	2,3	0	4	0	12	0	8,3	4,4
<i>Pityophthorus micrographus</i>	0	0	0	0	0	0	0	4,2	0
<i>Pityophthorus pityographus</i>	56	52,3	68,2	68	78,2	44	60	62,5	68,6
<i>Pogonocherus fasciculatus</i>	0	13,6	22,7	4	20	16	15	16,7	10,4
<i>Polygraphus poligraphus</i>	48	43,2	50	60	61,8	44	55	54,2	59,7
<i>Polygraphus punctifrons</i>	0	2,3	0	0	0	0	0	0	1,5
<i>Rhagium inquisitor</i>	12	18,2	13,6	16	12,7	4	20	37,5	7,5
<i>Sirex juvencus</i>	8	4,5	13,6	4	5,4	0	5	4,2	3
<i>Tetropium fuscum</i>	28	25	18,2	20	3,6	28	5	37,5	3
<i>Xylechinus pillosus</i>	0	4,5	18,2	8	23,6	0	25	4,2	19,4
<i>Xyloterus lineatus</i>	56	54,5	27,3	44	7,3	24	10	16,7	9
Počet stromů ³	25	44	22	25	55	25	20	24	67

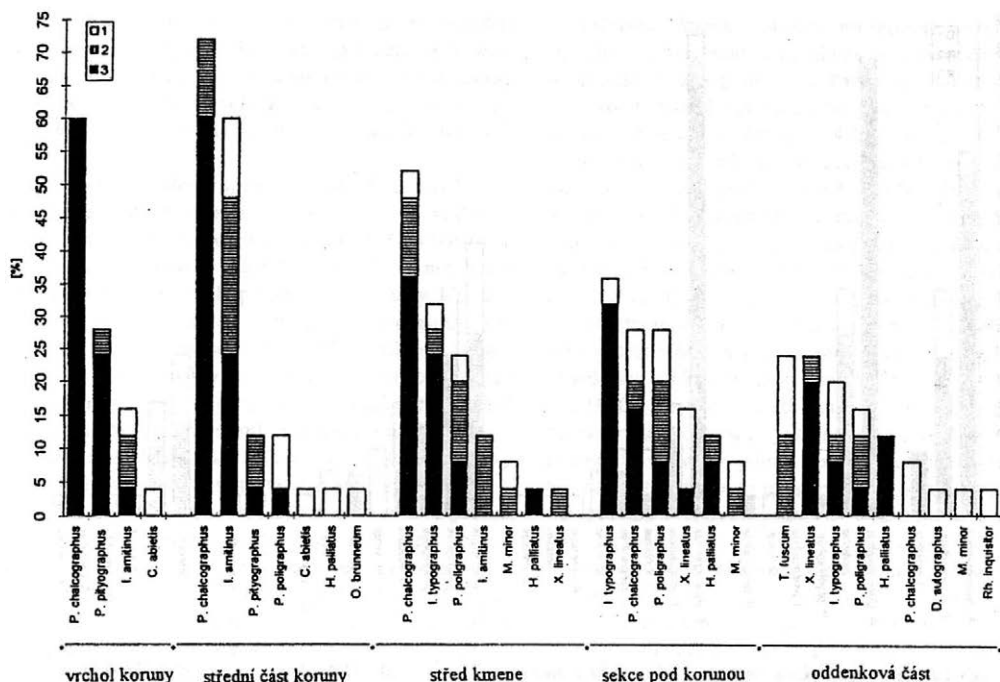
¹species, ²social position/health state, ³tree number

Na úrovních stromech stresovaných kořenovíkem vrstevnatým se skládala fauna kambioxylofágů ze 20 druhů. Nejčastější výskyt byl stanoven u druhu *P. chalcographus* (80 %), *I. amitinus* (76 %) a *I. typographus* (56 %). Střední četnost výskytu se projevila u druhů *P. pityographus* (44 %), *P. poligraphus* (44 %), *P. spinulosus* (40 %), *O. brunneum* (36 %), *M. minor* (32 %) a *T. fuscum* (28 %) (obr. 3). U stromů v podúrovni (21 druhů) byl rozhodující počet stromů atakován druhem *P. pityographus* (60 %), *P. poligraphus*

(55 %), *P. chalcographus* (55 %) a střední četnosti výskytu se vyznačovaly druhy *M. minor* (45 %), *C. abietis* (35 %), *I. amitinus* (25 %), *O. brunneum* (25 %), *P. spinulosus* (25 %) a *X. pilosus* (25 %) (tab. I).

Na 91 stromech jsme registrovali souběžný výskyt václavky a kořenovníku vrstevnatého. Na úrovních stromech, kde se vyvíjelo 24 druhů kambioxylofágů, rozhodující postavení z hlediska četnosti výskytu měl *P. chalcographus* (87,5 %), *P. pityographus* (62,5 %), *P. poligraphus* (54,2 %) a *M. minor* (54,2 %). Se střed-





3. Intenzita výskytu kambioxylofágů (1 – rozptýlený, 2 – zvýšený, 3 – silný) na kmenech ve vertikálním profilu úrovnových smrků stresovaných kořenovníkem vrstevnatým [*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.] – Intensity of occurrence of cambioxylophages (1 – scattered, 2 – increased, 3 – intensive occurrence) on stems in the vertical profile of codominant spruce-trees attacked by wood decay *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.

ní četností výskytu vystupovaly druhy *O. brunneum* (41,7 %) a ve stejné hladině *I. typographus*, *Rh. inquisitor* a *T. fuscum* (37,5 %) (tab. I, obr. 4).

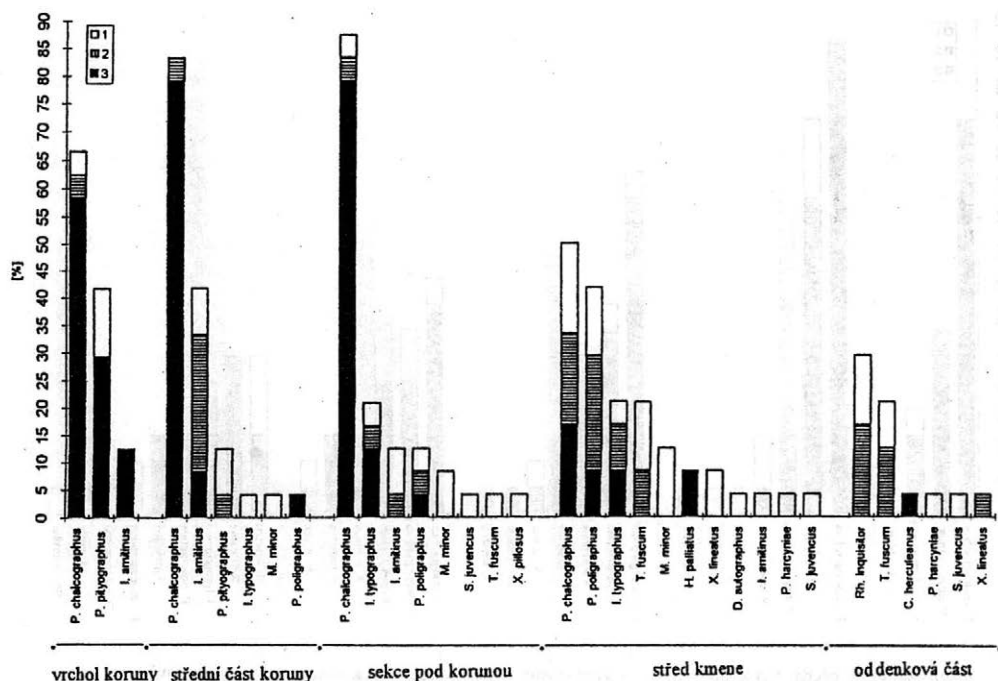
Smrky v podúrovni (23 druhů) byly nejčastěji napadány kambioxylofágy *P. ptyographus* (68,6 %), *P. poligraphus* (59,7 %), *O. brunneum* (52,2 %), *M. minor* (49,2 %) a *P. chalcographus* (49,2 %). Pouze *C. abietis* (28,4 %) se řadil k zástupcům se střední četností výskytu (tab. I).

Rozdíly v četnosti výskytu kambioxylofágů se projevily na nestresovaných stromech úrovnových a podúrovnových stejně jako u stromů atakovaných houbami. Někteří kůrovci spíše reagovali na sociální postavení stromu než na přítomnost houbového patogenu. *C. abietis* preferoval podúrovnové stromy, *H. palliatus* zaznamenal zvýšenou četnost výskytu na úrovnových smrkách napadených václavkou, ale při působení kořenovníku vrstevnatého se rozdíly v sociálním postavení stromu vyrovnaly. *I. typographus* a *I. amitinus* jednoznačně preferovali úrovnové stromy zdravé i napadené houbovými patogeny. *M. minor* s výjimkou souběžného výskytu obou patogenů obecně preferoval stromy podúrovnové. U druhu *O. brunneum* jsme nezaznamenali zřetelný rozdíl mezi stromy úrovně a podúrovně. U *P. spinulosus* se při stresu václavkou projevilo, že podúrovnové stromy byly napadány častěji než úrovnové, přičemž u zdravých stromů byla shoda a u stromů s kořenovníkem vrstevnatým nastala preference úrovnových stro-

mů. *P. chalcographus* se choval shodně na stromech zdravých i houbami napadených, vždy preferoval úrovnové stromy. Shodně lze hodnotit druh *P. ptyographus*, který preferoval podúroveň ve stejném poměru u stromů s patogeny jako u stromů zdravých. *Rh. inquisitor* je zástupce vyskytující se spíše na stromech úrovnových zdravých i s houbovými patogeny než na podúrovnových, s výjimkou stromů napadených kořenovníkem vrstevnatým, kde se projevila preference podúrovnových stromů. Jestliže u druhu *T. fuscum* byla mírná preference zdravých stromů úrovnových, pak u stromů s houbovými patogeny byla shodná a velmi výrazná preference úrovnových smrků. *X. pilosus* byl ovlivněn sociálním postavením stromu více než houbovými patogeny, neboť u zdravých stromů byl poměr četnosti výskytu mezi úrovní a podúrovní shodný s poměrem u stromů s václavkou, kořenovníkem i při souběžném napadení oběma houbovými patogeny. Výrazná preference úrovnových smrků před podúrovnovými se projevila z hlediska četnosti výskytu u druhu *X. lineatus* (tab. I).

DISKUSE

Dosavadní poznatky o možné predispozici smrkových porostů stresovaných houbovými patogeny k naletání a rozvoji kambioxylofágů jsou ve svých závěrech nejednotné a nejednoznačné.



4. Intenzita výskytu kambioxylofágů (1 – rozptýlený, 2 – zvýšený, 3 – silný) na kmenech ve vertikálním profilu úrovnových smrků stresovaných václavkou (*Armillaria* sp.) a kořenovníkem vrstevnatým [*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.]. – Intensity of occurrence of cambioxylophages (1 – scattered, 2 – increased, 3 – intensive occurrence) on stems in the vertical profile of codominant spruce-trees attacked by honey fungus (*Armillaria* sp.) and wood decay *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.

Houbové patogeny – zvláště václavka – jako příčinu fyziologického oslabení a následného úspěšného vyhledávání stromů kůrovci připouští Pfeffer (1950), Kisielowski (1978) a Jankovský (1994), zatímco Christiansen, Huse (1980) tuto roli houbových patogenů neprokázali.

Lesní prostředí studované oblasti není ovlivněno zvýšenou populační hustotou podkorního a dřevokazného hmyzu. Stromy napadené kůrovci se zpravidla nacházely ve sledovaných porostech roztroušeně. Další stresové faktory jako sucho, těžební a polomové zbytky se nevyskytovaly. Porosty jsou celoplošně oslabené imisími bez výrazných rozdílů mezi monitorovacími porosty. Vytváří se tak předpoklad pro hodnocení vlivu houbových patogenů na rozvoj kambioxylofágní fauny smrku. Vzhledem k dřívějšímu prokázání rozdílů ve složení synuzie kambioxylofágů kmene a větví podle sociálního postavení stromu (Kula, Zabecki, 1996, 1997a) byl přijat postup hodnocení, který vychází ze zdravotního stavu odvozeného z působení václavky a kořenovníku vrstevnatého a sociálního postavení stromu. Jiné druhy houbových patogenů nebyly evidovány, neboť jejich výskyt byl sporadický a považujeme je za méně významné. Vzhledem k omezenému počtu analyzovaných nadúrovňových stromů s houbovými patogeny nebyla tato kategorie zařazena do hodnocení.

Ips typographus z hlediska četnosti výskytu jednoznačně preferoval stromy nadúrovňové a úrovnové před

stromy nacházejícími se v podúrovni, a to bez rozdílu, zda byly ovlivněny houbovými patogeny nebo nikoliv. Zároveň podle frekvence výskytu byla celková atraktivita stromů zdravých úrovnových vyšší než stresovaných a zvláště u stromů podúrovňových s houbovými patogeny nenacházel *I. typographus* odpovídající podmínky pro rozvoj. Václavka se nejvíce v této oblasti jako faktor prohlubující predispozici smrku k napadení lýkožroutem smrkovým, jak uvádí Jankovský (1994). Potvrzujeme tak i závěry o změně chemismu a kompozice látek umožňující orientaci lýkožroutovi smrkovému (Madziara-Borusiewicz, Strzelecka, 1977). Působením václavky může být ovlivněna tvorba lýka, snížena jeho tloušťka, čímž nevyhovuje k nalétnutí a rozvoji velkých druhů, k nimž se řadí i *I. typographus* (Pfeffer, 1995).

Polygraphus poligraphus neměl četnost výskytu sociálním postavením analyzovaných stromů zásadním způsobem ovlivněno. Mírné zvýšení provázelo pouze stromy podúrovňové. Vliv zdravotního stavu byl částečně zaznamenán, neboť stromů nestresovaných houbovými patogeny bylo v průměru atakováno o 10–30 % méně proti stromům stresovaným václavkou. Při výskytu kořenovníku vrstevnatého byl stav lýkohuba matného ekvivalentní stromům zdravým. Kwapis, Matuszczyk (1991) uvádějí z polských Beskyd intenzivní výskyt tohoto druhu na stromech s václavkou. Napadení více než 50 % analyzovaných stromů sledované oblasti

povodí nádrže Šance jej řadí k významným škůdcům, jehož četnost výskytu a šíře niky naznačují pouze dílčí vliv houbových patogenů na jeho aktivizaci (václavka). Při stresu vyvolaném václavkou a kořenovníkem osídloval nižší partie profilu stromu (Kula, Zabeckí, 1999).

Pityogenes chalcographus se řadil k nejčastěji vystupujícím druhům na smrku dané oblasti – zvláště na stromech úrovnových, kde dosahoval 80–87,5% četnosti výskytu bez jakékoliv závislosti na zdravotním stavu (přítomnosti houbových patogenů). Výrazný vliv sociálního postavení stromu se projevil v podúrovni, kde frekvence výskytu dosahovala o 30 % nižších hodnot než ve skupině úrovnových smrků. Je zástupcem, který má schopnost vyvíjet se pod tenkou borkou, ale stává se i významným potravním konkurentem druhu *I. typographus* na silnějším lýku, kde nachází dostatek potravy mezi pozerky tohoto druhu (Grünwald, 1986).

