

LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 44, No. 11, 1998

OBSAH – CONTENTS

Zarnovican R., Laberge C.: Radial growth of balsam fir [<i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.] associated with past spruce budworm [<i>Choristoneura fumiferana</i> (Clem.)] outbreaks in Quebec, Canada – Radiálny prírastok jedle balzamovej [<i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.] vo vzťahu s minulým premnožením obaľovača smrekového [<i>Choristoneura fumiferana</i> (Clem.)] v Quebecu v Kanade	481
Kantor P., Pařík T.: Produkční potenciál a ekologická stabilita smíšených lesních porostů v pahorkatinách – I. Jehličnatý porost s příměsí buku na kyselém stanovišti ŠLP Křtiny – Production potential and ecological stability of mixed forest stands in uplands – I. A conifer stand with the admixture of beech at an acid site of the Křtiny Training Forest Enterprise	488
Kula E., Kawulok T.: Poškození porostů břízy námrazou v oblasti Lesní správy Sněžník – Damage to birch stands caused by rime in the Sněžník Forest Administration area	506
Jakubis M.: Výskum ustálenosti prítokov Vodárenskej nádrže Hriňová z geomorfologického celku Poľana – Research on bed resistance in tributaries to Hriňová Water Reservoir from the Poľana geomorphological formation.....	516

LESNICTVÍ-FORESTRY

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 Bartuněk, 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

Doc. 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 44 vychází v roce 1998.

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 1998 je 744 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 44 appearing in 1998.

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 1998 is 177 USD (Europe), 195 USD (overseas).

RADIAL GROWTH OF BALSAM FIR [*ABIES BALSAMEA* (L.) MILL.] ASSOCIATED WITH PAST SPRUCE BUDWORM [*CHORISTONEURA FUMIFERANA* (CLEM.)] OUTBREAKS IN QUEBEC, CANADA

RADIÁLNY PRÍRASTOK JEDLE BALZAMOVEJ [*ABIES BALSAMEA* (L.) MILL.] VO VZŤAHU S MINULÝM PREMNOŽENÍM OBAĽOVAČA SMREKOVÉHO [*CHORISTONEURA FUMIFERANA* (CLEM.)] V QUEBEKU V KANADE

R. Zarnovican, C. Laberge

Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Laurentian Forestry Centre, Sainte-Foy, Quebec G1V 4C7

ABSTRACT: The relationships between radial growth of balsam fir and spruce budworm outbreaks were studied over the past 50 to 60 years in two sites (Manouane Lake and Mitis Lake), province of Quebec, Canada. The normal radial growth was determined by LOWESS smoother and the effects of site and period on the duration of growth reduction and amplitude of this reduction were evaluated by analysis of variance. The growth reduction during the first outbreak links very well with defoliation classes contrary to the second outbreak. Mean duration of growth reduction and maximal growth reduction are different between the two sites.

Abies balsamea (L.) Mill.; *Choristoneura fumiferana* (Clem.); radial growth; outbreak

ABSTRAKT: Predložená práca studuje vzťahy medzi hrúbkovým prírastkom jedle balzamovej a premnožením obaľovača smrekového na dvoch lokalitách (Manouane Lake a Mitis Lake) za posledných 50 až 60 rokov v provincii Quebec v Kanade. Index normálneho radiálneho rastu bol stanovený metódou LOWESS a vplyv faktorov stanovišťa a gradačnej periódy na pokles radiálneho rastu (dĺžka a amplitúda) bol meraný variačnou analýzou. Až prvý rastový pokles je jasne korelovaný so stupňom defoliácie provinčnej lesnej služby v období 1950–1960, pre obdobie 1970–1980 je korelácia veľmi slabá. Studované lokality sa rozlišujú priemernou dĺžkou ako aj amplitúdou poklesu radiálneho rastu.

Abies balsamea (L.) Mill.; *Choristoneura fumiferana* (Clem.); radiálny rast; premnoženie

INTRODUCTION

Outbreaks of the spruce budworm [*Choristoneura fumiferana* (Clem.), *Lepidoptera: Tortricidae*] recur periodically and have caused devastating tree mortality and the loss of wood production in balsam fir [*Abies balsamea* (L.) Mill.] and spruce [*Picea* spp.] stands in eastern Canada (Brown, 1970; Blais, 1983; Hardy et al., 1986). Earlier infestations were restricted to specific regions, but in the 20th century they have coalesced and increased in size (Blais, 1983). Reasons for the increase in frequency, duration and severity of outbreaks appear to be mostly attributed, in addition to some irregular climatic triggers, to changes

caused by man in the forest ecosystem (Blais, 1983; Hardy et al., 1986).

Since the species principally affected by the spruce budworm are also mainstays of the pulp and paper industry, a major component of the Canadian economy, the insect has considerable economic importance. In Quebec, according to dendrochronological studies of balsam fir and white spruce [*Picea glauca* (Moench) Voss], three major outbreaks of the spruce budworm have occurred in this century (Blais, 1981, 1983; Hardy et al., 1986; Morin, Laprise, 1990), starting about 1909, 1944 and 1974. The 1974 outbreak is considered the longest and the most severe (Blais, 1981, 1983; Hardy et al., 1986; Morin, La-

prise, 1990), particularly in the transition forest, the zone between boreal forest in the north and deciduous forest in the south (Hardy et al., 1986).

Although the trends in the duration and severity of outbreaks are considered to be on the increase in this century (Blais, 1983; Hardy et al., 1986), the studies based on growth data for the forest zones in the Upper North Shore and Lower St. Lawrence regions (Blais, 1981, 1983; Hardy et al., 1983) are not numerous.

In this context, the present paper evaluates radial growth of balsam fir in the balsam fir – yellow birch forest domain (mixed wood zone) and in the balsam fir – white birch forest domain (boreal zone) in relation to spruce budworm outbreaks between 1935 and 1994 and particularly:

1. the synchronicity between the time series of balsam fir;
2. the synchronicity between the time series and the defoliation level;
3. the period of growth reduction associated with the duration of outbreaks;
4. the maximal growth reduction associated with the severity of outbreaks.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in Manouane Lake on the Upper North Shore, and in Mitis Lake in the Lower St. Lawrence region, province of Quebec, Canada (Tab. I). The two stands are forested with second-growth softwood dominated by balsam fir, and associated species are white birch (*Betula papyrifera* Marsh.) and white spruce.

The two sites are mesic with moderate drainage on till. The climate of both sites is subpolar, subhumid and continental (Proulx et al., 1987). However, the annual mean air temperature is lower in Manouane Lake (-3.5°C) than in Mitis Lake (2.3°C). Annual precipitation is higher in Manouane Lake (1250 mm) than in Mitis Lake (950 mm). This climatic context, determined especially by altitude, also reflects the more boreal forest domain (Thibault, Hotte, 1985) of the Manouane Lake site in comparison with the Mitis Lake site.

Five circular plots (400 m²) were randomly sited within the homogeneous part of each balsam fir stand. In each plot five dominant trees were randomly selected and harvested for stem analysis (Zarnovican et al., 1988). For the present study, radial increment of each

tree was measured to the nearest 0.01 mm along four radii on the disk taken at breast height and averaged to establish the mean time series for each tree.