Pityophthorus pityographus se četností napadení smrku v oblasti povodí nádrže Šance řadil mezi obecně rozšířené zástupce, u nichž se projevuje výrazná preference stromů rostoucích v podúrovni bez ohledu na zdravotní stav smrku z hlediska působení houbových patogenů. Je druhem, který není zásadním způsobem ovlivněn přítomností houbových patogenů vzhledem k jeho soustředění na tenkou kůru větví a kmene kořuny.

Cryphalus abietis preferoval obecně stromy podúrovnové zdravé i stresované houbovými patogeny. Stres václavkou i kořenovníkem vytvářel výhodné podmínky, které se promítly do výrazně vyšší četnosti výskytu na stromech úrovnových i podúrovnových.

Houbovými patogeny stresované stromy se sice jeví být více atraktivní k nalétání korohodla, ale projevy osídlení a stupeň intenzity napadení tuto skutečnost nepotvrzují.

Hylurgops palliatus z hlediska sociálního postavení obecně preferoval stromy úrovnové před podúrovnovými bez ohledu na jejich zdravotní stav. Stromy zdravé však byly atakovány s výrazně vyšší četností (41 % a 27 %) proti stromům stresovaným houbovými patogeny (17,5 % a 13 %). Výrazná odchylka a preference stromů zdravých bez houbových patogenů byla ovlivněna jiným stresujícím faktorem, a to zvýšeným zastoupením analyzovaných stromů zasažených bleskem, na nichž se tento druh rozvíjel mimořádně úspěšně (Kula, Zabeckí, 1996, 1997a,b).

Ips amitinus byl ve smrkových porostech s velmi vysokou četností výskytu registrován na stromech úrovnových. Sociální postavení stromu mělo rozhodující vliv na jeho četnost výskytu, a to jak na stromech zdravých, tak s houbovými patogeny. Přítomnost houbových patogenů tento druh neovlivnila (částečný pokles atraktivity provázal stromy se souběžným výskytem václavky a kořenovníku). Vliv stresu z přítomnosti houbových patogenů se neprojevil v četnosti napadení, ale v rozšiřující se nise osídlení profilu kmene (Kula, Zabeckí, 1999).

Xyloterus lineatus obecně preferoval stromy nadúrovnové a úrovnové s vysokým odstupem od stromů nacházejících se v podúrovni. Tato zákonitost provázela jak stromy zdravé, tak i s houbovými patogeny. Mimořádně zvýšená byla četnost výskytu na stromech bez houbových patogenů (na stromech úrovnových v rozsahu o 10–30 % a v podúrovni o 17–20 %). Zvýšená frekvence četnosti vystupování na stromech bez houbových patogenů souvisela se zvýšeným počtem analyzovaných stromů ovlivněných bleskem, kde se tento druh rychle aktivizoval (Kula, Zabeckí, 1996, 1997a,b).

Tetropium fuscum je uváděn ze spodní části kmene smrků středního a mytného věku zpravidla oslabených příuškem, václavkou nebo červenou hnilobou (Kula, 1970). Jestliže se u stromů bez houbových patogenů projevila v četnosti výskytu pouze mírná preference stromů úrovnových, potom u stromů stresovaných houbovými patogeny bylo jednoznačně limitující pro nálet tohoto škůdce sociální postavení stromu. Stromy úrovnové dosahovaly 5–12,5krát vyšší četnosti nad podúrovnovými. Vliv houbových patogenů se projevil pouze při souběžném výskytu václavky a kořenovníku na úrovnových stromech, zatímco v podúrovni byl výrazně snížen a shodný bez projevu vlivu kombinace houbových patogenů. Vysoký podíl výskytu na stromech bez houbových patogenů souvisel s jiným typem oslabení (blesk), který vytvářel příhodné podmínky pro rozvoj tohoto druhu (Kula, Zabeckí, 1996, 1997a,b).

Molorchus minor četností výskytu naznačil jednoznačnou preferenci v závislosti na sociálním postavení stromu v porostu, kdy byly preferovány obecně podúrovnové stromy. Vliv stresu z přítomnosti houbového patogenu se projevil výrazně vyšší četností napadení stromů původně stresovaných houbami, přičemž u stromů úrovnových byla frekvence napadení 2–3,5krát vyšší a v podúrovni 1,5–2krát vyšší. Vzhledem k tomu, že se jedná o druh vyvíjející se na stromech odumřelých, není působení kořenových houbových patogenů pro tento druh aktuální a významné.

Obrium brunneum se četností výskytu na stromech zdravých i s houbovými patogeny neprojevil v žádné obecné zákonitosti – jak ve vztahu k sociálnímu postavení stromu, tak k výskytu houbových patogenů. Přítomnost tohoto druhu vykazovalo zpravidla 30–40 % stromů. Jedná se o druh bez hospodářského významu s dekompozičním charakterem působení. Vliv houbových patogenů je pro jeho rozvoj nevýznamný.

Phthorophloeus spinulosus měl na stromech zdravých úrovnových a podúrovnových vyrovnanou četnost napadení. Sociální postavení stromu bylo provázáno výrazně odlišnou četností výskytu u stromů ovlivněných kořenovými houbovými patogeny. Při výskytu václavky ve prospěch stromů podúrovně, u stromů s kořenovníkem vrstevnatým pro stromy úrovnové. Na stromy s houbovými patogeny reagoval zvýšenou četností nalétání. I když se jedná o druh hospodářsky nevýznamný, je možné odvodit, že existuje reakce na přítomnost houbových patogenů, která u stresovaného

stromu vede k přirozenému odumírání větví ve větším profilu koruny zvláště na stromech podúrovňových, a tím se vytváří výhodný prostor pro vývoj tohoto druhu. Pfeffer (1995) jej uvádí ve vyšším zastoupení pro stromy s působením červené hniloby.

Pityophthorus exsculptus je řazen mezi latentní sekundární škůdce, jejichž vývoj probíhá pouze v pletivech lýka přirozeně odumírajících větví korun zdravých stromů nebo jednotlivě v kůře a lýku stromů ovlivněných houbovými patogeny působícími červenou hnilobu (Pfeffer, 1995). Tento druh se výskytem řadí k nevýznamným zástupcům kambioxylofágní fauny smrku a atakoval především stromy úrovně s výrazným podílem na jedincích ovlivněných houbovými patogeny. I přes nízký stupeň výskytu tohoto druhu na větvích lze reakci na stres vyvolaný houbami akceptovat.

ZÁVĚR

Reakce kambioxylofágů a jejich charakteristická synuzie vytvářející se na smrku je ovlivněna sociálním postavením stromu v porostu a působením stresu z přítomnosti houbových patogenů – václavky a kořenovníku vrstevnatého, kteří napadený strom oslabují i fyziologicky. Pozitivní reakce jednotlivých druhů kambioxylofágů z hlediska četnosti:

- je ovlivněna výhradně sociálním postavením stromu a nepřítomností houbových patogenů (*I. typographus*, *P. chalcographus*, *P. pityographus*, *H. palliatus*, *I. amitinus*, *X. lineatus*, *T. fuscum* a *X. pilosus*),
- je ovlivněna houbovými patogeny bez závislosti na sociálním postavení v porostu (*P. poligraphus* a *P. exsculptus*),
- je ovlivněna přítomností houbových patogenů a sociálním postavením stromu (*C. abietis*, *M. minor* a *P. spinulosus*),
- není závislá na sociálním postavení ani stresu z přítomnosti houbových patogenů (*O. brunneum* a *P. harcyniae*).

Literatura

- ČERNÝ, A., 1989. Parazitické dřevokazné houby. Praha, SZN: 104.
- GRÜNWARD, M., 1986. Ecological segregation of bark beetles (*Coleoptera*, *Scolytidae*) of spruce. *Z. angew. Ent.*, 101: 176–187.
- HUGES, P. R., 1973. *Dendroctonus*: production of pheromones and related compounds in response to host monoterpenes. *Z. angew. Ent.*, 73: 294–312.
- CHRISTIANSEN, E. – HUSE, K. J., 1980. Infestation ability of *Ips typographus* in Norway spruce in relation to butt

rot, tree vitality and increment. *Nor. Skogforskning*, 35: 473–482.

JANKOVSKÝ, L., 1994. Kořenové hniloby jako predispoziční faktor kůrovcové kalamity. Důsledek či příčina? Sbor. ref. Kůrovcová kalamita: příčiny, rozsah, ochrana. Brno, MZLU: 54–59.

KISIELOWSKI, S., 1978. The four-eyed spruce bark beetle (*Polygraphus poligraphus* L.) in montane forest stands attacked by the honey-fungus. *Sylvan*, CXXII: 25–29.

KŘÍSTEK, J. – URBAN, J., 1994. Vztah kůrovců ke stromům postiženým hnilobami. Sbor. ref. Kůrovcová kalamita: příčiny, rozsah, ochrana. Brno, MZLU: 60–69.

KUDELA, M., 1970. Škůdci na jehličnanech. Praha, SZN: 287.

KULA, E. – ZABECKI, W., 1996. Synuzie kambioxylofágů úrovně a nadúrovně stromů na území povodí nádrže Šance. [Závěrečná zpráva.] Brno, MZLU: 45.

KULA, E. – ZABECKI, W., 1997a. Vliv sociálního postavení stromu na faunu kambioxylofágů smrku. *Lesnictví-Forestry*, 43: 269–280.

KULA, E. – ZABECKI, W., 1997b. Blesk a kůrovcová ohniska. *Lesn. Práce*, 76: 254–255.

KULA, E. – ZABECKI, W., 1999. Nika kambioxylofágů na smrcích stresovaných kořenovými houbovými patogeny. *J. For. Sci.*, 45: 348–357.

KWAPIS, Z. – MATUSZCZYK, I., 1991. An influence of industrial immissions on the soundness of spruce forest in Ustron forest inspectorate. *Zeszyty naukowe Akad. Górniczo-Hutniczej im S. Staszica, Sozologia i Sozotechnika*, 36, Nr. 1452: 87–103.

MADZIARA-BORUSIEWICZ, K. – STRZELECKA, H., 1977. Conditions of spruce (*Picea excelsa* L.) infestation by the engraver beetle (*Ips typographus* L.) in mountains of Poland. I. Chemical composition of volatile oils from healthy trees and those infested with the honey fungus [*Armillaria mellea* (Vahl) Quél.]. *Z. angew. Ent.*, 83: 409–415.

PFEFFER, A., 1950. Sucha 1947 a kůrovci na smrku v r. 1949. *Čsl. les*, XXX: 176–179.

PFEFFER, A., 1995. Prvotní (primární) a druhotní (sekundární) hmyzí škůdci. *Lesn. Práce*, 74: 15–16.

RENWICK, J. A. – VITÉ, J. P., 1972. Pheromones and host odors governing the aggregating of the six-spined engraver beetle *Ips calligraphus*. *J. Insect Physiol.*, 18: 1215–1219.

RUDINSKI, J. A., 1966. Host selection and invasion by the Douglas fir beetle *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins in coastal Douglas fir forests. *Can. Ent.*, 98: 98–111.

RUDINSKI, J. A. – MORGAN, M. E. – LIBBEY, L. M. – PUTNAM, T. B., 1974. Antiaggregative pheromone of the mountain pine beetle and a new arrestant of the southern pine beetle. *Envir. Ent.*, 3: 90–98.

Došlo 18. 2. 1998

CAMBIOXYLOPHAGOUS FAUNA OF SPRUCE-TREES UNDER STRESS OF HONEY FUNGUS AND WOOD DECAY

E. Kula¹, W. Zabecki²

¹Mendel University of Agriculture and Forestry, Faculty of Forestry and Wood Technology, Lesnická 37, 613 00 Brno

²University of Agriculture, Faculty of Forestry, ul. 29. Listopada 46, 31 425 Krakow

About a third of spruce stands in the Czech Republic are endangered by the attack of honey fungus (*Armillaria* sp.) and wood decay *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref, which significantly impair tree health and forest stand stability. Fungal pathogens are stress factors that can influence cambioxylophagous fauna. The effect of fungal pathogens on risks of spruce attack by cambioxylophages was discussed by Kisielowski, 1978; Christiansen, Huse, 1980; Křístek, Urban, 1994; Kwapis, Matuszczyk, 1991.

A total of 319 active bark beetle-attacked trees or 1–2 years old bark beetle-destroyed dead trees were felled in 1994–1996, in 60–100 years old spruce stands with stations of monitoring network in the watershed of Šance reservoir in the Beskids Mts. Each analyzed tree was debarked in the whole profile of stem and branches, and the occurrence of cambioxylophages was successively determined from galleries or imagoes in one-meter sections. The presence of fungal pathogens was also recorded. Bark beetles are in the basic population density iron reserve in this area.

Trees without fungal pathogens were attacked by 24 species of subcortical and wood-destroying insects. The highest frequency of occurrence among 20 species on dominant spruce trees was determined in *Pityogenes chalcographus* (L.) (88%), *Ips amitinus* (Eichh.) (80%), *Ips typographus* (L.) (76%) and *Hylurgops palliatus* (Gyll.) (60%). The percentage occurrence was also significant in *Pityophthorus pityographus* (Ratz.) (56%), *Xyloterus lineatus* (Oliv.) (50%), *Polygraphus poligraphus* (L.) (48%) and *Oribium brunneum* (Fabr.) (44%) (Tab. I).

The main group on codominant trees with respect to the frequency of occurrence of 23 representatives of stem fauna consisted of *P. chalcographus* (86.4%), *I. amitinus* (68.2%), *I. typographus* (59.1%), *X. lineatus* (54.5%) and *P. pityographus* (52.3%) (Tab. I, Fig. 1).

A total of 19 species of bark beetles were entrapped on subdominant spruce-trees with major occurrence of *P. pityographus* (68.2%) and *P. chalcographus* (50%) (Tab. I).

Comparison of trees with different social positions showed differences in the frequency of occurrence of some species. The social position did not influence the frequency of occurrence of *Dryocoetes autographus* (Ratz.), *Polygraphus poligraphus* (L.) and *Rhagium inquisitor* (L.). Declining attractivity was reflected in a shift of the frequency of occurrence from dominant trees to subdominant ones in *O. brunneum*, *H. palliatus*,

I. amitinus, *I. typographus*, *Phthorophloeus spinulosus* Rey., *P. chalcographus*, *Tetropium fuscum* (Fabr.) and *X. lineatus*. An opposite trend of this relation was observed in *Molochus minor* (L.), *Pissodes harcyniae* (Herbst), *P. pityographus*, *Pogonocherus fasciculatus* (DeGeer) and *Xylechinus pilosus* (Ratz.) (Tab. I).