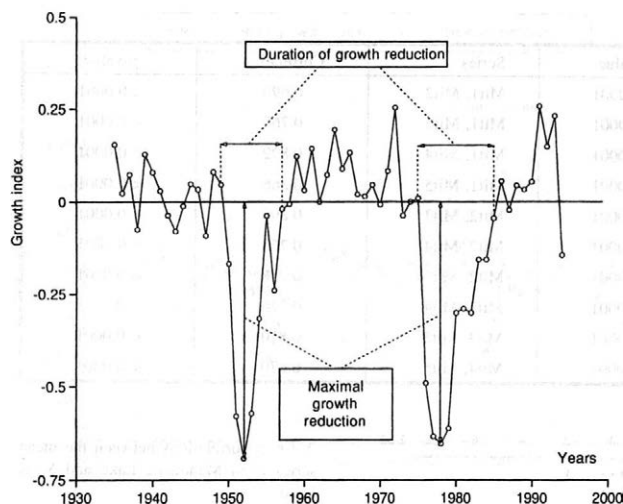
The long-term growth trend can be modelled in different ways. Linear and nonlinear regression are often used to perform such a task. However, in the present study, the outbreak years could largely influence the parameter estimates from linear or nonlinear regressions. Another way to model trend patterns is the use of smoothers. Smoothers use the available data to seek some sort of smooth trend pattern without making any assumption about the type of function generating the series. Several smoothers are available but many are largely influenced by outliers. Such smoothers would try to follow the large radial growth decreases associated with budworm outbreaks and would not be adequate to represent the long-term growth trend. Accordingly, the long-term time dependence (growth trend) was modelled for each tree by Cleveland's LOWESS smoother (Cleveland, 1979; SYSTAT, 1992) with appropriate tension factor. Cleveland's LOWESS smoother was chosen for its robustness towards outliers.

In the present study, the modelling of growth trend must be performed without taking into account the damage caused by the budworm in previous years. Since outbreak years can be seen as outliers when normal growth is the target population, Cleveland's LOWESS smoother is well-suited to performing the desired trend modelling. Weighted residuals (ring width indices) are then obtained by dividing the radial increment series by the estimated LOWESS trend curves to produce detrended series (Monserud, 1986). For each plot, a mean-time detrended series was obtained from the series of five randomly chosen trees. Duration of growth reduction period was estimated from standardized growth series as the number of years with consecutive negative residuals associated with budworm outbreaks. Maximal growth reduction was estimated by the largest difference between the series of radial increments and the normal growth determined by LOWESS smoothers (e.g. Fig. 1).

The synchronicity between the time series was evaluated by cross correlation (SYSTAT, 1992). The relations between mean time series for each site and the defoliation level of the MRNQ were evaluated by one-way analysis of variance (SYSTAT, 1992). For this purpose we have used the MRNQ data for budworm defoliation in cartographic divisions (5" by 5") 40118 for the Manouane Lake site and 49182 for the Mitis

I. Characteristics of stands

Site	Altitude (m)	Longitude	Latitude	Slope (%)	Forest Domain
Manouane Lake	700	70°10' W	48°29' N	20	balsam fir white birch
Mitis Lake	310	67°50' W	48°17' N	16	balsam fir yellow birch



I. Establishment of growth reduction and duration data from tree series

Lake site. Three defoliation classes (nil, moderate and severe) were used for the period from 1938 to 1994. The analysis of variance was also used to evaluate the effects of SITE (Manouane Lake and Mitis Lake) and PERIOD (1950–1960 and 1970–1980) on two dependent variables, the duration of growth reduction in years and amplitude of growth reduction in percentage. A PLOT factor is also used to control the variability associated with the sampling strategy. For each plot, the dependent variables are measured on five trees, which are considered as replications.

The linear statistical model (1) for the design is defined by the following equation:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \gamma_{k(j)} + (\tau\gamma)_{ik(j)} + e_{(ijk)l} \quad (1)$$

where: τ_i – the effect of the i th period,
 β_j – the effect of the j th site,
 $(\tau\beta)_{ij}$ – the period $\times$ site interaction,
 $\gamma_{k(j)}$ – the effect of the k th plot within the j th site,
 $(\tau\gamma)_{ik(j)}$ – the period $\times$ plot within site interaction,
 $e_{(ijk)l}$ – the usual error term.

Notice that no site $\times$ plot interaction can exist since plots differ from one site to another. Similarly, there can be no three-way interaction. Finally, it should be noted that site and period are fixed factors while plot is a random factor. Since fixed and random factors are included in the model, Wolfinger (1992) and Littell et al. (1996) have stressed the advantage of using the MIXED procedure instead of the GLM one to estimate the corresponding parameters. The MIXED procedure uses maximum likelihood to obtain appropriate statistics for fixed and random effects.

RESULTS AND DISCUSSION

The series of radial growth for the Manouane Lake site covers the period from 1935 to 1994 (60 years), and

the series for the Mitis site covers the period from 1915 to 1994 (50 years). Tab. II presents the results from a correlation analysis between pairs of trees from the same plot.

For each plot, the five trees can be combined in 10 different pairs of trees. Tab. II shows that the series of trees from each plot are significantly correlated as well in the Manouane Lake site as in the Mitis site. With these results, it is adequate to group the individual series of a plot in a mean series that represents mean series of radial growth of associated stands. The cross-correlations between the mean plots series of a site conclude in strong contemporaneous correlation (lag 0) and confirm the synchronicity of mean series (Tab. III) of each plot in two sites. Thus it is possible to establish a mean series for each site.

The results of the cross-correlation between the mean series of two sites show (Fig. 2) the significant correlations at negative and positive lags and suggest that the series of two sites are not synchronized.

II. Correlations between radial growth series of plots

Site	Correlation		Number of correlations	
	minimal	maximal	calculated	non significant
Man1	0.49	0.83	10	0
Man2	0.53	0.86	10	0
Man3	0.63	0.82	10	0
Man4	0.65	0.81	10	0
Man5	0.59	0.76	10	0
Mit1	0.47	0.81	10	0
Mit2	0.58	0.85	10	0
Mit3	0.31	0.73	10	0
Mit4	0.61	0.90	10	0
Mit5	0.52	0.76	10	0

Man1: Manouane Lake, plot 1; Mit1: Mitis Lake, plot 1.

III. Correlations at lag 0 between mean plot series

Series	Correlation	p-value	Series	Correlation	p-value
Man1, Man2	0.771	< 0.0001	Mit1, Mit2	0.690	< 0.0001
Man1, Man3	0.852	< 0.0001	Mit1, Mit3	0.767	< 0.0001
Man1, Man4	0.895	< 0.0001	Mit1, Mit4	0.822	< 0.0001
Man1, Man5	0.861	< 0.0001	Mit1, Mit5	0.866	< 0.0001
Man2, Man3	0.892	< 0.0001	Mit2, Mit3	0.896	< 0.0001
Man2, Man4	0.824	< 0.0001	Mit2, Mit4	0.763	< 0.0001
Man2, Man5	0.859	< 0.0001	Mit2, Mit5	0.758	< 0.0001
Man3, Man4	0.916	< 0.0001	Mit3, Mit4	0.776	< 0.0001
Man3, Man5	0.874	< 0.0001	Mit3, Mit5	0.810	< 0.0001
Man4, Man5	0.857	< 0.0001	Mit4, Mit5	0.870	< 0.0001

LAG	CORR	SE	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
-7	0.097	0.137						(	..				
-6	0.119	0.136						(	..				
-5	0.039	0.135						(					
-4	-0.089	0.134						(	..				
-3	-0.284	0.132						(					
-2	-0.284	0.131						(					
-1	-0.154	0.130						(	..				
0	0.206	0.129						(					
1	0.286	0.130						(		..			
2	0.324	0.131						(		..			
3	0.275	0.132						(		..			
4	0.320	0.134						(		..			
5	0.335	0.135						(		..			
6	0.245	0.136						(		..			
7	-0.028	0.137						(	..				