Codominant trees attacked by honey fungus in stump and stem parts were colonized by 22 species of cambioxylophagous insects, with a high level of the frequency of occurrence in *P. chalcographus* (84%), *P. pityographus* (68%), *I. amitinus* (68%) and *P. poligraphus* (60%). The medium-level frequency of occurrence was typical of *X. lineatus* (44%), *O. brunneum* (32%) and *M. minor* (28%) (Fig. 2).

Among 25 species on subdominant trees with honey fungus, a dominant position with respect to the frequency of occurrence was observed in *P. pityographus* (78.2%), *P. poligraphus* (61.8%), *M. minor* (58.2%), *P. chalcographus* (56.4%) and *P. spinulosus* (45.5%). *I. amitinus* (30.9%), *O. brunneum* (40%), *Cryphalus abietis* (Ratz.) (27.3%) were classified as species with the medium-level frequency of occurrence.

Cambioxylophagous fauna on codominant trees attacked by wood decay consisted of 20 species. The most frequent occurrence was determined in *P. chalcographus* (80%), *I. amitinus* (76%), *I. typographus* (56%). The species *P. pityographus* (44%), *P. poligraphus* (44%), *P. spinulosus* (40%), *O. brunneum* (36%), *M. minor* (32%) and *T. fuscum* (28%) showed the medium-level frequency of occurrence (Fig. 3). The crucial number of subdominant trees (harboring 21 species) was attacked by *P. pityographus* (60%), *P. poligraphus* (55%), *P. chalcographus* (55%) while *M. minor* (45%), *C. abietis* (35%), *I. amitinus* (25%), *O. brunneum* (25%), *P. spinulosus* (25%) and *X. pilosus* (25%) showed the medium-level frequency of occurrence (Tab. I).

Honey fungus and wood decay parallelly occurred on 91 trees. A crucial position with respect to the frequency of occurrence on codominant trees harboring 24 cambioxylophagous species was observed in *P. chalcographus* (87.5%), *P. pityographus* (62.5%), *P. poligraphus* (54.2%), *M. minor* (54.2%). The medium-level frequency of occurrence was determined in *O. brunneum* (41.7%), and in *I. typographus*, *Rh. inquisitor*, *T. fuscum* with the same percentage representation (37.5%) (Tab. I, Fig. 4).

Subdominant spruce-trees with 23 species were most frequently attacked by the cambioxylophages *P. pityo-*

graphus (68.6%), *P. poligraphus* (59.7%), *O. brunneum* (52.2%), *M. minor* (49.2%), *P. chalcographus* (49.2%). The medium-level frequency of occurrence (28.4%) was determined in *C. abietis* only (Tab. I).

Differences in the frequency of occurrence of cambioxylophages fauna were evident either on codominant and subdominant trees without any stress or on trees attacked by fungi. Some bark beetles responded to the social position of tree more intensively than to the presence of fungal pathogen. *C. abietis* preferred subdominant trees, the frequency of occurrence of *H. palliatus* was higher on codominant spruce-trees attacked by honey fungus, but in the presence of wood decay the differences in the social position of tree were balanced. *I. typographus* and *I. amitinus* explicitly preferred codominant trees, the sound ones as well as trees with fungal pathogens. *M. minor* generally preferred subdominant trees except the parallel occurrence of both pathogens. The species *O. brunneum* did not prefer either codominant or subdominant trees. *P. spinulosus* attacked subdominant trees more frequently than codominant ones at honey fungus stress while its attacks were balanced on sound trees, and it preferred codominant trees in the case of trees with wood decay. The behavior of *P. chalcographus* was identical on sound trees and on fungus-attacked ones, it always preferred codominant trees. Similarly, *P. pityographus* preferred identical numbers of subdominant trees with pathogens and of those without them. *Rh. inquisitor* is a species occurring mainly on codominant trees, both on sound and pathogen-attacked ones, at a larger density than on subdominant trees, except trees attacked by wood decay

where subdominant trees were preferred. If *T. fuscum* slightly preferred codominant sound trees, it explicitly preferred codominant spruce trees among the trees with fungal pathogens. *X. pilosus* is influenced by the social position of tree to a larger extent than by fungal pathogens because on sound trees the relation of the frequency of occurrence between codominant and subdominant trees was identical with the relation between trees with honey fungus and wood decay, even at parallel attack by the two fungal pathogens. *X. lineatus* showed explicit preference of codominant spruce trees to subdominant ones with respect to the frequency of occurrence (Tab. I).

Responses of cambioxylophages and their typical synusia on spruce are influenced by the social position of tree and by stress caused by fungal pathogens – honey fungus and wood decay, which debilitate attacked trees physiologically. Reactions of the cambioxylophagous species with respect to frequency are:

- influenced mainly by the social position of tree without any effect of fungal pathogens (*I. typographus*, *P. chalcographus*, *P. pityographus*, *H. palliatus*, *I. amitinus*, *X. lineatus*, *T. fuscum*, *X. pilosus*),
- influenced by fungal pathogens irrespective of the social position of tree (*P. poligraphus*, *P. exsculptus*),
- influenced by the social position of tree and the presence of fungal pathogens (*C. abietis*, *M. minor*, *P. spinulosus*),
- not related to either social position of tree or stress caused by fungal pathogens (*O. brunneum*, *P. spinulosus*, *P. haryciniae*).

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Emanuel Kula, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno, Česká republika

ODTOKOVÉ CHARAKTERISTIKY VODNÝCH TOKOV CHRÁNENEJ KRAJINNEJ OBLASTI – BIOSFÉRICKEJ REZERVÁCIE POĽANA

RUNOFF CHARACTERISTICS OF STREAMS IN THE PROTECTED LANDSCAPE AREA – BIOSPHERE RESERVE POĽANA

M. Jakubis

Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

ABSTRACT: Runoff characteristics were evaluated in all 25 streams of the protected landscape area – biosphere reserve Poľana, which is situated in the territory of two geomorphologic formations in the Slovak Republic, Poľana and Veporské vrchy Mts.; its area is 200.79 km². These parameters were evaluated on the basis of data acquired for research purposes from the Slovak Hydrometeorological Institute in Bratislava, branch office in Banská Bystrica (in the sense of the standard STN 75 1400): runoff quality (fluctuations of water levels, or differences in discharges at the extreme levels, i.e. minimum and maximum ones), variations of discharges throughout the year, and the capacity of closure discharge profiles of the particular streams to manage the flow of *N*-year discharges. The above runoff characteristics were found to be largely different in all the 25 streams. Applying our own data and other authors' data, scales were constructed depicting disposition of streams to drying up and variations of discharges throughout the year, and the experimental streams were included in categories by these scales.

runoff characteristics; small streams; protected landscape area – biosphere reserve Poľana

ABSTRAKT: V práci sú hodnotené odtokové charakteristiky všetkých 25 tokov v CHKO – BR Poľana, ktorá sa nachádza na území dvoch geomorfologických celkov SR, a to Poľana a Veporské vrchy, a má rozlohu 200,79 km². Na základe údajov získaných na účely výskumu od Slovenského hydrometeorologického ústavu Bratislava, pobočka Banská Bystrica (v zmysle STN 75 1400) sme hodnotili najmä kvalitu odtoku (výkyvy vodných stavov, čiže rozdiely prietokov medzi extrémnymi, t.j. minimálnymi a maximálnymi stavmi), ročnú rozkolísanosť prietokov a tiež schopnosť uzavierajúcich prietokových profilov jednotlivých tokov zabezpečovať prietok *N*-ročných prietokov. Zistili sme, že uvedené odtokové charakteristiky sú v jednotlivých 25 tokoch značne rozdielne. Podľa našich výsledkov ako aj údajov iných autorov sme vytvorili stupnice náchylnosti tokov na vysychanie a ročnej rozkolísanosti prietokov a jednotlivé skúmané toky sme podľa týchto stupníc zatriedili do konkrétnych kategórií.

charakteristiky odtoku; malé vodné toky; CHKO – BR Poľana

ÚVOD

Chránená krajinná oblasť – biosférická rezervácia Poľana (CHKO – BR) sa nachádza v geomorfologickom celku Poľana, ktorý je súčasťou Slovenského stredohoria. Malá časť CHKO – BR zasahuje v jej východnej časti do oblasti Slovenského rudohoria a jeho celku Veporské vrchy. V centrálnej časti geomorfologického celku Poľana sa nachádza mohutná kaldera s priemerom viac ako 6,0 km a plochou okolo 29 km².

Územie Poľany bolo vyhlásené za chránenú krajinnú oblasť v roku 1981 Vyhláškou Ministerstva kultúry SR č. 97. Rozhodnutím byra Medzinárodnej koordinácie

rady programu *Človek a biosféra* bola CHKO v marci 1990 zaradená do siete biosférických rezervácií UNESCO. Rozloha tohto územia je 200,79 km².

Oblasť Poľany možno pokladať za jedinečné a unikátne územie v európskom, ba i svetovom meradle a práve z uvedeného dôvodu si táto oblasť zaslúži náležitú pozornosť aj vo forme širokospektrálne zameraného výskumu, do ktorého je nutné zaradiť aj výskum vodných tokov.

Sieť vodných tokov v oblasti CHKO – BR Poľana sa vyznačuje dvoma významnými hydrologickými zvláštnosťami. Prvou z nich je horný tok bystriny Hučava v oblasti Kysliniek vo vnútri kalderu – stratovulkánu

s klasickým vývojom centripetálnej (dostredivej) siete tokov. Druhou zvláštnosťou je centrifugálny (odstredivý) charakter tokov, ktoré tečú z vonkajšej strany kaldery. Vzhľadom na jej kruhovitý tvar tieto toky tečú na všetky svetové strany. Obe uvedené zvláštnosti sú mimoriadne zaujímavé z hľadiska hydrologie, a z tohto dôvodu ich sledujeme v podrobnom výskume.

Všetky vodné toky v oblasti CHKO – BR Poľana patria do povodia rieky Hron a jej čiastkových povodí. Na území CHKO – BR sa nachádza 25 vodných tokov, ktorých uzavierajúce profily povodí (pre požadované hydrologické údaje od SHMÚ) sme stanovili tak, aby sa nachádzali priamo na hranici CHKO – BR. Ide o nasledovné vodné toky: Hučava (tečúca z vnútra kaldery, ktorú opúšťa na západnej – otvorenej strane), Skalica, Želobudský potok, Kamenná (nachádzajúce sa na západnej, respektíve juhozápadnej strane CHKO – BR), na juhozápad tečú aj toky Šiagiho potok, Hradná, Mačinová, Močilná a Detviarsky potok. Na južnej strane CHKO – BR sa nachádzajú a na túto svetovú stranu tečú Jelšov potok, Sečkárov potok, Bystrý potok, Riečka, Klatov potok, Hukava, Trkotský potok a Slatina. Na východnej strane sa nachádza Kamenistý potok, ktorý však ťažie severozápadným smerom. Na severo-východnej strane sa nachádzajú Podtajchovský potok, Hronček, Osrblianka a Ostrý grúň. Na severnú stranu tečú Hutná, Minca a Zolná. SHMÚ má limnigrafy osadené na viacerých tokoch v CHKO – BR Poľana, niektoré hydrologické údaje pre náš výskum SHMÚ spracoval metódou analógie.

Celková plocha povodí uvedených tokov, ktorú sme zisťovali k uzavierajúcim profilom na hranici CHKO – BR, predstavuje 199,63 km², pričom malá časť tejto plochy zaberá aj územie mimo CHKO – BR, lebo jej hranice sa nestotožňujú presne s rozvodnicou v okrajových častiach územia. Naopak, časť územia CHKO – BR nie je z toho istého dôvodu zahrnutá v celkovej ploche povodí. Celková dĺžka tokov na území CHKO – BR je 360,42 km, čo znamená hustotu tokov 1,805 km.km⁻².

PROBLEMATIKA

Výskumom sme zistili (Jakubis, 1997), že zo skúmaných 25 tokov CHKO – BR Poľana má 24 charakter bystrín. Jednou z najdôležitejších charakteristík každej bystriny – okrem tvorby, transportu a ukladania splavenín – sú veľké, niekedy aj extrémne výkyvy (rozkolísanosť) vodných stavov.

Veľká, niekedy aj extrémna rozkolísanosť vodných stavov v bystrinách prebieha obyčajne v relatívne krátkych časových úsekoch. Táto rozkolísanosť (odtokové maximá a minimá) veľmi negatívne vplyva na stabilitu priľahlých (súvisiacich) ekosystémov. Valtýni (1989) a Valtýni et al. (1990) nazývajú tieto ekosystémy bystrinné. Počas maximálnych prietokov dochádza k povodňam, záplavám, tvorbe a transportu splavenín (produktov torenciálnej erózie), resp. vymieňaniu dna a podmieňaniu svahov prietokového profilu,

k deštrukcii korýt, zosúvaniu priľahlých svahov, zanášanju zaplavených pozemkov splaveninami, k deštrukcii rastlinných spoločenstiev, poraňovaniu a úhynu ichtyofauny a iných živočíchov, k zhoršovaniu kvality vody (zapríčinené povrchovým splachom atď.). Existujú aj situácie, keď odtokové maximá priamo ohrozujú ľudské životy a ničia majetok ľudí. Vysoké vodné stavy na bystrinách sú jednou z hlavných príčin povodní na veľkých vodných tokoch. Na druhej strane aj odtokové minimá pôsobia na bystrinné ekosystémy negatívne. Dochádza k vysychaniu koryta, rastlinných spoločenstiev, úhynu ichtyofauny a iných živočíchov, k prehrievaniu vody, znižovaniu jej samočistiacich schopností, znižovaniu kvality vody (ak znečistenie spôsobuje zdroj, ktorého výdatnosť sa nemení), k znižovaniu zásob disponibilnej vody atď.

Ak chceme uvedené negatívne javy predvídať (za účelom návrhu melioračných opatrení na komplexné zlepšovanie odtokových pomerov v povodiach a na zvyšovanie zásob disponibilnej vody a jej kvality), musíme odtokové pomery v záujmových tokoch dôkladne poznať. Valtýni (1986) uvádza, že pri odtoku vody v povodiach (resp. vo vodných tokoch) je potrebné rozlišovať kvalitu a kvantitu odtoku. Kvalita odtoku je charakterizovaná výkyvmi vodných stavov, čiže rozdielmi prietokov. Kvalita odtoku vyjadruje výskyt povodní a výskyt malých prietokov, čiže i disponibilitu odtoku. Kvantita odtoku je množstvo vody odcatenej napr. za rok (z povodia). Vyjadruje sa vo vzťahu k zrážkam – odtokovým koeficientom. Ďalšou, samostatnou kategóriou je kvalita otekajúcej vody (napr. v zmysle STN 75 7111 a STN 75 7221). Okrem toho je dôležitou súčasťou posudzovania odtokových pomerov bystrín posúdenie, resp. zistenie, aký prietok môže odvieť cez konkrétny (napr. uzavierajúci) profil povodia bezpečne, t.j. bez toho, aby sa voda vyliala z koryta a zaplavila priľahlé územie.