CORR : correlation, SE: standard error

On the other hand, the results also show the presence of two different patterns between the time series of two sites. The lack of synchronicity between two series can reflect the effect of the boreal zone (balsam fir – white birch) versus mixed wood zone (balsam fir – yellow birch) and consequently the climate effect, or it may result from the effect of spruce budworm outbreaks, or from human actions.

RELATIONSHIP BETWEEN DEFOLIATION LEVEL AND RADIAL GROWTH SERIES

In Manouane Lake, balsam fir suffered 13 severe defoliations observed by the MRNQ (Fig. 3). According to the mean growth series, there were two important reduction periods, the first between 1949 and 1955 and the second between 1975 and 1980 (Fig. 3). In Mitis Lake, balsam fir suffered 14 severe defoliations observed by the MRNQ and radial growth shows different patterns from Manouane Lake (Fig. 4). The first important growth reduction period was noticed between 1949 and 1964 and it was followed by three consecutive reductions between 1971 and 1985.

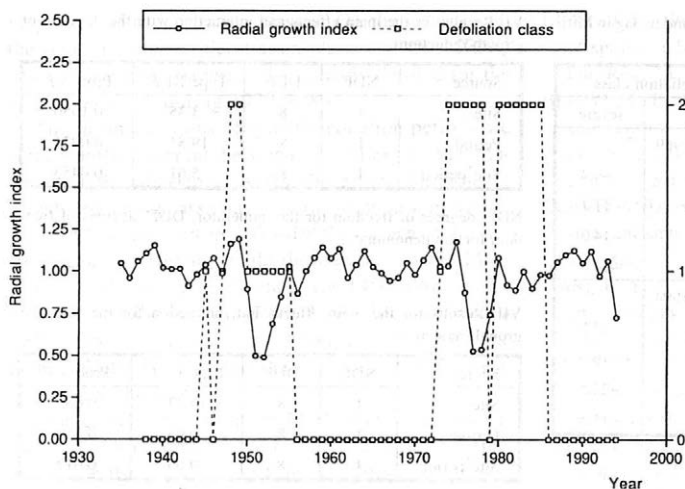
Previous investigations have shown growth loss in the initial year of defoliation (Piené, 1980), or a lag of one or two years before the growth response to budworm defoliation occurred (Blais, 1958, 1983). In order to specify the lag in radial growth response of

2. Cross-correlations between the mean series from Manouane Lake and Mitis Lake

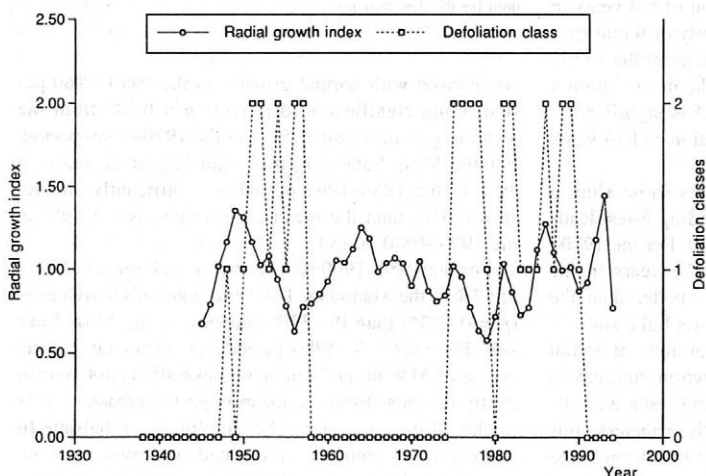
balsam fir to budworm defoliation and the relationship between this growth and the defoliation level of the MRNQ, the *p*-value of an ANOVA was calculated with mean radial growth by defoliation class. This evaluation was made at lags 0, 1, 2, 3 for 1938–1969 and 1970–1994 for Manouane Lake and 1945–1969 and 1970–1994 for Mitis Lake (Tab. IV, V). Two periods correspond roughly to the last two outbreaks. In Manouane Lake during 1938–1969 (Tab. IV), the best *p*-value was obtained with lag 3. Radial growth was positive in the absence of defoliation and there were increased losses

IV. *P*-value and loss of growth by defoliation class by period and by lag in Manouane Lake

Lag	<i>p</i> -value	Mean loss (%) by defoliation class		
		nil	moderate	severe
			Period 1938–1969	
0	0.0018	3.2	–19.1	17.8
1	0.0254	3.7	–16.8	4.4
2	0.0068	4.7	–11.2	–30.5
3	0.0001	4.4	–5.4	–50.8
			Period 1970–1994	
0	0.2535	1.1	2.8	–10.0
1	0.0258	3.9	3.1	–13.6
2	0.0234	2.6	17.5	–13.2
3	0.1068	2.9	–12.7	–10.9



3. Radial growth and defoliation classes in Manouane Lake



4. Radial growth and defoliation classes in Mitis Lake

in moderate and severe defoliation classes. During the period from 1970 to 1994, the results indicate that the best p -value was obtained with lag 2, but positive radial growth after moderate defoliation appears suspicious.

In Mitis Lake, the results for the period from 1945 to 1969 (Tab. V) give the best p -value with lag 3, the same as in Manouane Lake and the mean losses by defoliation class are logical, as higher losses correspond to higher levels of defoliation. For the period from 1970 to 1994, the best p -value corresponds to lag 2, and the mean radial growth values are negative in the absence of defoliation and positive in the presence of moderate defoliation.

The illogical results regarding radial growth and the severity of defoliation from 1970 to 1994 raised two questions. The first concerns the possible effect on radial growth of some factors other than that of the budworm and the second concerns the reliability of the data on defoliation from the MRNQ.

DURATION OF GROWTH REDUCTION AND OUTBREAKS

The results of the main effects and the interaction of these main effects for model (1) (Tab. VI) show the significant site*period interaction for duration of growth reduction as a dependent variable and indicate the necessity to examine each main effect with the levels of the other effects fixed. For the period factor, a test is performed for each site using the MIXED procedure and the linear statistical model defined by the following equation:

$$Y_{ikl} = \mu + \tau_i + \gamma_k + (\tau\gamma)_{ik} + e_{(ik)l} \quad (2)$$

For the comparison of sites, a test is performed for each site using the MIXED procedure and the linear statistical model defined by the following equation:

$$Y_{ikl} = \mu + \beta_j + \gamma_{k(j)} + e_{(jk)l} \quad (3)$$

where all the parameters are as defined in equation (1).

V. *P*-value and loss of growth by defoliation class and by lag in Mitis Lake

Lag	<i>p</i> -value	Mean loss (%) by defoliation class		
		nil	moderate	severe
			Period 1938–1969	
0	0.3776	1.1	8.3	–9.4
1	0.3521	3.2	2.1	–11.1
2	0.1239	5.4	–2.8	–14.3
3	0.0457	7.0	–8.4	–14.7
			Period 1970–1994	
0	0.6479	–5.0	–14.0	–4.8
1	0.2118	–0.1	–3.4	–16.5
2	0.0013	–4.7	12.1	–22.5
3	0.0679	–12.9	9.2	–11.5

For the Manouane Lake site, the corresponding *F*-test concludes that the mean duration of 6.6 years in the 1950–1960 period is not significantly different ($p = 0.18$) from the mean duration of 7.8 years in the 1970–1980 period. For the Mitis Lake site, the mean duration of 6.6 years in the 1950–1960 period is significantly smaller ($p = 0.011$) than the mean duration of 10.4 years in the 1970–1980 period.

For the 1950–1960 period, both sites show a mean duration of 6.6 years and the corresponding *F*-test leads to a nonsignificant difference ($p = 0.93$). For the 1970–1980 period, the mean duration of 7.76 years in the Manouane Lake site is significantly smaller than the mean duration of 10.4 years in the Mitis Lake site.