Problematika tvorby odtoku v povodí a odtokového procesu je veľmi zložitá a enormne rozsiahla. Hlavnou príčinou uvedeného faktu je veľké množstvo vplyvujúcich charakteristík a faktorov (geologické, pedologické, fyzikálno-geografické, meteorologické, klimatické, vegetačné atď.) a ich vzájomná previazanosť a podmienenosť. Vzhľadom na veľký rozsah problematiky (z dôvodov možného rozsahu práce) nie je možné venovať sa jej podrobnejšie. Touto tematikou sa v dlhodobom postupnom vývoji zaoberalo v početnej literatúre mnoho našich a zahraničných autorov. Pre názornosť uvádzame aspoň niektoré veľmi dôležité práce: Strele (1950), Skatula (1960), Dub (1963), Chow (1964), Čerkašin (1964), Němec (1964), Kunšátický, Patočka (1966), Dub, Němec (1969), Riedl, Zachar et al. (1973), Kemel, Kolář (1982), Midriak (1983), Krešl (1983, 1990), Zachar et al. (1984), Klopček, Antal (1985), Valtýni (1986, 1995), Hrádek et al. (1988), Antal, Fidler et al. (1989), Chlebek, Jařabáč (1992), Szolgay et al. (1994) a iní.

Skúmané toky sa nachádzajú v dvoch geomorfologických celkoch – Poľana s podcelkami Vysoká Poľana a Detvianske predhorie a Veporské vrchy s podcelkami Sihlianska planina a Balocké vrchy.

Najvyššiu nadmorskú výšku v sledovanej oblasti má vrch Poľana (1 458 m), najnižšiu uzavierajúci profil bystriny Kamenná (480 m). Z absolútneho výškového rozdielu oblasti (978 m) vyplýva aj variabilita a rôznorodosť prírodných pomerov.

Geomorfologický celok Poľana patrí v prevažnej časti do chladnej klimatickej oblasti C_1 , a to v nadmorských výškach vyšších ako 700–800 m. Nižšie polohy patria do mierne teplej oblasti (klimatický okrsk B_7 – mierne teplá subhumidná klíma nížinová a klimatický okrsk B_{12} – mierne teplá perhumidná klíma). Najnižšie polohy patria do okrsku B_8 – mierne teplá humidná údolná klíma.

Priemerné ročné teploty sa pohybujú od 8 °C do 2,5 °C, priemerný ročný úhrn zrážok kolíše podľa konkrétnych polôh od 650 mm do 1 300 mm. Maximum zrážok padne v júni, minimum v januári.

Geologickú stavbu centrálnej (kaldera) a západnej časti Poľany tvoria mladotrochorné vulkanity. Prevládajúcim typom hornín na stavbe vulkánu sú rôzne petrografické variety andezitov, menej sa vyskytujú ryodacity a diority (Dublan, Jánošová, 1991). Geologickú stavbu juhovýchodnej časti oblastí tvoria biotický granodiorit až kremitý diorit – sihlianský typ, podradne sa vyskytuje aj biotický granodiorit až granit, najmä porfirovité a veporský typ.

Prevládajúcim typom pôd v CHKO – BR Poľana sú hnedé lesné pôdy typické – kambizeme typické; do nadmorskej výšky 700–800 m sú to hnedé lesné pôdy typické – nasýtené – kambizeme eutrofné, nad 800 m n. m. sú to hnedé lesné pôdy kyslé (nenasýtené) – kambizeme kyslé nenasytené. Vo vrcholových častiach pohoria sú to andozoly typické – andozeme typické. Na území CHKO – BR Poľana sa vyskytujú lesné porasty v 2.–7. lesnom vegetačnom stupni.

2. lvs (bukovo-dubový) a 3. lvs (dubovo-bukový) sa vyskytujú len fragmentálne na juhozápadnom úpätí Poľany. Plošne najrozšírenejšie sú 4. lvs (bukový) a 5. lvs (jedľovo-bukový). V najvyšších polohách vystupuje 7. lvs (smrekový), ktorý prstencovito pod ním v úzkom pruhu lemujú 6. lvs (smrekovo-bukovo-jedľový).

V oblasti CHKO – BR prevládajú ihličnaté dreviny (62 %) nad listnatými (38 %). Z ihličnatých drevín prevláda smrek (54 %), nasleduje jedľa (6 %), smrekovec (1,5 %), borovica (0,3 %), ostatné ihličnaté dreviny tvoria 0,01 %. Z listnatých drevín sa najviac vyskytuje buk (30 %), potom javor (3,6 %), jaseň (2 %), dub (1 %), hrab (0,6 %), cer (0,3 %), brest (0,2 %) a ostatné listnaté dreviny tvoria 0,49 % (Slávik, Urban, 1992).

Všetky skúmané povodia patria do povodia SVP-IX Hron a jeho čiastkových povodií č. 4-23-01; 4-23-02

a 4-23-03. Výskumom sme zistili (Jakubis, 1993), že 24 zo skúmaných tokov (okrem toku č. 12 – Podtajchovský potok) majú charakter bystrín. K tomuto zisteniu sme dospeli po podrobnej rekognoskácii jednotlivých povodií a tokov (1992–1996), posúdení splaveninového režimu tokov a tiež na základe výsledkov výpočtu koeficientov bystrinnosti povodií jednotlivých tokov na základe STN 73 6820 a Zmeny a-7/1989 k tejto norme. Výsledky výpočtov obsahuje tab. I, stĺpec 9; zaradenie do kategórií bystrinnosti podľa výsledných hodnôt K_b sme uskutočnili podľa novej – vlastnej klasifikácie (bližšie Jakubis, 1998).

Hydrologické údaje povrchových vôd (M – denné prietoky, N – ročné prietoky, tab. III a IV) v zmysle STN 75 1400 sme získali na účely výskumu od SHMÚ Bratislava, pobočka Banská Bystrica.

METODIKA

Náchylnosť jednotlivých tokov na vysychanie sme posudzovali na základe pomeru:

$$K_{nv} = Q_{100} \cdot Q_{364d}^{-1} \quad (1)$$

kde: Q_{100} = 100-ročný prietok, t.j. kulminačný prietok, ktorý je v uvažovanom profile dosiahnutý, alebo prekročený priemerne raz za 100 rokov ($m^3 \cdot s^{-1}$); Q_{364d} = 364-dňový prietok, t.j. priemerný denný prietok dosiahnutý, alebo prekročený počas 364 dní v roku ($m^3 \cdot s^{-1}$).

Rozkolísanosť vodných stavov počas roka sme posudzovali na základe pomeru:

$$K_{rr} = Q_1 \cdot Q_{364d}^{-1} \quad (2)$$

kde: Q_1 = 1-ročný prietok, t.j. kulminačný prietok, ktorý je v uvažovanom profile dosiahnutý, alebo prekročený priemerne raz za jeden rok ($m^3 \cdot s^{-1}$).

Rovnice (1) a (2) majú podmienenú platnosť – ak $Q_{364d} > 0$. Pre malé vodné toky (vrátane bystrín) je možné namiesto hodnoty Q_{364d} voliť aj Q_{355d} , alebo tzv. ekologický prietok Q_{330d} .

Vyrovnanosť odtoku počas roka je možné posudzovať aj podľa vzťahu na výpočet klasického stupňa vyrovnanosti odtoku Ψ :

$$\Psi = \frac{H_o - \Delta H_o}{H_o} \quad (-) \quad (3)$$

kde: H_o – celkový odtok za rok (m^3),
 ΔH_o – odtok za rok pri prietokoch menších ako priemerný ročný prietok (m^3).

Odtokovú výšku $\bar{O}$ (mm) sme vypočítali vzťahom:

$$\bar{O} = \frac{Q_a \cdot t}{S_p} \cdot \frac{1}{10^3} = \frac{Q_r}{S_p} \cdot \frac{1}{10^3} \quad (\text{mm}) \quad (4)$$

kde: Q_a – priemerný ročný prietok ($m^3 \cdot s^{-1}$),
 t – počet sekúnd v priemernom roku (31 557 600),
 S_p – plocha povodia (km^2).

Odtokový koeficient α_o (–) sme vypočítali vzťahom:

$$\alpha_o = \frac{\bar{O}}{Z} \quad (5)$$

Poradové číslo ¹	Názov toku ²	Hydrologické poradie ³	Staničenie od ústia ⁴ (km)	S_p (km ²)	H_t (km ⁻¹)	S_f (km ²)	l % (%)	K_b (-)	Kat. K_b (-)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Kamenná	4-23-03-033	0,7	4,472	1,002	3,353	74,98	0,22	II.
2	Želobudský potok	4-23-03-033	8,2	2,125	0,762	1,876	88,28	0,15	I.
3	Skalica	4-23-03-033	1,5	1,670	0,988	1,281	76,71	0,18	II.
4	Hučava	4-23-03-069	15,0	38,261	3,210	31,350	81,94	0,66	IV.
5	Zolná	4-23-03-054	30,0	5,936	0,750	4,610	77,66	0,10	I.
6	Minca	4-23-02-056	0,4	0,823	2,680	0,462	56,14	0,19	II.
7	Hutná	4-23-02-056	10,2	9,432	1,500	7,210	76,44	0,23	II.
8	Ostrý Grúň	4-23-01-107	0,8	1,493	2,103	1,371	91,83	0,28	III.
9	Osrblianka	4-23-01-106	11,1	8,524	1,680	8,120	95,26	0,19	II.
10	Hronček	4-23-01-101	0,1	8,937	1,470	8,354	93,48	0,22	II.
11	Kamenistý potok	4-23-01-100	11,4	48,440	1,780	44,100	91,04	0,19	II.
12	Podtajchovský potok	4-23-01-089	5,1	0,384	3,073	0,030	7,81	0,05	0.
13	Slatina	4-23-03-001	52,5	21,690	1,240	16,810	77,50	0,21	II.
14	Trkotský potok	4-23-03-007	0,2	4,248	1,558	3,376	79,47	0,19	II.
15	Hukava	4-23-03-008	0,1	10,540	1,440	9,720	92,40	0,21	II.
16	Klatov potok	4-23-03-009	0,1	0,953	2,256	0,818	85,83	0,27	III.
17	Riečka	4-23-03-015	4,9	1,075	1,312	0,725	67,44	0,27	III.
18	Bystrý potok	4-23-03-015	4,8	5,671	1,820	4,460	78,65	0,32	III.
19	Sečkárov potok	4-23-03-015	0,9	1,447	1,092	1,036	71,60	0,19	II.
20	Jelšovský potok	4-23-03-022	4,2	2,538	1,001	1,678	66,12	0,43	IV.
21	Detviansky potok	4-23-03-021	7,3	5,680	1,097	4,600	80,99	0,30	III.
22	Močilná	4-23-03-035	1,7	1,279	0,680	0,517	40,42	0,17	II.
23	Mačinová	4-23-03-030	0,2	5,610	1,471	4,376	78,00	0,17	II.
24	Hradná	4-23-03-030	8,9	6,730	1,070	4,350	64,64	0,25	II.
25	Šiagiho potok	4-23-03-030	1,4	1,692	1,076	1,236	73,05	0,10	I.

Vysvetlivky – Explanatory notes:

- S_p – plocha povodia (km²) – watershed area (km²)
 H_t – hustota tokov v povodí (km⁻¹) – stream density in watershed (km⁻¹)
 S_f – zalesená plocha povodia (km²) – afforested area in watershed (km²)
 l % – percento lesnatosti povodia (%) – forest percentage in watershed (%)
 K_b – koeficient bystrinnosti povodia (-) – torrent activity coefficient of watershed (-)
 Kat. K_b – kategória bystrinnosti (-) – torrent activity category (-)

¹No., ²stream name, ³hydrological order, ⁴distance from the mouthkde: $\bar{O}$ – odtoková výška (mm), Z – priemerný ročný úhrn zrážok (mm).Celkový priemerný ročný odtok z povodia Q_r (m³.rok⁻¹) sme vypočítali vzťahom:

$$Q_r = Q_a \cdot t = 10^3 \cdot \bar{O} \cdot S_p \quad (\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}) \quad (6)$$

Elementárny odtok q_r (l.s⁻¹.km⁻²) sme vypočítali vzťahom:

$$q_r = \frac{Q_a}{S_p} \cdot \frac{1}{10^3} = \frac{\bar{O}}{t} \quad (\text{l.s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}) \quad (7)$$

Maximálny špecifický odtok q (m³.s⁻¹.km⁻²) sme vypočítali vzťahom:

$$q_{\max} = \frac{Q_{100}}{S_p} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}) \quad (8)$$

pričom platí aj výsledok vzťahu

$$Q_a = \frac{\bar{O} \cdot S_p \cdot 10^3}{t} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) \quad (9)$$

Na základe nášho doterajšieho výskumu na 35 bystrinách, uskutočneného v troch geomorfologických celkoch Slovenskej republiky (Kremnické vrchy – podcelky Flochovský chrbát a Túrovské predhorie, Poľana – podcelky Vysoká Poľana a Detvianske predhorie, Tatry – podcelok Západné Tatry) a na základe výsledkov výskumu iných autorov (napr. Valtyň, 1989) sme zostavili stupnicu náchylnosti malých vodných tokov (vrátane bystrín) na vysychanie (podľa výsledkov vzťahu, resp. pomeru (1)):

Stupnica náchylnosti malých vodných tokov (vrátane bystrín) na vysychanie

$K_{nv} = Q_{100} \cdot Q_{364d}^{-1}$	Popis - náchylnosť tokov na vysychanie	Kategória
do 1 : 499	nenáchylné	I.
1 : 500-1 : 999	veľmi málo náchylné	II.
1 : 1 000-1 : 2 499	málo náchylné	III.
1 : 2 500-1 : 4 999	stredne náchylné	IV.
1 : 5 000-1 : 9 999	silno náchylné	V.
1 : 10 000-1 : 14 999	veľmi silno náchylné	VI.
1 : 15 000 a viac	extrémne (výnimočne) náchylné	VII.
$Q_{364d} = \Theta$	pravidelne/vysychajúce	VIII.

Vytvorili sme aj stupnicu rozkolísanosti vodných stavov malých vodných tokov (vrátane bystrín) počas roka, a to na základe výsledkov vzťahu (resp. pomeru) 2.

Stupnica je nasledovná:

Stupnica rozkolísanosti vodných stavov počas roka v malých vodných tokoch (vrátane bystrín)

$K_{rr} = Q_1 \cdot Q_{364d}^{-1}$	Popis rozkolísanosti vodných stavov počas roka	Kategória
do 1 : 19	minimálna	I.
1 : 20-1 : 49	veľmi malá	II.
1 : 50-1 : 249	malá	III.
1 : 250-1 : 499	stredná	IV.
1 : 500-1 : 999	veľká	V.
1 : 1 000-1 : 1 499	veľmi veľká	VI.
1 : 1 500 a viac	extrémna	VII.
$Q_{364d} = \Theta$	pravidelne/vysychajúce	VIII.

Poznámka: */ Pravidelnosťou rozumieme každoročné vysychanie, nie pravidelnosť časových intervalov medzi obdobiami vysychania.