These results suggest that the duration of radial growth reduction associated with budworm outbreak in the 1970–1980 period increased in comparison with the outbreak between 1950 and 1960. Nevertheless, this increase was significantly higher in the transition forest zone only and these results confirm the conclusions of Hardy et al. (1986) that balsam fir stands are more susceptible to spruce budworm infestation in the mixed wood zone. The significantly longer duration of radial growth reduction associated with the second outbreak in the Mitis Lake site could be explained by the effect of forest zone but also by the effect of insecticides on prolonging outbreaks (Blais, 1974).

MAXIMAL GROWTH REDUCTION AND SEVERITY OF OUTBREAKS

The results of the MIXED procedure for the model in equation (1) (Tab. VII) indicate the significant site*period interaction for maximal growth reduction as a dependent variable and require an examination of each main effect with the levels of the other effects fixed. For the period factor, a test is performed for each site using the MIXED procedure and the linear statistical model defined by equation (2).

For the Manouane Lake site, the corresponding *F*-test showed that the mean largest decrease of 57% (in

VI. Results for the main effects and interaction with the duration of growth reduction

Source	NDF	DDF	Type III <i>F</i>	Prob > <i>F</i>
Site	1	8	3.35	0.1050
Period	1	8	19.81	0.0021
Site*period	1	8	5.61	0.0453

NDF: degrees of freedom for the numerator, DDF: degrees of freedom for the denominator

VII. Results for the main effects and interaction for the maximal growth reduction

Source	NDF	DDF	Type III <i>F</i>	Prob > <i>F</i>
Site	1	8	14.47	0.005
Period	1	8	0.95	0.359
Site*period	1	8	9.09	0.017

NDF: degrees of freedom for the numerator, DDF: degrees of freedom for the denominator

comparison with normal growth) in the 1950–1960 period is not significantly different ($p = 0.24$) from the mean largest decrease of 51% in the 1970–1980 period. For the Mitis Lake site, the mean largest decrease of 39% in the 1950–1960 period is significantly smaller ($p = 0.038$) than the mean largest decrease of 49% in the 1970–1980 period.

For the 1950–1960 period, the mean largest decrease of 57% in the Manouane Lake site is significantly larger ($p = 0.0004$) than the 39% decrease in the Mitis Lake site. For the 1970–1980 period, the mean largest decrease of 51% in the Manouane Lake site is not significantly different from the mean largest decrease of 49% in the Mitis Lake site. The amplitude of balsam fir radial growth reduction associated with two more recent spruce budworm outbreaks was more important in the boreal zone than in the transition zone. Furthermore, the losses of radial growth were not significantly different between two outbreaks in the boreal zone, while the losses increased significantly during the second outbreak in the transition zone.

The significant difference in the amplitude of radial growth reduction between two sites could be explained by the application of insecticides in the Mitis Lake site between 1949 and 1958 (Blais, 1974, 1983).

CONCLUSIONS

Growth patterns of five dominant trees in each of five plots were synchronized, as were the mean growth patterns of five plots in each site. However, the mean growth patterns of two sites were not synchronized. The comparison of the MRNQ defoliation classes with standardized data of mean radial growth by site concludes that radial growth response to the 1950–1960 defoliation occurs 3 years later and the growth reduction links

very well with defoliation classes. On the other hand, the relation between defoliation classes of the MRNQ and radial growth pattern is less clearly defined for the second outbreak during 1970–1980.

The mean durations of growth reduction periods are significantly different between two sites. In the Manouane Lake site (Upper North Shore), the durations of growth reduction associated with outbreaks in 1950–1960 (6.6 years) and in 1970–1980 (7.8 years) are not significantly different, while the duration in the Mitis Lake site (Lower St. Lawrence) for 1950–1960 is significantly smaller than in 1970–1980. The outbreak in 1945–1960 occurred 2 years earlier in Manouane Lake than in Mitis Lake, while the outbreak in 1970–1980 occurred at the same time.

The growth reductions in Manouane Lake, associated with two outbreaks, were not significantly different, while the growth reductions in Mitis Lake associated with the 1970–1980 outbreak were significantly greater than those in 1950–1960. The growth reductions in Mitis Lake associated with the 1950–1960 outbreak were significantly smaller than those in Manouane Lake. Finally, the growth reductions associated with the last outbreak in Mitis Lake were not significantly different from those in Manouane Lake.

Acknowledgements

The defoliation data series for two sites were kindly provided by Mr. Georges Pelletier of the Service de protection, Ministère des Ressources Naturelles du Québec. Messrs. Jean-B. Breton and André Lamontagne conducted the fieldwork. We thank Dr. Hubert Morin for valuable comments on this manuscript and we are grateful to Ms. Pamela Cheers for her editorial assistance.

References

- BLAIS, J. R., 1958. Effects of defoliation by spruce budworm [*Choristoneura fumiferana* (Clem.)] on radial growth at breast height of balsam fir [*Abies balsamea* (L.) Mill.] and white spruce [*Picea glauca* (Moench) Voss]. *For. Chron.*, 34: 39–47.
- BLAIS, J. R., 1974. The policy of keeping trees alive via spray operations may hasten the recurrence of spruce budworm outbreaks. *For. Chron.*, 50: 19–21.
- BLAIS, J. R., 1981. Recurrence of spruce budworm outbreaks for two hundred years in western Quebec. *For. Chron.*, 57: 273–275.
- BLAIS, J. R., 1983. Trends in frequency, extent and severity of spruce budworm outbreaks in eastern Canada. *Can. J. For. Res.*, 13: 539–547.
- BROWN, C. E., 1970. A cartographic representation of spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.), infestation in eastern Canada, 1909–1966. *Can. Dep. Fish. For., Can. For. Serv. Publ.* 1263. Ottawa, Ont.: 4.
- CLEVELAND, W. S., 1979. Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *J. Am. Stat. Assoc.*, 74: 829–836.
- HARDY, Y. J. – LAFOND, A. – HAMEL, L., 1983. The epidemiology of the current spruce budworm outbreak in Quebec. *For. Sci.*, 29: 715–725.
- HARDY, Y. J. – MANVILLE, M. – SCHMITT, D. M., 1986. An atlas of spruce budworm defoliation in eastern North America, 1938–1980. U.S. Dep. Agric. Misc. Publ. 1449: 52.
- LITTELL, R. C. – MILLIKEN, G. A. – STROUP, W. W. – WOLFINGER, R. D., 1996. SAS system for MIXED models. SAS Institute Inc., Cary, N.C.: 633.
- MACLEAN, D. A., 1984. Effects of spruce budworm outbreaks on the productivity and stability of balsam fir forests. *For. Chron.*, 60: 273–279.
- MONSERUD, R. A., 1986. Time-series analyses of tree-ring chronologies. *For. Sci.*, 32: 349–372.
- MORIN, H. – LAPRISE, D., 1990. Histoire récente des épidémies de la Tordeuse des bourgeons de l'épinette au nord du Lac Saint-Jean, Québec: une analyse dendrochronologique. *Can. J. For. Res.*, 20: 1–8.
- OSAWA, A., 1989. Causality in mortality patterns of spruce trees during a spruce budworm outbreak. *Can. J. For. Res.*, 19: 632–638.
- PIENE, H., 1980. Effects of insect defoliation on growth and foliar nutrients of young balsam fir. *For. Sci.*, 26: 665–673.
- PROULX, H. – JACQUES, G. – LAMOTHE, A. M. – LITYNSKI, J., 1987. Climatologie du Québec méridional. Ministère de l'Environnement, Service de la météorologie, Québec M. P. 65: 198.
- SYSTAT: Statistics, Version 5.2.1 Edition. Evanston, IL; SYSTAT, Inc., 1992: 724.
- THIBAUT, M. – HOTTE, D., 1985. Les régions écologiques du Québec méridional (Map, 2nd approximation). Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Direction de la recherche et du développement, Québec.
- WOLFINGER, R., 1992. A tutorial on mixed models. SAS Institute Inc., Cary, N.C.: 37.
- ZARNOVICAN, R. – OUELLET, D. – GENDRON, S., 1988. Computerized data acquisition for radial growth. *Can. For. Serv., Laurentian For. Cent., Sainte-Foy, Qc. Inf. Rep. LAU-X-80E*: 13.