Na základe vzťahu:

$$\bar{Z} = \bar{O} + \bar{E} \quad (\text{mm}) \quad (10)$$

resp. vzťahu:

$$\bar{E} = \bar{Z} - \bar{O} \quad (\text{mm}) \quad (11)$$

sme vypočítali (orientačne, za predpokladu určitých zjednodušení) hodnotu klimatického výparu (resp. strát) $\bar{E}$ (mm); bližšie napr. Szolgay et al. (1994).

Klimatický koeficient (klimatickú charakteristiku) povodí sme vyjadrili vzťahom:

$$C_K = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}} \quad (12)$$

pričom vo vzťahu (12) znamená (Valtýni, 1986): $\bar{T}$ - priemerná ročná teplota v povodí (°C); $\bar{Z}$ - priemerný ročný zrážkový úhrn v povodí (mm).

Schopnosť uzavierajúceho prietokového profilu každého povodia odvádzať prietok Q_{100} sme posudzovali na základe výpočtu pomeru:

$$K_{kk} = Q_K \cdot Q_{100}^{-1} \quad (13)$$

pričom v pomere (13) znamená Q_K kapacitu prietokového profilu ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), ktorú sme vypočítali vzťahom:

$$Q_K = S \cdot v \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) \quad (14)$$

kde: S - plocha prietokového profilu (m^2),
 v - priemerná profilová rýchlosť ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Plochu prietokového profilu (uzavierajúci profil povodia) sme zistili planimetromom z prietokového profilu, vyneseneho v mierke 1 : 100 na základe terénnych meraní. Priemernú profilovú rýchlosť sme vypočítali Chezyho rýchlostnou rovnicou s Pavlovského rýchlostným súčiniteľom.

Na vytýčenom pokusnom úseku (PÚ), ktorý bol založený na dĺžke minimálne 30 m, sme vytýčili pokusný profil (PP), ktorý dobre charakterizoval (vystihoval) charakteristiky (hydraulické a geometrické) PÚ. Na každom PP sme odobrali vzorky splavenín tak, že sme kolmo na os toku vytýčili pruh so šírkou $d_{\max}$ (spolu 25 vzoriek, ich hmotnosti sa pohybovali od 57,39 do 64,13 kg). V laboratóriu sme vykonali rozbor jednotlivých vzoriek. Vyniesli sme krivky zrnitosti a určili hodnoty d_{50} a d_{65} .

Na základe hodnoty d_{65} sme určili z tabuliek (Škorpěk, Novák, 1977) stupeň drsnosti n_1 . Pri nehomogenosti prietokového profilu sme určili hodnotu n_2 pre nekosený trávny porast v zmysle práce, ktorú publikoval Jakubis (1993), ako $n_2 = 0,036$. Výslednú hodnotu n do Pavlovského rýchlostného súčiniteľa sme vypočítali vzťahom:

$$n = \frac{(o_1 \cdot n_1^{2/3} + o_2 \cdot n_2^{2/3})^{3/2}}{O^{3/2}} \quad (15)$$

kde: n_1, n_2 - čiastkové stupne drsnosti (-),

o_1, o_2 - čiastkové dĺžky omeščeného obvodu (m),

O - celková dĺžka omeščeného obvodu (m).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky sú pre prehľadnosť a potrebu zostručenia textu zhrnuté v tab. V až VIII. Zo získaných výsledkov je možné považovať za dôležité najmä nasledovné:

- Kvalita odtoku, charakterizovaná výkymmi medzi maximálnymi a minimálnymi prietokmi, je v jednotlivých tokoch značne rozdielna. V CHKO - BR Poľana sa vyskytujú toky všetkých ôsmich kategórií [podľa vytvorenej stupnice náchylnosti tokov na vysychanie v zmysle výsledkov pomeru (1)]. Najmenšiu náchylnosť na vysychanie sme zistili na Osrblianke (por. č. toku 9), kde je výsledná hodnota pomeru podľa vzťahu (1) $K_{nv} = 1 : 315$ (I. kategória - tok nenáchylný na vysychanie). Najnižšiu hodnotu pomeru (1) sme zistili pre tok Močilná (por. č. toku 22), kde $K_{nv} = 1 : 25\,000$ [VII. kategória - tok extrémne (výnimočne) náchylný na vysychanie]. Okrem toho sme zistili v tokoch s poradovým číslom 6 a 25 (Minca a Šiagiho potok), že dochádza k ich pravidelnému vysychaniu, pričom pravidelnosťou rozumieme ich každoročné vysychanie, nie pravidelnosť časových intervalov medzi obdobiami vysychania.

Zo skúmaných 25 tokov je možné v zmysle vytvorených kategórií náchylnosti na vysychanie konkrétne toky do jednotlivých kategórií zaradiť nasledovne: I. kategória - 2 toky, t.j. 8 % (poradové číslo tokov 9, 11);

Poradové číslo ¹	Tvar povodia ² š : d	B_p (km)	L_u (km)	L (km)	L_p (km)	L_c (km)	O_r (km)	$H_{max p}$ (m n. m.)	$H_{max t}$ (m n. m.)	H_{min} (m n. m.)	H_p (m)	H_t (m)	I_t (%)	I_p (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1 : 6,47	0,83	5,37	4,43	0,03	4,48	12,4	1 115	820	480	635	340	7,67	30,03
2	1 : 3,76	0,75	2,82	1,62	–	1,62	6,45	1 115	903	715	400	188	11,60	27,44
3	1 : 2,43	0,83	2,02	1,65	–	1,65	6,03	1 027	733	600	427	133	8,06	33,04
4	1 : 4,42	2,94	13,00	12,32	110,50	122,82	30,0	1 458	1 289	564	894	725	5,88	14,45
5	1 : 3,19	1,36	4,35	3,98	0,47	4,45	10,8	1 294	1 118	741	553	377	9,47	27,70
6	1 : 4,42	0,43	1,90	1,80	0,41	2,21	3,74	1 040	910	725	315	185	10,28	34,72
7	1 : 2,35	2,00	4,71	4,58	9,57	14,15	12,8	1 277	1 112	707	570	405	8,84	18,56
8	1 : 1,65	0,95	1,57	1,03	2,11	3,14	5,0	1 277	1 137	908	369	229	22,23	30,20
9	1 : 2,65	1,79	4,75	4,53	9,79	14,32	13,2	1 277	1 050	707	570	343	7,89	19,52
10	1 : 3,76	1,54	5,79	4,87	8,27	13,14	14,6	1 271	1 077	650	621	427	8,77	20,77
11	1 : 5,05	3,11	15,57	14,79	71,43	86,22	35,8	1 333	985	655	678	330	2,23	9,74
12	1 : 1,74	0,47	0,82	0,63	0,55	1,18	1,1	1 012	962	880	132	82	13,01	21,30
13	1 : 3,18	2,61	8,31	7,90	19,00	26,90	23,4	1 333	1 221	609	724	612	7,75	15,55
14	1 : 3,05	1,18	3,60	3,52	3,10	6,62	9,58	953	807	572	381	235	6,68	18,49
15	1 : 3,64	1,70	6,18	6,10	9,05	15,15	14,4	1 458	1 301	577	881	724	11,87	27,16
16	1 : 3,78	0,50	1,89	1,22	0,93	2,15	4,4	895	743	573	322	170	13,94	32,98
17	1 : 2,70	0,63	1,70	0,80	0,61	1,41	4,53	1 187	970	790	397	180	22,50	38,29
18	1 : 3,45	1,28	4,42	3,80	6,52	10,32	10,6	1 458	1 290	685	773	605	15,92	32,46
19	1 : 2,30	0,79	1,82	1,58	–	1,58	6,05	1 300	890	674	626	216	13,63	52,04
20	1 : 3,97	0,80	3,18	1,48	1,06	2,54	7,21	1 202	842	671	531	171	10,82	33,33
21	1 : 5,91	0,98	5,79	5,33	1,90	6,23	12,76	1 367	1 215	591	776	634	11,89	32,56
22	1 : 4,53	0,53	2,40	0,87	–	0,87	5,89	781	612	546	235	66	7,59	20,78
23	1 : 7,40	0,87	6,44	6,20	2,05	8,25	13,23	1 365	1 270	527	838	743	11,98	35,38
24	1 : 4,37	1,24	5,42	5,00	2,20	7,20	13,24	1 251	902	526	725	376	7,52	27,95
25	1 : 2,72	0,79	2,15	1,82	–	1,82	5,45	760	543	485	275	58	3,19	21,14

Vysvetlivky – Explanatory notes:

 B_p – stredná šírka povodia (km) – mean width of watershed (km)

$$B_p = S_p \cdot L_u^{-1}$$

 L_u – dĺžka údolnice (km) – valley line length (km)

 L – dĺžka hlavného toku (km) – main stream length (km)

 L_p – dĺžka prítokov (km) – tributary length (km)

 L_c – celková dĺžka tokov v povodí (km) – total stream length in watershed (km)

 O_r – dĺžka rozvodnice (km) – watershed divide length (km)

 $H_{max p}$ – maximálna nadmorská výška povodia (m n. m.) – maximum watershed height above sea level (m a.s.l.)

 $H_{max t}$ – nadmorská výška prameňa (m n. m.) – height of spring (m a.s.l.)

 H_{min} – nadmorská výška uzavierajúceho profilu (m n. m.) – height of closure profile (m a.s.l.)

 H_p – absolútny výškový rozdiel povodia (m) – absolute height difference in watershed (m)

 H_t – absolútny výškový rozdiel toku (m) – absolute height difference in stream (m)

 I_t – priemerný sklon toku (%) – average stream gradient (%)

 I_p – priemerný sklon svahov povodia (%) podľa Herbsta – average gradient of slopes in watershed (%) according to Herbst

¹No., ²watershed shape

II. kategória – 1 tok, t.j. 4 % (poradové číslo toku 10);

III. kategória – 4 toky, t.j. 16 % (poradové číslo tokov 4, 8, 13, 15);

IV. kategória – 3 toky, t.j. 12 % (poradové číslo tokov 5, 7, 21);

V. kategória – 4 toky, t.j. 16 % (poradové číslo tokov 12, 14, 18, 24);

VI. kategória – 5 tokov, t.j. 20 % (poradové číslo tokov 16, 17, 19, 20, 23);

VII. kategória – 4 toky, t.j. 16 % (poradové číslo tokov 1, 2, 3, 22);

VIII. kategória – 2 toky, t.j. 8 % (poradové číslo tokov 6, 25).

 Konkrétne hodnoty výsledkov K_{nv} a jednotlivých kategórií obsahuje tab. V, stĺpec 8 a 9.

 – Veľké rozdiely sme zistili aj pri posudzovaní ročnej rozkolísanosti prietokov v jednotlivých tokoch. Výsledné hodnoty, vypočítané pomocou pomeru (2), sa pohybujú v rozpätí od $K_{rr} = 1 : 19$ pre Osrblianku (poradové

Poradové číslo ¹	Názov toku ²	M-denné prietoky ³ (l.s ⁻¹)							Q_a (l.s ⁻¹)	Q_r (10 ⁶ .m ³ .rok ⁻¹)	Ψ
		30	90	180	270	330	355	364			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Kamenná	126	55	24	11	5	2,5	0,9	45	1,420	0,282
2	Želobudský potok	67	29	13	6	2,5	1	0,5	24	0,757	0,301
3	Skalica	50	22	10	4,5	1,5	0,5	0,3	18	0,568	0,349
4	Hučava	1 657	748	351	203	123	78	49	650	20,512	0,298
5	Zolná	255	90	54	31	19	12	6	100	3,156	0,219
6	Minca	24	11	5	2	1	0,5	0	10	0,316	0,256
7	Hutná	338	160	75	37	20	14	12	140	4,418	0,296
8	Ostrý Grúň	53	31	18	12	8,5	6,5	4	25	0,789	0,335
9	Osrblianka	322	185	110	72	51	39	27	150	4,734	0,353
10	Hronček	317	158	87	54	37	29	23	130	4,102	0,334
11	Kamenistý potok	1 900	943	522	326	220	172	137	778	24,552	0,331
12	Podtajchovský potok	14	7	3,5	2	1,3	0,8	0,5	6	0,189	0,307
13	Slatina	625	326	161	84	50	33	23	255	8,047	0,340
14	Trkotský potok	120	56	27	12	6	4	2	50	1,578	0,288
15	Hukava	382	200	96	51	30	20	14	156	4,923	0,334
16	Klatov potok	17	9	4	2	1	0,5	0,3	7	0,221	0,344
17	Riečka	56	29	14	6,5	3	1,5	0,7	23	0,726	0,321
18	Bystrý potok	235	123	54	22	10	5	2	96	3,030	0,334
19	Sečkárov potok	44	23	11	5	2	1	0,5	18	0,568	0,331
20	Jelšovský potok	140	61	27	12	5,5	3	1	50	1,578	0,312
21	Detviansky potok	224	99	46	22	11	7	4	88	2,777	0,279
22	Močilná	27	11	6	3	1,5	0,5	0,2	9,5	0,300	0,310
23	Mačinová	195	86	40	18	8	4	1,5	70	2,209	0,321
24	Hradná	224	98	45	22	11	6	4	80	2,525	0,257
25	Šiagiho potok	40	11	4	2	1,5	0,5	0	13	0,410	0,224

Vysvetlivky – Explanatory notes:

 Q_a – priemerný dlhodobý ročný prietok (l.s⁻¹) – average long-term annual discharge (l.s⁻¹) Q_r – celkový priemerný ročný odtok z povodia (10⁶.m³.rok⁻¹) – total average annual runoff from watershed (10⁶.m³.year⁻¹) Ψ – stupeň vyrovnanosti odtoku (–) – degree of runoff uniformity (–)For 1–2 see Tab. I, ³M-day discharges

číslo toku 9) do $K_{rr} = 1 : 2\,500$ pre Močilnú (poradové číslo toku 22). Podľa vytvorenej stupnice ročnej rozkolísanosti prietokov to teda znamená pre Osrblianku minimálnu rozkolísanosť (kat. I.) a pre Močilnú extrémnu rozkolísanosť (kat. VII.). V tokoch s poradovým číslom 6 a 25 (Minca a Šiagiho potok) dochádza pravidelne (každý rok) k ich vysychaniu (VIII. kategória).

Zo sledovaných 25 tokov je možné na základe vytvorených kategórií ročnej rozkolísanosti prietokov zaradiť jednotlivé toky nasledovne:

- I. kategória – 1 tok, t.j. 4 % (poradové číslo toku 9);
- II. kategória – 1 tok, t.j. 4 % (poradové číslo toku 11);
- III. kategória – 5 tokov, t.j. 20 % (poradové číslo tokov 4, 7, 8, 10, 15);
- IV. kategória – 3 toky, t.j. 12 % (poradové číslo tokov 5, 13, 21);
- V. kategória – 4 toky, t.j. 16 % (poradové číslo tokov 12, 14, 18, 24);

VI. kategória – 5 tokov, t.j. 20 % (poradové číslo tokov 16, 17, 19, 20, 23);

VII. kategória – 4 toky, t.j. 16 % (poradové číslo tokov 1, 2, 3, 22);

VIII. kategória – 2 toky, t.j. 8 % (poradové číslo tokov 6, 25).

Konkrétne hodnoty výsledkov K_{rr} a jednotlivých kategórií obsahuje tab. V, stĺpec 10 a 11.

Pre možnosť porovnania uvádzame aj niektoré ďalšie výsledky výskumu, ktorý sme uskutočnili v iných oblastiach Slovenskej republiky.

V oblasti Západných Tatier sme sledovali štyri vodné toky (bystriny). Hodnoty K_{rv} (vzťah 1) sa pohybovali v rozpätí od $K_{rv} = 1 : 764$ (Jamnícky potok – ústie) do $1 : 848$ (Račková v km 8,9). Hodnoty K_{rr} (vzťah 2) sa pohybovali v rozpätí od $K_{rr} = 1 : 76$ (Jamnícky potok – ústie) do $1 : 91$ (Račková v km 8,9). Všetky toky v zmysle pomeru (1) patria do kategórie II. (veľmi málo

Poradové číslo ¹	Názov toku ²	N-ročné prietoky ³ (m ³ .s ⁻¹)							$q_{\max}$ (m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²)
		Q_1	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Kamenná	1,4	2,0	3,0	4,5	6,5	9,5	13,5	3,02
2	Želobudský potok	0,8	1,1	1,7	2,5	3,5	5,3	7,5	3,53
3	Skalica	0,6	0,9	1,4	2,0	2,8	4,2	6,0	3,59
4	Hučava	8,0	14,0	23	30	38	48	57	1,49
5	Zolná	2,5	4,0	7,0	10	13	16,5	20	3,37
6	Minca	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	3,2	4,5	5,47
7	Hutná	2,0	4,0	6,0	8,5	12	18	26	2,76
8	Ostrý Grúň	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	3,2	4,5	3,01
9	Osrblianka	0,5	1,0	1,5	3,0	4,0	6,0	8,5	1,00
10	Hronček	2,0	3,0	4,6	6,6	9,4	14	20	2,24
11	Kamenistý potok	3,0	6,0	11	16	24	35	45	0,93
12	Podtajchovský potok	0,3	0,5	0,7	1,0	1,4	2,1	3,0	7,81
13	Slatina	5,0	7,0	12	16	21	28	35	1,61
14	Trkotský potok	1,5	2,0	3,0	4,5	6,5	10	14	3,30
15	Hukava	2,0	3,0	5,0	7,0	9,0	14	20	1,90
16	Klatov potok	0,3	0,5	0,7	1,0	1,4	2,1	3,0	3,15
17	Riečka	0,7	1,0	1,6	2,3	3,3	5,0	7,0	6,51
18	Bystrý potok	1,6	2,4	3,7	5,3	7,5	11	16	2,82
19	Sečkárov potok	0,7	1,0	1,6	2,3	3,3	4,9	7,0	4,84
20	Jelšovský potok	1,0	1,7	2,5	3,6	5,2	7,7	11	4,33
21	Detvienský potok	1,5	2,5	3,5	5,0	7,0	10	15	2,64
22	Močilná	0,5	0,8	1,2	1,7	2,4	3,5	5,0	3,91
23	Mačinová	1,5	2,3	3,5	5,0	7,0	10,5	15	2,67
24	Hradná	2,0	3,0	5,0	7,0	9,0	14	20	2,97
25	Šiagiho potok	0,7	1,0	1,6	2,3	3,3	4,9	7,0	4,14

Vysvetlivky – Explanatory notes:

$q_{\max}$ – maximálny špecifický odtok (m³.s⁻¹.km⁻²) – maximum specific runoff (m³.s⁻¹.km⁻²)

For 1–2 see Tab. I, ³N-year discharges

náchylné na vysychanie) a v zmysle pomeru (2) patria do kategórie III. (malá rozkolísanosť vodných stavov počas roka).

V oblasti južnej a juhovýchodnej časti Kremnických vrchov sme hodnotili kvalitu odtoku piatich vodných tokov. Hodnoty K_{nv} (vzťah 1) sa pohybovali v rozpätí od $K_{nv} = 1 : 2\,000$ (Železnobreznický potok v km 1,05 od ústia) do $K_{nv} = 1 : 4\,000$ (Bieň v km 5,44 od ústia a Túrovský potok v km 1,79 od ústia). Znamená to, že ide o toky (podľa kategórií K_{nv}) III., resp. IV. kategórie, teda o toky málo až stredne náchylné na vysychanie.

Hodnoty K_{rr} (vzťah 2) sa pohybovali v rozpätí od $K_{rr} = 1 : 188$ (Železnobreznický potok v km 1,05 od ústia) do $K_{rr} = 1 : 375$ (Bieň v km 5,44 od ústia a Túrovský potok v km 1,79 od ústia). Znamená to, že ide o toky III. a IV. kategórie (podľa kategórie K_{rr}) s malou až strednou ročnou rozkolísanosťou prietokov.

V zmysle uvedených výsledkov považujeme za zaujímavé zistenie okolností, že najnižšia náchylnosť tokov na vysychanie (vzťah 1) a najnižšia rozkolísanosť ročných prietokov (vzťah 2) bola zistená pre toky s vy-

sokou lesnatosťou povodia (Osrblianka – tok č. 9 má 95,26% lesnatosť) a Kamenistý potok (tok č. 11 má 91,04% lesnatosť).

Naopak, na druhej strane majú pravidelne vysychajúce toky (č. 6 – Minca a č. 25 – Šiagiho potok) podstatne nižšiu lesnatosť povodia (56,14%, resp. 73,05%). Toto zistenie by bolo potrebné overovať ďalším, podrobnejším výskumom, avšak v hrubých črtach možno orientačne potvrdiť známy fakt, že les ovplyvňuje pozitívne rozkolísanosť prietokov znižovaním ich extrémnych hodnôt (znižuje maximá, zvyšuje minimá). Uvedomujem si, že porovnanie povodí s väčšou plochou povodí s povodiami s malou plochou povodí je problematické (čo sa týka tvorby odtoku a odtokového procesu vôbec), preto z našich zistení sa nedajú urobiť všeobecne platné uzávery.

Na porovnanie so zisteniami iných autorov uvádzam nasledovné informácie z iných tokov Slovenska.

Valtýni (1989) skúmal kvalitu odtoku 12 vodných tokov v rôznych oblastiach Slovenska. Hodnoty pomeru (1) sa pohybovali v rozpätí od $K_{nv} = 1 : 92$

Poradové číslo ¹	α_p	A_p	Q_b	Q_K	K_{kk}	α_o	K_{nv}	Kat_{nv}	K_{rr}	Kat_{rr}	q_r (10 ⁵ l. s ⁻¹ km ⁻²)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,155	0,450	Q_9	4,387	0,325	0,375	1 : 15 000	VII.	1 : 1 556	VII.	1,006
2	0,267	0,446	Q_{20}	3,521	0,469	0,378	1 : 15 000	VII.	1 : 1 600	VII.	1,129
3	0,409	0,582	Q_{11}	2,186	0,364	0,398	1 : 20 000	VII.	1 : 2 000	VII.	1,078
4	0,226	0,450	Q_6	26,339	0,462	0,556	1 : 1 163	III.	1 : 163	III.	1,699
5	0,314	0,484	Q_1	3,616	0,181	0,524	1 : 3 333	IV.	1 : 417	IV.	1,685
6	0,228	0,384	$< Q_1$	0,347	0,077	0,416	P.V.	VIII.	vysychá	VIII.	1,215
7	0,425	0,530	Q_{21}	12,583	0,484	0,473	1 : 2 167	IV.	1 : 167	III.	1,484
8	0,606	0,621	Q_5	1,072	0,238	0,502	1 : 1 125	III.	1 : 125	III.	1,674
9	0,378	0,542	Q_{10}	2,998	0,353	0,567	1 : 315	I.	1 : 19	I.	1,760
10	0,267	0,492	Q_1	2,233	0,112	0,474	1 : 870	II.	1 : 87	III.	1,455
11	0,200	0,448	Q_9	14,111	0,314	0,539	1 : 328	I.	1 : 22	II.	1,606
12	0,571	0,262	$< Q_1$	0,210	0,070	0,515	1 : 6 000	V.	1 : 600	V.	1,563
13	0,314	0,549	Q_4	11,246	0,321	0,404	1 : 1 521	III.	1 : 217	IV.	1,176
14	0,328	0,519	Q_1	1,963	0,140	0,442	1 : 7 000	V.	1 : 750	V.	1,177
15	0,276	0,454	Q_4	4,326	0,211	0,488	1 : 1 429	III.	1 : 143	III.	1,483
16	0,267	0,454	Q_{18}	1,364	0,455	0,284	1 : 10 000	VI.	1 : 1 000	VI.	0,735
17	0,372	0,520	Q_3	1,250	0,179	0,692	1 : 10 000	VI.	1 : 1 000	VI.	2,140
18	0,290	0,468	Q_1	2,307	0,144	0,508	1 : 8 000	V.	1 : 800	V.	1,693
19	0,437	0,648	$< Q_1$	0,307	0,044	0,425	1 : 14 000	VI.	1 : 1 400	VI.	1,244
20	0,251	0,442	$< Q_1$	0,426	0,039	0,648	1 : 11 000	VI.	1 : 1 000	VI.	1,970
21	0,169	0,430	Q_4	3,424	0,228	0,509	1 : 3 750	IV.	1 : 375	IV.	1,549
22	0,222	0,479	$< Q_1$	0,111	0,022	0,302	1 : 25 000	VII.	1 : 2 500	VII.	0,743
23	0,135	0,401	Q_1	1,753	0,117	0,421	1 : 10 000	VI.	1 : 1 000	VI.	1,248
24	0,229	0,476	Q_1	2,019	0,101	0,427	1 : 5 000	V.	1 : 500	V.	1,189
25	0,366	0,494	$< Q_1$	0,308	0,044	0,334	P.V.	VIII.	vysychá	VIII.	0,768

Vysvetlivky – Explanatory notes:

P.V. – pravidelne vysychajúci – regularly drying up

 α_p – charakteristika tvaru povodia, $\alpha_p = S_p L_p^{-2}$ – characteristic of watershed shape, $\alpha_p = S_p L_p^{-2}$ A_p – charakteristika tvaru povodia, $A = 0,195$ – characteristic of watershed shape, $A = 0,195 O_p L_u^{-1}$ Q_b – prietok, ktorý bezpečne pretečie prietokovým profilom s vyznačením príslušného Q_N – a discharge safely running through discharge profile, and indication of respective Q_N Q_K – kapacitný prietok (m³.s⁻¹) – capacity discharge (m³.s⁻¹) K_{kk} – pomer (12) – equation (12) α_o – odtokový činiteľ – runoff coefficient K_{nv} – pomer (1) – equation (1) Kat_{nv} – kategória náchylnosti na vysychanie (–) – category of disposition to drying up (–) K_{rr} – pomer (2) – equation (2) Kat_{rr} – kategória ročnej rozkollisanosti vodných stavov (–) – category of annual variations of water levels (–) q_r – elementárny odtok (10⁵ l.s⁻¹ km⁻²) – elementary runoff (10⁵ l.s⁻¹ km⁻²)¹No.

(Čierny Váh v profile Ništoková) do $K_{nv} = 1 : 5 500$ (Litavica v Cerove a Krupinica v Babinej).

Podľa údajov SHMÚ v literatúre (A b a f f y, L u k á č, 1991) uvádzame niektoré ďalšie zistené hodnoty K_{nv} : Vrbovčianka (v profile Kunov) $K_{nv} = 1 : 800$; Orava (ústie nad Oravou) $K_{nv} = 1 : 743$; Orava (Tvrdosín) $K_{nv} = 1 : 531$; Čierny Váh (Vyšný Chmelínek) $K_{nv} = 1 : 61$; Váh (Liptovská Mara) $K_{nv} = 1 : 93$; Váh (Bešeňová) $K_{nv} = 1 : 93$; Váh (Nosice) $K_{nv} = 1 : 88$; Váh (Dolné Kočkovce – Ladce) $K_{nv} = 1 : 88$; Váh (Trenčianske Biskupice – Kostolná) $K_{nv} = 1 : 78$; Váh

(Drahovce – Madunice) $K_{nv} = 1 : 56$; Váh (Kráľová) $K_{nv} = 1 : 54$; Nitrica (Nitrianske Rudno) $K_{nv} = 1 : 61$, atď.

Z ďalších výsledkov je potrebné poukázať na nasledovné:

- Hodnoty odtokových súčiniteľov α_o sú pre jednotlivé toky dosť rozdielne. Hodnoty α_o sa pohybujú v rozpätí od $\alpha_o 0,284$ (tok č. 16 – Klatov potok) do 0,692 (tok č. 17 – Riečka).
- Odtokové výšky sa v relatívnom vyjadrení pohybujú od 28,4 % (tok č. 16 – Klatov potok) do 69,2 % (tok č. 17 – Riečka).

Poradové číslo ¹	Názov toku ²	H_{ϕ} (m n. m.)	Z (mm)	%	$\bar{O}$ (mm)	%	E (mm)	%	T (°C)	C_K (-)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Kamená	775	847	100	317,6	37,5	529,4	62,5	6,2	7,32
2	Želobudský potok	917	942	100	356,4	37,8	585,6	62,2	5,3	5,63
3	Skalica	787	855	100	340,1	39,8	601,9	60,2	6,1	7,13
4	Hučava	949	964	100	536,1	55,6	427,9	44,4	5,1	5,29
5	Zolná	1 026	1 015	100	531,6	52,4	483,4	47,6	4,7	4,48
6	Minca	884	922	100	383,4	41,6	538,6	58,4	5,5	5,97
7	Hutná	990	991	100	468,4	47,3	522,6	52,7	4,9	4,94
8	Ostrý Grúň	1 082	1 052	100	528,4	50,2	523,6	49,8	4,3	4,09
9	Osrblianka	972	979	100	553,3	56,5	425,7	43,5	5,0	5,11
10	Hronček	955	968	100	459,0	47,4	509	52,6	5,1	5,27
11	Kamenistý potok	912	941	100	506,8	53,9	434,2	46,1	5,4	5,74
12	Podtajchovský potok	940	958	100	493,1	51,5	464,9	48,5	5,2	5,43
13	Slatina	878	918	100	371,0	40,4	547	59,6	5,6	6,09
14	Trkotský potok	763	840	100	371,4	44,2	468,6	55,8	6,3	7,50
15	Hukava	942	959	100	468,0	48,8	491	51,2	5,2	5,42
16	Klatov potok	726	815	100	231,8	28,4	583,2	71,6	6,5	7,98
17	Riečka	968	976	100	675,2	69,2	300,8	30,8	5,0	5,12
18	Bystrý potok	1 080	1 051	100	534,2	50,8	516,8	49,2	4,3	4,09
19	Sečkárov potok	885	923	100	392,6	42,5	530,4	57,5	5,5	5,96
20	Jelšovský potok	942	959	100	621,7	64,8	337,3	35,2	5,2	5,42
21	Detviansky potok	944	961	100	488,9	50,9	472,1	49,1	5,2	5,41
22	Močilná	668	775	100	234,4	30,2	540,6	69,8	6,9	8,90
23	Mačinová	904	935	100	393,8	42,1	541,2	57,9	5,4	5,78
24	Hradná	819	878	100	375,1	42,7	502,9	57,3	5,9	6,72
25	Šiagiho potok	597	727	100	242,5	33,4	484,5	66,6	7,3	10,04

Vysvetlivky – Explanatory notes:

- H_{ϕ} – priemerná nadmorská výška povodia (m n. m.) – average watershed height above sea level (m a.s.l.)
 Z – priemerný ročný zrážkový úhrn v povodí (mm) – average annual precipitation sum in watershed (mm)
 $\bar{O}$ – odtoková výška pre povodie (mm) – discharge height for watershed (mm)
 E – straty (mm) – losses (mm)
 T – priemerná ročná teplota v povodí (°C) – average annual temperature in watershed (°C)
 C_K – klimatický koeficient (-) – climatic coefficient (-)
 $C_K = T \cdot Z^{-1}$

For 1–2 see Tab. I

- Hodnoty strát (resp. klimatického, čiže celkového výparu) sa pohybujú od 30,8 % (tok č. 17 – Riečka) do 71,6 % (tok č. 16 – Klatov potok).