Received 10 April 1998

Contact Address:

Dr. Richard Zarnovican, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Laurentian Forestry Centre, Sainte-Foy, Quebec G1V 4C7, Canada

PRODUKČNÍ POTENCIÁL A EKOLOGICKÁ STABILITA SMÍŠENÝCH LESNÍCH POROSTŮ V PAHORKATINÁCH – I. JEHLIČNATÝ POROST S PŘÍMĚSÍ BUKU NA KYSELÉM STANOVIŠTI ŠLP KŘTINY

PRODUCTION POTENTIAL AND ECOLOGICAL STABILITY OF MIXED FOREST STANDS IN UPLANDS – I. A CONIFER STAND WITH THE ADMIXTURE OF BEECH AT AN ACID SITE OF THE KŘTINY TRAINING FOREST ENTERPRISE

P. Kantor, T. Pařík

*Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Lesnická 37,
613 00 Brno*

ABSTRACT: The paper deals with the production potential and ecological stability of a mixed stand (Norway spruce, silver fir, Scots pine, larch, beech) which is purposely left to its natural development without intentional thinning measures. The 65 years old stand is situated at 400 m altitude, Forest District Olomučany, Training Forest Enterprise Křtiny, 17 km north of Brno. In the course of a time series of 35 years (1961–1996), Norway spruce showed quite unexpectedly the highest increment of production parameters and very low mortality. Its original proportion of 21% increased to 30%. It is a case of an allochthonous spruce growing at a site with total annual precipitation amounting to 580 mm. Results obtained from one stand only cannot be overestimated, however, it is not possible to exclude spruce quite categorically from the species composition of mixed stands in upland regions.

mixed stand; Norway spruce; silver fir; Scots pine; European larch; European beech; growth; development; production; mortality; ecological stability

ABSTRAKT: Ve studii je posuzován produkční potenciál a ekologická stabilita smíšeného porostu (smrk, jedle, borovice, modřín, buk), který je záměrně ponechán přirozenému vývoji bez úmyslných probírkových zásahů. Porost má dnes věk 65 let, leží na rovině ve výšce 400 m n. m. na poli Olomučany Školního lesního podniku Křtiny 17 km severně od Brna. V průběhu časové řady 35 let (1961–1996) vykazoval zcela nečekaně nejvyšší nárůst produkčních parametrů a velmi nízkou mortalitu smrk. Jeho původní 21% zastoupení se zvýšilo na 30%. Přitom se jedná o alochtonní smrk na nepůvodním stanovišti s ročním srážkovým úhrnem 580 mm. Výsledky z jednoho porostu nelze přeceňovat, nicméně zřejmě nelze zcela kategoricky vyloučit smrk z druhové skladby smíšených porostů v pahorkatinách.

smíšený porost; smrk; jedle; borovice; modřín; buk; růst; vývoj; produkce; mortalita; ekologická stabilita

ÚVOD

V referátu *Produkce a ekologická stabilita smíšených lesních porostů v antropicky se měnících podmínkách pahorkatin jako podklad pro návrh cílové skladby dřevin* byl v čísle 5/1997 Lesnictví-Forestry představen rozsáhlý výzkumný projekt Ústavu pěstění lesů (ÚPL) Fakulty lesnické a dřevařské Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně, řešený s finanční podporou Grantové agentury ČR.

Projekt je postaven na vyhodnocení série precizně založených (v letech 1959–1963) a pravidelně proměřovaných trvalých výzkumných ploch ve smíšených porostech 2. a 3. lesního vegetačního stupně. Jedná se o klasické dlouhodobé probírkové výzkumné plochy, na nichž jsou srovnávány podúrovňové a úrovňové probírky s kontrolami bez zásahů. Těchto výzkumných objektů, především na ŠLP Masarykův les Křtiny, má ÚPL k dispozici celkem deset – od jednoduchých porostních směsí buku s modřínem až po smíšené porosty

s pestrou paletou deseti druhů dřevin. Výčet těchto porostů je sestaven v referátu v č. 5/1997 *Lesnictví-Forestry* (Kantor, 1997).

První fáze vyhodnocení výzkumných šetření je založena na analýze časových řad kontrolních ploch, které jsou od doby založení experimentů (a v podstatě od vzniku porostů) zcela ponechány přirozenému vývoji bez úmyslných probírkových zásahů; jsou z nich odstraňovány pouze odumřelé stromy.

Dlouhá časová řada pozorování (35–40 let), rozsah i preciznost založení ploch tak umožňuje vyhodnotit změny druhové skladby přirozeným vývojem, sestavit stupnice mortality a vitality jednotlivých druhů, posoudit konkurenční vztahy dřevin, produkční možnosti různých směsí i jejich ekologickou stabilitu. Tyto údaje pak budou sloužit jako exaktní podklad pro návrh cílové skladby dřevin v konkrétních stanovištních podmínkách chlumních oblastí.

Vedle těchto výstupů, které mohou být bezprostředně využity v praxi, zejména v praxi hospodářské úpravy lesů, budou v rámci celého projektu studovány i teoretické otázky růstu a vývoje smíšených lesních ekosystémů. Budou analyzovány konkurenční a kompetiční vztahy jednotlivých dřevin včetně modelování jejich vývoje, bude posuzován vliv klimatických činitelů (zejména srážek a teploty vzduchu) na růstové procesy atd.

Předkládaná studie je v pořadí prvním avizovaným sdělením o vývoji, růstu, produkci a ekologické stabilitě jednoho konkrétního přirozeně se vyvíjejícího porostu. V daném případě je hodnocen smíšený jehličnatý porost (smrk, jedle, borovice, modřín) s příměsí buku na kyselém stanovišti v dubobukovém lesním vegetačním stupni na ŠLP Křtiny.

NÁSTIN PROBLEMATIKY

Studie o významu a postavení smíšených lesních porostů mají ve všech lesnických vyspělých zemích, a tedy i v České republice (resp. v bývalém Československu), dlouholetou tradici (např. Chadt, 1922; Konšel, 1924; Škoda, 1925, aj.). Od konce padesátých, ale zejména v průběhu šedesátých a sedmdesátých let jsou publikovány desítky studií o produkčních možnostech smíšených porostů, často ve srovnání s produkcí porostů stejnorodých (u nás např. Halaj, 1959; Papánek, 1960, 1967; Faith, 1967; Zakopal, 1968; Prudič, 1969; Michal, 1969; Šindelář, 1971; Plíva, 1973; Polák, 1995; Konôpka, 1975; v zahraničí např. Assmann, 1954; Leibundgut, 1956, 1963; Bauer, 1963; Moser, 1964; Bachmann, 1967; Rieger, 1970).

Metodiku produkčního srovnání smíšených a stejnorodých porostů u nás propracoval zejména Poleno (1975a, 1979). Souběžně ji ověřil na příkladu smíšených smrkoborových porostů a stejnorodých porostů týchž dřevin (Poleno, 1975b, 1980).