Vzhľadom k tomu, že povodia Klatovho potoka a Riečky majú približne rovnaké plochy povodí (0,953 km² a 1,075 km²), možno ich medzi sebou dôkladnejšie porovnať. Nižšia odtoková výška pre Klatov potok (resp. vyššia pre Riečku) môže byť spôsobená viacerými príčinami, napr. Klatov potok má 85,83% lesnatosť, Riečka len 67,44% (vplyv lesa na odtokový proces). Okrem toho sme pre Klatov potok vypočítali hodnotu klimatického súčiniteľa $C_K = 7,98$ (teplejšia, suchšia oblasť s vyššou evapotranspiráciou); pre Riečku $C_K = 5,12$ (studenšia, vlhkejšia oblasť s nižšou evapotranspiráciou). Na tvorbu

odtoku v uvedených dvoch povodiach môžu vplyvať aj ďalšie fyzikálno-geografické faktory. Nižšiu odtokovú výšku Klatovho potoka môžu podmieňovať napr. dosť znateľné rozdiely (v porovnaní s Riečkou) v priemernej sklonitosti svahov povodia, medzi sklonmi tokov a absolútnymi spádmi toku a povodia, pričom tieto veličiny sú vyššie pre Riečku, resp. jej povodie (tab. II, VI).

- Hodnoty klimatického súčiniteľa C_K (tab. VI, stĺpec 11) kolíšu v rozpätí od $C_K = 4,09$ (povodie č. 8 – Ostrý Grúň) do $C_K = 10,04$ (povodie č. 25 – Šiagiho potok). V alitýni (1986) uvádza, že veľké hodnoty C_K charakterizujú suchú a teplú oblasť, malé hodnoty C_K charakterizujú studenú vlhkú klimatickú oblasť, pričom v prírodných podmienkach Slovenska

Poradové číslo ¹	Názov toku ²	B (m)	b (m)	H (m)	S (m ²)	O ₁ (m)	O ₂ (m)	O (m)	R (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Kamenná	3,3	1,7	0,60	1,6	2,4	1,4	3,8	0,421
2	Želobudský potok	3,1	2,7	0,50	1,5	3,5	0,2	3,7	0,405
3	Skalica	1,6	1,2	0,40	0,8	2,0	–	2,0	0,400
4	Hučava	8,7	6,3	1,10	7,8	7,2	2,2	9,4	0,830
5	Zolná	3,6	2,6	0,6	1,7	3,0	1,0	4,0	0,425
6	Mínca	0,9	0,5	0,35	0,22	0,9	0,4	1,3	0,169
7	Hutná	4,7	3,0	0,8	3,3	4,1	1,1	5,2	0,635
8	Ostrý Grúň	0,8	0,6	0,4	0,44	1,4	0,2	1,6	0,275
9	Osrblianka	3,1	3,0	0,4	1,24	3,8	–	3,8	0,326
10	Hronček	4,0	3,7	0,4	1,14	4,4	–	4,4	0,259
11	Kamenistý potok	7,3	5,4	0,9	5,70	6,7	1,4	8,1	0,704
12	Podtajchovský potok	0,6	0,5	0,3	0,15	1,1	–	1,1	0,136
13	Slatina	5,4	4,9	0,90	4,7	5,6	1,2	6,8	0,691
14	Trkotský potok	2,0	1,4	0,60	1,0	2,1	0,7	2,8	0,357
15	Hukava	4,1	3,5	0,50	2,0	3,9	0,8	4,7	0,426
16	Klatov potok	3,2	3,1	0,30	0,60	3,4	–	3,4	0,176
17	Riečka	1,9	1,1	0,4	0,56	1,4	0,8	2,2	0,255
18	Bystrý potok	1,7	1,2	0,40	0,80	2,1	–	2,1	0,381
19	Sečkárov potok	0,8	0,5	0,3	0,19	1,3	–	1,3	0,146
20	Jelšovský potok	0,80	0,4	0,40	0,26	0,4	1,0	1,4	0,186
21	Detviansky potok	2,60	1,8	0,60	1,30	2,4	0,8	3,2	0,406
22	Močilná	0,50	0,3	0,30	0,16	0,3	0,9	1,2	0,133
23	Mačinová	2,50	2,0	0,50	1,10	2,2	0,9	3,1	0,335
24	Hradná	3,6	2,8	0,40	1,30	3,0	0,8	3,8	0,342
25	Šiagiho potok	0,9	0,6	0,45	0,28	0,9	0,6	1,5	0,187

Vysvetlivky – Explanatory notes:

- B – šírka koryta v brehoch (m) – bed width inside the banks (m)
 b – šírka koryta v dne (m) – bed width on the bottom (m)
 H – výška prietokového profilu (m) – height of discharge profile (m)
 S – plocha prietokového profilu (m²) – area of discharge profile (m²)
 O₁, O₂ – čiastkové omočené obvody (m) – partial wetted perimeters (m)
 O – omočený obvod (m) – wetted perimeter (m)
 R – hydraulický rádius (m) – hydraulic radius (m)

For 1–2 see Tab. I

sú hodnoty väčšiny bystrinných povodí v rozpätí od $C_K = 4$ do $C_K = 11$. V súlade s názormi citovaného autora možno podoprieť aj niektoré naše zistenia, a to aj z toho dôvodu, že obe povodia (Ostrý Grúň a Šiagiho potok) môžeme pre približne rovnaké plochy povodí hlbšie analyzovať (Ostrý Grúň má $S_p = 1,493 \text{ km}^2$, Šiagiho potok má $S_p = 1,692 \text{ km}^2$). Povodie Ostrého Grúňa sa nachádza na vonkajšej strane kaldery Poľany, na najsevernejšom cípe CHKO – BR Poľana, je orientované celou svojou plochou na S, resp. na SV a má priemernú nadmorskú výšku najvyššiu zo všetkých skúmaných povodí – 1 082 m. Povodie Šiagiho potoka sa nachádza tiež na vonkajšej strane kaldery Poľany, ale na juhozápadnej, resp. južnej strane s južnou expozíciou a má priemernú

nadmorskú výšku povodia najnižšiu zo všetkých sledovaných povodí – 597 m. Veľký rozdiel je aj medzi priemernými ročnými úhrnmi zrážok (1 052, resp. 727 mm) a priemernými ročnými teplotami 4,3 °C, resp. 7,3 °C (bližšie v tab. VI). Zdá sa, že klimatická charakteristika podstatne ovplyvňuje aj odtokové pomery (Ostrý Grúň má $O_{mm} \% = 50,2$ a $E_{mm} \% = 49,8$; Šiagiho potok má $O_{mm} \% = 33,4$ a $E_{mm} \% = 66,6$ %). Opäť to korešponduje so zisteniami Valtýniho (1986); v teplejšej, suchšej klimatickej oblasti je vyššia evapotranspirácia ako odtok; v studenejšej, vlhkejšej oblasti je to naopak.

– V rámci vyhodnotenia výsledkov pomeru (13) sme dospeli k nasledovným uzáverom. Hodnota pomeru (13) sa pre jednotlivé toky pohybuje v rozpätí od

Poradové číslo ¹	$H.d_{50}^{-1}$	d_{50} (m)	d_{65} (m)	i (%)	n_1 (-)	n_2 (-)	n (-)	c ($m^{0.5}.s^{-1}$)	v ($m.s^{-1}$)	Q_K ($m^3.s^{-1}$)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	6,67	0,090	0,111	3,04	0,0326	0,036	0,0338	22,917	2,741	4,387
2	5,62	0,089	0,107	2,43	0,0324	0,036	0,0326	23,665	2,347	3,521
3	3,96	0,101	0,120	3,46	0,0330	–	0,0330	23,228	2,733	2,186
4	9,90	0,111	0,129	1,78	0,0336	0,036	0,0342	27,781	3,376	26,339
5	7,50	0,080	0,105	1,93	0,0323	0,036	0,0332	23,486	2,127	3,616
6	3,04	0,115	0,128	5,22	0,0335	0,036	0,0343	16,839	1,581	0,347
7	7,55	0,106	0,116	3,32	0,0328	0,036	0,0335	26,261	3,813	12,583
8	3,33	0,120	0,132	5,47	0,0338	0,036	0,0340	19,870	2,437	1,072
9	3,42	0,117	0,127	3,91	0,0335	–	0,0335	21,421	2,418	2,998
10	3,30	0,121	0,133	3,85	0,0339	–	0,0339	19,618	1,959	2,233
11	8,41	0,107	0,119	1,13	0,0330	0,036	0,0327	27,757	2,475	14,111
12	3,03	0,099	0,120	5,29	0,0330	–	0,0330	16,526	1,401	0,210
13	11,84	0,076	0,087	1,07	0,0317	0,036	0,0324	27,827	2,392	11,246
14	9,23	0,065	0,082	2,05	0,0312	0,036	0,0324	22,947	1,963	1,963
15	4,59	0,109	0,129	2,09	0,0335	0,036	0,0339	22,928	2,163	4,326
16	3,49	0,086	0,093	8,39	0,0320	–	0,0320	18,716	2,274	1,364
17	3,45	0,116	0,127	5,33	0,0335	0,036	0,0344	19,146	2,232	1,250
18	3,92	0,102	0,120	4,17	0,0330	–	0,0330	22,883	2,884	2,307
19	3,00	0,100	0,126	6,49	0,0334	–	0,0334	16,621	1,617	0,307
20	3,33	0,120	0,131	5,22	0,0337	0,036	0,0353	16,658	1,641	0,426
21	5,13	0,117	0,129	3,41	0,0336	0,036	0,0342	22,389	2,634	3,424
22	5,00	0,060	0,081	1,58	0,0311	0,036	0,0311	15,249	0,699	0,111
23	9,61	0,052	0,080	1,37	0,0310	0,036	0,0324	22,862	1,594	1,753
24	7,02	0,057	0,074	1,34	0,0310	0,036	0,0320	22,942	1,553	2,019
25	4,89	0,092	0,119	2,14	0,0330	0,036	0,0342	17,442	1,103	0,308

Vysvetlivky – Explanatory notes:

- d_{50} , d_{65} – rozmer zrna splavenín, zodpovedajúci 50%, resp. 65% zastúpeniu odčítanom na krivke zrnitosti (m) – size of sediment grain, corresponding to 50% or 65% proportion read off on granularity curve (m)
- i – pozdĺžny sklon PÚ (%) – longitudinal gradient of experimental section (%)
- n_1 , n_2 – čiastkové stupne drsnosti (–) – partial degrees of roughness (–)
- n – celkový stupeň drsnosti – total degree of roughness
- c – rýchlostný súčiniteľ ($m^{0.5}.s^{-1}$) podľa Pavlovského – velocity coefficient ($m^{0.5}.s^{-1}$) according to Pavlovsky
- v – priemerná profilová rýchlosť ($m.s^{-1}$) podľa Chezyho – average profile velocity ($m.s^{-1}$) according to Chezy
- Q_K – kapacitný prietok ($m^3.s^{-1}$) – capacity discharge ($m^3.s^{-1}$)

¹No.

$K_{pp} = 0,022$ (tok č. 22 – Močilná) do $K_{pp} = 0,484$ (tok č. 7 – Hutná). Z prehľadu výsledkov v tab. V (stĺpec 2 až 4) vyplýva, že ani jeden z uvedených uzavierajúcich prietokových profilov nie je schopný previesť Q_{100} , ba ani Q_{50} . Maximálne hodnoty N -ročných prietokov, ktoré sú tieto profily schopné previesť, sú uvedené v tab. V, stĺpec 4. Tieto hodnoty sme zistili z vytvorených grafov N -ročných prietokov a pravdepodobnosti ich opakovania. Orientačné hodnoty prietokov, ktoré je schopné previesť určitý profil bez vyliatia sa vody z koryta, sa pohybujú od $Q_b < Q_1$ (toky č. 6, 12, 19, 20, 22, 25) do $Q_b = Q_{21}$ (tok č. 7). Z uvedených údajov tiež vyplýva, priemerne ako často (za predpokladu dosiahnutia konkrétneho Q_N)

sa môže voda vylievať z prietokového profilu na okolité územie, resp. pravdepodobná frekvencia (opakovanie) takéhoto javu.

ZÁVER

Poznanie odtokových charakteristík malých vodných tokov (vrátane bystrín) je nevyhnutnou podmienkou pre možnosť predvídania odtokových pomerov v povodiach (tokoch) a návrh komplexného súboru melioračných opatrení na ich zlepšovanie, ale aj na zvyšovanie zásob disponibilnej vody a jej kvality. Okrem uvedeného praktického využitia význam takéhoto hodnotenia vod-

ných tokov spočíva aj v posúdení eróznej činnosti tokov, resp. dispozícií (náchylností) konkrétnych tokov na tvorbu, transport a ukladanie splavenín atď.

Teoretický význam spočíva v možnostiach postupného analyzovania vplyvu početných súvisiacich charakteristík na odtokový proces (resp. tvorbu odtoku).

Opodstatnenosť takéhoto výskumu je daná aj tým, že skúmané toky sa nachádzajú v CHKO – BR Poľana, t.j. na takom území, ktoré je vzácné aj z celosvetového hľadiska, a je v rámci výskumu sledované a hodnotené aj z hľadiska iných súvisiacich, veľmi širokospektrálne zameraných aktivít poznania tejto cennej oblasti.

Literatúra

- ABAFFY, D. – LUKÁČ, M., 1991. Priehrady a nádrže na Slovensku. Bratislava, ALFA: 144.
- ANTAL, J. – FIDLER, J. et al., 1989. Poľnohospodárske meliorácie. Bratislava, Príroda: 472.
- ČERKAŠIN, A., 1964. Hydrologická príručka. Praha, HMÚ: 223.
- DUB, O., 1963. Hydrologia, hydrografia, hydrometria. Bratislava, SVTL: 528.
- DUB, O. – NĚMEC, J., 1969. Hydrologie. Praha, SNTL: 397.
- DUBLAN, L. – JÁNOŠOVÁ, J., 1991. Geologická stavba kaldery Poľany. In: Zbor. Stredoslovenského múzea v Banskej Bystrici, 10: 19–38.
- HRÁDEK, F. et al., 1988. Hydrologie. Praha, VŠZ, VN MON: 307.
- CHLEBEK, A. – JAŘABÁČ, M., 1992. Hodnocení možnosti ovlivnění vodních účinků lesa. Lesn. Práce, 71: 165–169.
- CHOW, V. T., 1964. Handbook of Applied Hydrology. New York, Mc. Graw-Hill Book Comp.: 1418.
- JAKUBIS, M., 1993. K stanoveniu stupňov drsnosti zatrávnenia pre potreby dimenzovania prietokových profilov bystrín. Lesnictví-Forestry, 39: 454–463.
- JAKUBIS, M., 1997. Výsledky výskumu bystrinnosti povodí CHKO – BR Poľana. In: Zbor. ref. Trvalo udržateľný rozvoj krajiny a ochrana životného prostredia – Biosférické rezervácie na Slovensku. Zvolen, TU: 141–144.
- JAKUBIS, M., 1998. Význam hodnotenia prítokov vodárenských nádrží. Vodohosp. Sprav., XLI: 17–18.
- KEMEL, M. – KOLÁŘ, V., 1982. Hydrologie. Praha, ČVUT: 292.

KLOPČEK, A. – ANTAL, J., 1985. Hydrologia. Bratislava, Príroda: 381.

KREŠL, J., 1983. Hrazení bystřin. Brno, VŠZ: 184.

KREŠL, J., 1990. Lesnické meliorace. Praha, SPN: 226.

KUNŠTÁTSKÝ, J. – PATOČKA, C., 1966. Základy hydrauliky a hydrologie. Praha, SNTL: 252.

MIDRIAK, R., 1983. Povrchový odtok v lesných porastoch SSR. In: Hydrologické a hydraulické pomery v krajine. Bratislava, ÚHM: 143–155.

NĚMEC, J., 1964. Inženýrská hydrologie. Praha, SNTL: 236.

RIEDL, O. – ZACHAR, D. et al., 1973. Lesotechnické meliorace. Praha, SZN: 568.

SKATULA, L., 1960. Hrazení bystřin a strží. Praha, SZN: 430.

SLÁVIK, D. – URBAN, P., 1992. Chránená krajinná oblasť – Biosférická rezervácia Poľana. Zvolen, Správa CHKO Poľana: 56.

STRELE, G., 1950. Grundriss der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien, Springer Verlag: 340.

SZOLGAY, J. – DZUBÁK, M. – HLAVČOVÁ, K., 1994. Hydrologia. Odtokový proces a hydrologia povrchových vôd. Bratislava, STU: 277.

ŠKOPEK, V. – NOVÁK, L., 1977. Hrazení bystřin a strží. Komentář k ON 48 2506. Praha, VÚNM: 88.

VALTÝNI, J., 1986. Možnosti zlepšenia odtokových pomero v bystrinných povodiach. Zvolen, Vedecké práce VÚLH: 277–301.

VALTÝNI, J., 1989. Príspevok k poznaniu podmienok stability bystrinných ekosystémov. Lesn. Čas., 35: 421–434.

VALTÝNI, J., 1995. Základy hydrologie a lesníckej hydrologie. Zvolen, TU: 103.

VALTÝNI, J. – KRIŽOVÁ, E. – MESSINGEROVÁ, V., 1990. Vplyv brehových porastov na stabilitu bystrinného ekosystému. Zvolen, Vedecké práce VÚLH: 253–262.

ZACHAR, D. et al., 1984. Lesnícké meliorácie. Bratislava, Príroda: 488.

Normy:

STN 73 6820 Úpravy vodných tokov

STN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vôd

STN 75 2101 Ekologizácia úprav vodných tokov

STN 75 7111 Pitná voda

STN 75 7222 Klasifikácia akosti povrchových vôd

Došlo 18. 6. 1998

RUNOFF CHARACTERISTICS OF STREAMS IN THE PROTECTED LANDSCAPE AREA – BIOSPHERE RESERVE POĽANA

M. Jakubis

Technical University, Faculty of Forestry, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

Runoff characteristics were evaluated in all 25 streams of the protected landscape area – biosphere reserve Poľana, which is situated in the territory of two geomorphological formations in the Slovak Republic,

Poľana and Veporské vrchy Mts.; its area is 200.79 km².

The Poľana region was approved as a protected landscape area in 1981 by a Decree No. 97 of the Ministry

of Culture of Slovak Republic. The territory was included in a UNESCO network of biosphere reserves by a decision of the bureau of the International Coordination Council of *Man and Biosphere* (MAB) program. It is a unique territory, not only in Europe but also worldwide. Its specificity is a network of streams around the Poľana center – a stratovolcano with internal diameter of 6 km and area of the caldera interior of more than 29 km². The stream network in the caldera interior is centripetal, and the stream network in its exterior is centrifugal while the streams are running to the four main directions from the top parts of the caldera exterior.

These parameters were evaluated on the basis of registered data provided by the Slovak Hydrometeorological Institute in Bratislava, branch office in Banská Bystrica: runoff quality which reflects differences in extreme (minimum or maximum) discharges, that means fluctuations of water levels and variations of discharges throughout the year, as related to disposition to drying up and stability of adjacent torrent ecosystems. In addition, the capacity of closure profiles of the separate 25 watersheds to drain specific *N*-year discharges was evaluated.

Disposition of the streams to drying up was evaluated on the basis of this equation:

$$K_{nv} = Q_{100} \cdot Q_{364d}^{-1} \quad (a)$$

where: Q_{100} = 100-year discharge (m³·s⁻¹)
 Q_{364d} = 364-day discharge (m³·s⁻¹).

Variations of water levels throughout the year were evaluated from this equation:

$$K_{rr} = Q_1 \cdot Q_{364d}^{-1} \quad (b)$$

where: Q_1 = 1-year discharge (m³·s⁻¹).

The following equation was used to evaluate the capacity of the closure discharge profile of every watershed to drain discharge Q_{100} (100-year discharge):

$$K_{kk} = Q_K \cdot Q_{100}^{-1} \quad (c)$$

where: Q_K = capacity discharge in the specific discharge profile (m³·s⁻¹).

Applying data from our own present research in several geomorphologic formations of the Slovak Republic and data reported by other authors (Valtýni, 1989; A b a f f y, L u k á č, 1991, etc.) a scale of disposition of small streams (including torrents) to drying up was constructed (categories I–VIII), from not disposed to drying up to regularly drying up ones. A scale of variations of water levels in small streams (including torrents) throughout the year was also made up (categories I–VIII), from minimum variations to regularly drying up streams. It is to note that regularity in these categories means every-year drying up of a stream, not regular time intervals between the drying-up periods.

The results (Tab. V, columns 8–11) indicate that, as shown by either scale, all categories of streams occur in the area under observation: it is evident from the results provided by equation (a) as well as equation (b).

Results provided by equation (c) are shown in Tab. V, column 6.

Data presented in this paper are of theoretical and practical importance. A contribution to stepwise analysis of the effects of numerous related characteristics on runoff process (or runoff origin) is of theoretical importance.

Forecasting runoff conditions in watersheds (streams) is of practical importance; data on these conditions can be used to design specific ameliorative measures to improve runoff conditions, and to increase reserves of disposable water and improve its quality. Another practical application is evaluation of erosive potential of the particular streams and watersheds, or disposition of the particular streams to sediment production, transport and deposition.

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Matúš Jakubis, CSc., Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The journal publishes original results of fundamental and applied research from all fields of forestry related to European forest ecosystems. An article submitted to Journal of Forest Science must contain original work and must not be under consideration for publishing elsewhere. Manuscripts should not exceed 25 double-spaced typed pages (A4 size) including tables, figures, references, abstract and summary. A PC diskette with the paper text and graphical documentation should be provided with the paper manuscript, indicating the used editor program. Papers should be clear, concise and written in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain two or three pages of English summary. Correct English is the responsibility of the author. Manuscripts should be typed on standard paper (A4 size, 60 characters per line, 30 lines per page). They must fully conform to the organization and style of the journal. Two copies of the manuscript should be sent to the executive editor: Mgr. Radka Chlebečková, Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic.

Text

Manuscript should be preceded by a title page comprising the title, the complete name(s) of the author(s), the name and address of the institution where the work was done, and the telephone and fax numbers of the corresponding author, or e-mail. Each paper must begin with an Abstract of no more than 90 words, and key words. The Introduction should be concise and define the scope of the work in relation to other work done in the same field. As a rule, it should not give an exhaustive review of literature. In the chapter Materials and Methods, the description of experimental procedures should be sufficient to allow replication of trials. Plants must be identified by taxonomic and common name. Abbreviations should be used if necessary. Full description of abbreviation should follow the first use of an abbreviation. The International System of Units (SI) and their abbreviations should be used. Results should be presented with clarity and precision. Discussion should interpret the results. It is possible to combine Results and Discussion in one section. Literature citation in the text should be by author(s), and year. If there are more than two authors, only the first one should be named in the text, followed by the phrase „et al.“ They should mainly consist of reviewed periodicals. References should include only publications quoted in the text. They should be listed in alphabetical order under the first author's name, citing all authors.

Tables

Tables should be numbered consecutively and have an explanatory title. Each table, with title, should be on a separate sheet of paper.

Figures

Figures should be referred solely to the material essential for documentation and for the understanding of the text. Duplicated documentation of data in figures and tables is not acceptable. All illustrative material must be of publishing quality. Figures cannot be redrawn by the publisher. Photographs should exhibit high contrast. All figures should be numbered consecutively with arabic figures. Both line drawings and photographs are referred to as figures. If several separate line drawings or photographs are to be incorporated in a single figure, they should be stuck on a white card with a minimum of space left between them. Each figure should contain a concise, descriptive legend.

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce ze všech oborů lesnictví, které mají vztah k evropským lesním ekosystémům. Autor práce je odpovědný za původnost příspěvku; práce nesmí být publikována nebo zaslána k publikování do jiného časopisu. Rozsah zasláního příspěvku nemá přesáhnout 25 stran (A4 formátu, psaných obědkem) včetně tabulek, obrázků, literatury, abstraktu a souhrnu. K rukopisu je třeba přiložit disketu s textem práce a s grafickou dokumentací pořízenou na PC s uvedením použitého programu. K publikování jsou přijímány práce psané v češtině, slovenštině nebo angličtině. Zaslání rukopisů musí obsahovat anglický souhrn o rozsahu 3 strany. Autor odpovídá za správnost anglického textu. Rukopisy mají být napsány na papíře formátu A4 (60 úhozů na řádku, 30 řádků na stránce). Uspořádání článku musí odpovídat formě, ve které jsou články publikovány. Je třeba zaslat dvě kopie rukopisu na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Chlebečková, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému přínosu a celkové kvalitě práce a s přihlédnutím k významu článku pro lesní hospodářství.

Úprava textu

Rukopis má obsahovat titulní stranu, na které je uveden název článku, jméno autora (autorů), název a adresa instituce, kde práce byla vypracována, a číslo telefonu a faxu autora, popř. e-mail.

Každý článek by měl obsahovat český (slovenský) a anglický abstrakt, který nemá mít více než 90 slov, a klíčová slova. Úvod by měl být stručný, s uvedením zaměření a cíle práce ve vztahu k dosud provedeným pracím. Neměl by v něm být uváděn rozsáhlý přehled literatury. V kapitole Materiál a metody by měl být uveden popis použitých experimentálních metod tak, aby byl postačující pro zopakování pokusů. Měly by být uvedeny obecné i vědecké názvy rostlin. Je-li zapotřebí používat zkratky, je nutné při prvním použití zkratky uvést i její plný název. Je nezbytně nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI. V části Výsledky by měla být přesně a srozumitelně prezentována získaná data a údaje. V kapitole Diskuse se obvykle získané výsledky konfrontují s výsledky dříve publikovanými. Je přípustné spojit část Výsledky a Diskuse v jednu kapitolu. Citování literatury v textu se provádí uvedením jména autora a roku vydání publikace. Při větším počtu autorů se uvádí v textu pouze první z nich a za jeho jméno se doplní zkratka „et al.“.

V části Literatura se uvádějí pouze publikace citované v textu. Měla by sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora: příjmení, zkratka jména, rok vydání, plný název práce, úřední zkratka časopisu, ročník, první a poslední strana. U knihy je uvedeno i místo vydání a vydavatel.

Tabulky

Tabulky jsou číslovány průběžně a u každé je uveden i nápis. Každá tabulka je napsána na jednom listu.

Obrázky

Jsou přiloženy jen obrázky nezbytné pro dokumentaci výsledků a umožňující pochopení textu. Současné uvádění stejných výsledků v tabulkách a na grafech není přijatelné. Všechny obrázky musí být vysoce kvalitní, vhodné pro reprodukci. Nekvalitní obrázky nebudou překreslovány, budou autorovi vráceny. Fotografie musí být dostatečně kontrastní. Všechny obrázky je třeba číslovat průběžně arabskými číslicemi. Jak grafy, tak i fotografie jsou označovány jako obrázky. Jestliže má být několik fotografií publikováno jako jeden obrázek, je třeba je vhodně uspořádat a nalepit na bílou podložku. U každého obrázku je nutné uvést jeho stručný výstižný popis.

Rukopis nebude redakcí přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

CONTENTS

Hurtalová T., Rožnovský J., Matejka F.: Aerodynamical properties of the air layer affected by a spruce stand	437
Kelbel P.: Results of monitoring of carpophagous fauna on the European beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.) in Slovakia.....	443
Žihlavník Š.: Use of color infrared aerial photography for forest mapping.....	449
Kula E., Zabecki W.: Cambioxylophagous fauna of spruce-trees under stress of honey fungus and wood decay.....	457
Jakubis M.: Runoff characteristics of streams in the protected landscape area – biosphere reserve Pořádk 467	467

OBSAH

Hurtalová T., Rožnovský J., Matejka F.: Aerodynamické vlastnosti vrstvy vzduchu ovlivněné smrkovým porostem	437
Kelbel P.: Výsledky monitoringu karpofágov buka lesného (<i>Fagus sylvatica</i> L.) na Slovensku.....	443
Žihlavník Š.: Možnosti využitia leteckých farebných infračervených snímok pri lesníckom mapovaní.....	449
Kula E., Zabecki W.: Kambioxylofágní fauna smrků stresovaných václavkou a kořenovníkem vrstevnatým.	457
Jakubis M.: Odtokové charakteristiky vodných tokov Chránenej krajinnnej oblasti – biosférickej rezervácie Pořádk	467