Poleno (1975a) zdůraznil, že při posuzování produkčních otázek u každého lesního ekosystému není

důležitá jen celková výše produkce a kvalita dřevní hmoty, ale stejný, popř. i větší význam má hledisko trvalosti produkce i hledisko bezpečnosti produkce. Z tohoto pohledu publikoval např. studii o smrkových, bukových a smíšených smrkobukových porostech Kantor (1981).

Zejména v Německu nejsou výjimečné ani studie (Adomat, 1965; Brandl, 1988, 1989; Preuh-sler, Mayer, 1992; Griesse, 1995), které posuzují produkční parametry pestřejších směsí dřevin podobného druhového složení jako námi hodnocený porost na ŠLP Křtiny.

Prioritní postavení ekologické stability lesních ekosystémů ve srovnání s jejich kvantitativními produkčními parametry je zdůrazňováno v poslední době především v nižších vegetačních stupních, v chlumních oblastech, a to zejména z pohledu současné antropické zátěže a nejistoty vývoje klimatu v příštích decenních. Vyšší ekologickou stabilitu smíšených porostů zde v poslední době dokumentuje řada našich prací (Buriánek, 1994; Poleno, 1996; Řešátko, 1996; Zezula, 1996; Šindelář, 1996, 1997; Veškřina, 1997) i zahraničních studií (Füldner, 1995; Tiefenbacher, 1996; Hüppe, Röhrig, 1996; Saniga, 1996; Sterba, 1996; Häberle, 1997; Lewandowski, Pommering, 1997, aj.).

I naše práce je příspěvkem k prohloubení poznání širokého spektra otázek produkčních možností a stability lesních ekosystémů chlumních oblastí. Opakovaně snad lze zdůraznit vysokou vypovídací hodnotu našich šetření, zde podloženou nepřerušovanou 35letou řadou pozorování.

EXPERIMENTÁLNÍ OBJEKT

Porost 113 A6 na polesí Olomučany ŠLP Křtiny je jedním z deseti objektů, které má Ústav pěstění lesů FLD MZLU v Brně k dispozici pro studium produkce a ekologické stability smíšených porostů ve 2. a 3. lesním vegetačním stupni. Leží v nadmořské výšce 400 m na plošině s mírným sklonem do 5° k jihu až jihozápadu (zeměpisné souřadnice: 49°20'19" s. š.; 16°40'25" v. d.). Podle převažujícího lesního typu 3K₃ – kyselé dubové bučiny bikové byl zařazen do hospodářského souboru 421 (resp. 431).

Porost má celkovou výměru 5,62 ha a vznikl přirozenou obnovou pěti dřevin – smrku, jedle, borovice, modřínu a buku v letech 1928 až 1933, tedy v průběhu velmi krátké obnovní doby ± 5 let. Prvních 30 let byl ponechán víceméně přirozenému vývoji s několika mírnými podúrovňovými zásahy, které se soustředily zejména na odstraňování odumřelých stromů. V této fázi vývoje porostu zde v roce 1961 založili pracovníci tehdejší katedry pěstění lesů Lesnické fakulty VŠZ v Brně pod vedením prof. Vyskotské klasické výzkumné probírkové plochy s cílem posoudit a srovnávat podúrovňové a úrovňové probírky s kontrolami bez zásahů.

V úvodu bylo zdůrazněno specifické postavení kontrolních ploch, jejichž vyhodnocení v daném porostu je

náplní předkládané práce. Kontrolní dílce tvoří ve studovaném smíšeném porostu, tak jako dílce probírkové, série dílčích ploch zpravidla o rozměru 20 x 20 m. Celková plocha kontroly činí v posuzovaném porostu 113 A6 při šestinásobném opakování 0,25 ha (pět dílců 20 x 20 m a jeden dílec 25 x 20 m).

V době založení ploch v roce 1961 byl stanoven střední věk porostu na 30 let, jeho hustota se pohybovala v rozpětí 2 200 až 2 500 stromů na ha. Základní dendrometrická data kontrolní plochy (v přepočtu na ha) jsou sestavena v tab. I.

METODIKA TERÉNNÍHO MĚŘENÍ A VYHODNOCOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Naznačenou preciznost založení ploch lze v první řadě dokumentovat zaměřením situace všech stromů a pořízením přesných plánků jejich rozmístění (viz Kantor, 1997, s. 223).

V pětiletých periodách se u každého jedince měří jeho výška (s přesností na 0,5 m), výška nasazení, délka a průměr koruny, výčetní průměr (křížové s přesností 0,1 cm) a každý strom je zařazen do jakostní třídy podle klasifikační stupnice ŮPL (viz Kantor, 1997, s. 222). Veškeré odumřelé stromy byly také takto komplexně proměřeny a průběžně vytěženy.

Pro objektivní posouzení produkčních parametrů a stability jednotlivých dřevin splňuje daný smíšený porost i další základní podmínky:

- jednotlivou formu smíšení,
- srovnatelné vstupní parametry (počet stromů, taxační hodnoty) všech čtyř jehličnanů – smrk, jedle, borovice a modřín (tab. I).

Vedle několika předřazených borových výstavků přežívala v době založení ploch na kontrolních dílčích v hluboké podúrovni i řada smrků, jedlí a buků, které nedosahovaly tehdy stanovených vstupních parametrů ($d_{1,3} = 4$ cm, $h = 4$ m). Většina z nich během dalšího vývoje porostu odumřela a nebyla tedy nikdy evidována. Pokud ale některé z těchto stromů přežily v konkurenčním boji a dosáhly při pětiletých revizních měře-

ních výčetní tloušťky 4 cm, byly vždy nově zařazeny do hodnocení databáze kontroly.

Vstupní data z těchto rozsáhlých šetření byla v podstatě až do roku 1991 zpracovávána pouze mechanicky na kapesních kalkulátorech, přičemž růst, přirozený vývoj, produkční potenciál i stabilita kontrol se vůbec nevyhodnocovaly.

Teprve v rámci řešeného projektu byla rozsáhlá vstupní databáze taxačních parametrů (zde 40 tisíc dat) zpracována tabelárně, popř. graficky na počítači s využitím programů EXCEL a ACCESS. V 35leté časové řadě pětiletých period (od r. 1961 do r. 1996) se u každé dřeviny posuzované směsí samostatně hodnotí:

- celková četnost a mortalita stromů,
- četnost ve výškových a tloušťkových stupních,
- průměrná a horní porostní výška,
- střední výčetní tloušťka,
- kruhová výčetní základna,
- zásoba,
- zakmenění a zastoupení dřevin.

Při sestavování a posuzování hodnotících kritérií byly voleny následující postupy:

Mortalita (vyjádřená v procentech uhynulých stromů) v mezidobích pětiletých šetření je vždy vztažena k četnosti předchozího měření.

Horní porostní výška byla u každé dřeviny při $n > 20$ stanovena jako průměr deseti nejvyšších stromů, při $n < 20$ byla vypočtena pouze z pěti stromů.

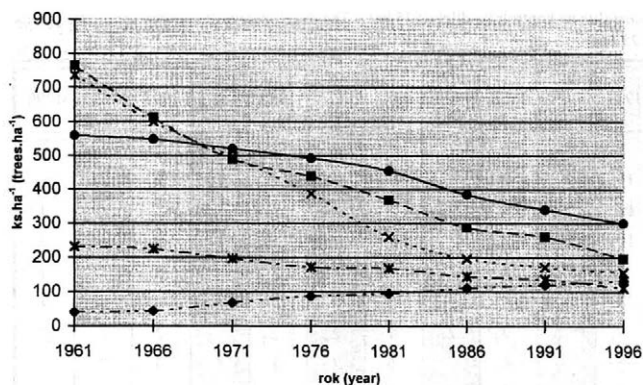
Zásoba porostu a z ní případně odvozený periodický objemový přírůst jsou vztaženy pouze k hlavnímu porostu, objem odumřelých stromů zde není započítán. Součástí tab. VII jsou i údaje o zásobě plně zakmeněných nesmíšených porostů převzaté ze Schwappachových růstových tabulek. Srovnání produkce konkrétních smíšených porostů s údaji tabulek pro stejnorodé porosty není sice zcela objektivní a má řadu vážných nedostatků (Poleno, 1979), přesto je zde orientačně uvedeno, i když není dále komentováno.

Zakmenění porostu bylo vypočteno podle běžné taxační praxe z poměru skutečných kruhových výčetních základů jednotlivých dřevin a tabulkových údajů. Pro zjištění tabulkových hodnot výčetních základů jednot-

I. Základní dendrometrická data kontrolního dílce v době založení ploch (1961) – Basic mensurational data of a control plot in the period of plot establishment (1961)

Dřevina ¹	Počet stromů ⁹ (ks.ha ⁻¹)	Průměrný strom ¹⁰			Zásoba ¹¹ (m ³ .ha ⁻¹)	Výčetní základna ¹² (m ² .ha ⁻¹)	Zakmenění ¹³	Zastoupení ¹⁴ (%)
		h (m)	$d_{1,3}$ (cm)	V (m ³)				
Smrk ²	560	8,2	8,7	0,04	19,8	4,03	0,18	21
Jedle ³	736	7,9	8,9	0,04	31,0	5,81	0,24	28
Borovice ⁴	764	9,2	9,3	0,03	25,7	5,97	0,25	29
Modřín ⁵	232	8,8	8,6	0,03	6,5	1,52	0,06	7
Buk ⁶	40	8,5	6,9	0,02	0,9	0,19	0,01	1
Borovice-výstavky ⁷	24	19,7	42,9	1,38	33,2	3,49	0,12	14
Celkem ⁸	2 356				117,1	21,01	0,86	100

¹species, ²Norway spruce, ³silver fir, ⁴Scots pine, ⁵European larch, ⁶beech, ⁷Scots pine – reserved trees, ⁸total, ⁹number of trees, ¹⁰average tree, ¹¹growing stock, ¹²stand basal area (b.a.), ¹³stand density, ¹⁴species composition



1. Vývoj počtu jednotlivých dřevin (ks.ha⁻¹) – The development of the number of particular tree species (trees.ha⁻¹) – (bk – beech, bo – Scots pine, jd – silver fir, md – European larch, sm – Norway spruce)

livých dřevin byly opět použity Schwappachovy růstové tabulky stejně jako při výpočtu zásob. Jsme si vědomi diskutabilnosti použití těchto tabulek podobně jako možných námitek proti uvádění zakmenění v přirozeně se vyvíjejícím porostu. Nicméně jsme přesvědčeni, že zjištěné skutečnosti mohou dobře posloužit jako orientační hodnoty. Důvodem pro použití Schwappachových růstových tabulek byla i snaha o zachování porovnatelnosti s výsledky ostatních šetření prováděných v minulosti na těchto plochách. Z takto určených redukovaných ploch bylo stanoveno i zastoupení dřevin.

Na základě tohoto hodnocení mohl být posouzen význam a podíl jednotlivých druhů na produkčním potenciálu a ekologické stabilitě posuzované směsi dřevin. Souběžně byly získány první podklady pro splnění strategického cíle celého projektu – upřesnění a předložení návrhu (variant návrhů) cílové skladby v nejvýznamnějších hospodářských souborech chlumních oblastí, v daném případě pro HS 43.

VÝSLEDKY

HUSTOTA POROSTU A VÝVOJ MORTALITY

V průběhu 35 let (1961–1996) klesla v důsledku přirozeného vývoje počáteční hustota kontroly z 2 356 stromů na 912 stromů.ha⁻¹ (celková mortalita 61 %).

Vývoj počtu jednotlivých dřevin v posuzovaném období dokumentuje obr. 1.

Absolutně nejvyšší celkový úhyn vykázala jedle; z původních 736 stromů jich odumřelo 580, tj. 79 %. Obr. 1 ale souběžně dokumentuje, že od poloviny osmdesátých let se zde ústup jedle stabilizoval zřejmě na úrovni přirozené redukce stromů.

Značná úmrtnost byla v daném smíšeném porostu zaznamenána u světlomilné borovice – za 35 let celkem 73 %. Naproti tomu modřín, dřevina s obdobnými nároky na světlo, vykazoval v absolutních i relativních hodnotách úbytek podstatně menší (z 232 stromů odumřelo 120, tj. 52 %).

Specifické postavení zaujímá v daném porostu buk. Výrazný nárůst jeho zastoupení z původně nepodstatné

příměsi až na 132 stromů.ha⁻¹ při posledním šetření v roce 1996 byl podmíněn jeho schopností přežívat v hluboké podúrovni v konkurenci jehličnanů a postupně dorůstat do vstupních hodnot taxačních parametrů ($d_{1,3} = 4$ cm, $h = 4$ m).

Snad až neočekávanou životnost prokázal v posuzované směsi smrk. Zejména v prvních dvaceti letech se jeho mortalita pohybovala vesměs výrazně níže než u ostatních jehličnanů. V roce 1961 sice „startoval“ za borovicí a jedlí až ze třetí pozice (obr. 1), ale již po deseti letech zde byl smrk nejčetnější dřevinou a rozdíly počtu stromů mezi ním a ostatními jehličnany se při každém měření vesměs zvyšovaly. Při poslední revizi tady bylo evidováno v přepočtu na ha 300 smrků, 156 jedlí, 212 borovic, 112 modřínů a 132 buků.

ČETNOST DŘEVIN VE VÝŠKOVÝCH STUPNÍCH

Vysokou vypovídací hodnotu mají tabulky IIa až IIe, v nichž je sestaven vývoj rozložení jednotlivých dřevin v průběhu celého hodnoceného období a jejich mortality ve výškových stupních.

Vývoj rozložení smrku dokumentuje tab. IIa. V průběhu hodnocených let odumřelo z původních 140 smrků na kontrolní ploše 65 stromů; až na několik málo výjimek se jednalo o podúrovňové jedince. Mimořádně široký vějíř výškového rozpětí v posledním hodnoceném roce (od 4 m do 30 m!), a to ve stejnověkové porostu, svědčí o schopnosti smrku snášet zástin několik desetiletí.

U jedle (podobně jako u smrku) postupně odumírala zejména podúroveň, do poloviny osmdesátých let ale ve větší míře i stromy zasahující do úrovně. Zřejmě vzhledem k mimořádně vysoké úmrtnosti v letech 1961–1981 zůstalo v podúrovni podstatně méně jedlí než smrků. Průkazné je zde již zmíněné výrazné snížení tendence úhynu jedle od počátku osmdesátých let. Při třech posledních revizích již dokonce neuhynul jediný úrovněvý nebo nadúrovněvý strom (tab. IIb).

Borovice byla při založení experimentu nejčetnější dřevinou. S ohledem na své vysoké světelné nároky však postupně všechny stromy, které se dostávají do

IIa. Vývoj četnosti smrku ve výškových stupních (m) a mortalita na kontrolním dílci (0,25 ha) – The development of Norway spruce frequency in height classes (m) and mortality in a control plot (0.25 ha)

Výškový stupeň ¹ (m)	1961	1961 až 1966	1966	1966 až 1971	1971	1971 až 1976	1976	1976 až 1981	1981	1981 až 1986	1986	1986 až 1991	1991	1991 až 1996	1996
4	17	2	11	4	7	1	5	1	5	2	3	1	1		3
5	16	1	12	5	11	2	9	4	4	1	3	2	2	1	
6	10		13	2	11	1	8	2	7	3	1	1			1
7	15		9		10	3	7		7	3	5	1	3		3
8	19		8	1	3		5	1	4	2	2		3	1	1
9	17		5		3						2	1			1
10	16		12		9		9	1	7	2	2		2	1	1
11	12		16		5		4		5	3	3	1	3	2	
12	7		15		15		7	1	5	1	4	2	2	1	1
13	6		7		12		12		5		6		6	2	4
14	2		5		10		4		10		2	1	1		1
15	2		14	1	1		8		8		7	1	4		3
16	1		1		6		7		4		8		1		1
17			3		13		7		5	1	4		7	1	3
18			4		4		7		5		2		5		6
19			1		4		8		8		2		1		2
20			1		5		8		9		10		9		3
21					1		4		8		6		5		7
22							3		5		7		4	1	2
23							1		3		8		8		6
24											5		9	1	5
25											3		6	1	5
26											1		2		7
27													1		6
28															2
29															
30															1
Sa	140	3	137	13	130	7	123	10	114	18	96	11	85	12	75
na ha	560	12	548	52	520	28	492	40	456	72	384	44	340	48	300
Průměrná výška ²	8,2	3,7	10,1	5,9	11,6	6,1	13,0	6,2	14,1	8,4	16,6	9,5	18,2	14,4	19,6

¹height class, ²mean height

podúrovně během několika málo let, odumírají (tab. IIc). Při posledním měření byly evidovány pouze tři borovice nižší než 20 m.

Modřín, a to je zajímavý poznatek, přežíval v podúrovni v hodnoceném smíšeném porostu déle než borovice; také jeho průběžná mortalita byla výrazně nižší. Z tab. II d např. vyplývá, že při posledním šetření přežívalo v podúrovni (15–19 m) 25 % jedinců. Trend vývoje četnosti modřínu ve výškových stupních ale celkem jednoznačně naznačuje, že již dnes zde mají – a také v budoucnu budou mít – rozhodující postavení nadúrovňové stromy.

Vývoj četnosti buku ve výškových stupních je podmiňován jeho již uvedenou schopností přežívat řadu let v hluboké podúrovni a postupně dorůstat do vstupní evidované výšky 4 m. Více než 75 % všech buků zaujalo podúrovňový prostor při rozpětí výšek 4–12 m;

přesto několik stromů postupně vrůstá do hlavní úrovně. Tab. IIe souběžně dokumentuje minimální mortalitu buku, a to ve smíšeném porostu s dominantním postavením jehličnanů.

ČETNOST DŘEVIN V TLOUŠŤKOVÝCH STUPNÍCH

Rozložení četností jednotlivých dřevin v tloušťkových stupních (tab. IIIa až IIIe) koresponduje s rozložením již komentovaných výškových stupňů.

Značně široké rozpětí tlouštěk u smrku již v době založení ploch (4–24 cm) se v průběhu třiceti let rozvěřelo na mezní hodnoty 4–44 cm (tab. IIIa). V důsledku konkurenčních vztahů odumřely až na dvě výjimky vesměs jen smrky nejtenších dimenzí, nicméně 16 % stromů s $d_{1,3}$ 10 cm a menším v posledním hodnoceném

IIb. Vývoj četnosti jedle ve výškových stupních (m) a mortalita na kontrolním dílci (0,25 ha) – The development of silver fir frequency in height classes (m) and mortality in a control plot (0.25 ha)

Výškový stupeň ¹ (m)	1961	1961 až 1966	1966	1966 až 1971	1971	1971 až 1976	1976	1976 až 1981	1981	1981 až 1986	1986	1986 až 1991	1991	1991 až 1996	1996
2	1		1	1											
3	3	2	1		1	1			1		2		2		
4	13	7	5	1	2		1		1		1	1			3
5	28	7	13	8	7	2	5	5							
6	21	8	14	5	8	1	7	5	2	1	1		1		1
7	27	6	14	6	10	3	5	4	1	1					
8	25	1	15	2	10	5	6	5	1		1	1			
9	20	2	18	3	12	3	3		3	2					
10	11		21	2	13	6	14	8	5		4	1	3	1	1
11	7		10		10	2	3		4	3	2	1			1
12	9	1	11		15	2	6	1	4	2			1		1
13	10		5	1	9	2	6	1	6	4	4		1		1
14	3		5		4		7	1	3	1	2	1	2		3
15	4		8		4		9	1	6	1	3	1	1	1	
16	1		2		7		2		4	1	4	1	6	3	3
17	1		3		3		5	1	4	1	2		2		1
18			2		2		7		5		2		1		
19			2		5		3	1	5		3		3		
20					1		3		3		4		4		4
21					1		3		4		5		2		1
22									1		1		2		4
23							2		2		2		4		2
24											2		1		4
25											4		2		
26													4		1
27													1		5
28															2
29															1
Sa	184	34	150	29	124	27	97	33	65	17	49	6	43	5	39
na ha	736	136	600	116	496	108	388	132	260	68	196	24	172	20	156
Průměrná výška ²	7,9	5,8	9,5	6,6	10,9	8,9	12,6	9,0	14,6	12,0	16,6	10,8	18,2	14,6	19,4

For 1–2 see Tab. IIa

roce opět dokumentuje schopnost smrku přežívat celá desetiletí v podúrovňových vrstvách.

Jedle má obdobně široké rozložení četností výčetních průměrů jako smrk (např. v roce 1996 rozpětí 4–46 cm). Postupně odumíraly opět zejména stromy s nejmenšími výčetními průměry a pouze v zanedbatelné míře i jedle středních tloušťkových stupňů (tab. IIIb).

V jednotlivých pětiletích nevyrovnaná mortalita borovice postihla nejen nejtenčí stromy, ale poměrně často i jedince středních dimenzí (tab. IIIc). Naproti tomu v průběhu celého hodnoceného období odumřely pouze dva modřiny s nadprůměrným $d_{1,3}$ (tab. IIId). V souvislosti s výškovým rozpětím modřinu při posledním šetření ($h = 15–32$ m) potvrzuje rozpětí výčetních průměrů ($d_{1,3} = 8–36$ cm), že vedle nadúrovňových hmotnatých

jedinců zde přežívají i štíhlé vysoké stromy s velmi nepříznivým štíhlostním kvociemem.

Z pohledu podúrovňového postavení buku je logické i jeho rozložení četností v tloušťkových stupních, kdy téměř 80 % jedinců bylo v roce 1996 zařazeno v intervalu 4–10 cm (tab. IIIf).

PRŮMĚRNÁ A HORNÍ POROSTNÍ VÝŠKA

Průměrné výšky smrku (v průběhu 35 let 8,2–19,6 m) a jedle (7,9–19,4 m) jsou významně ovlivněny vysokým podílem podúrovňové složky. Průkaznější výpovědní hodnotu zde proto mají horní výšky, které byly u obou dřevin o 5–8 m vyšší a podstatně se nelišily od

IIc. Vývoj četnosti borovice ve výškových stupních (m) a mortalita na kontrolním dílci (0,25 ha) – The development of Scots pine frequency in height classes (m) and mortality in a control plot (0.25 ha)

Výškový stupeň ¹ (m)	1961	1961 až 1966	1966	1966 až 1971	1971	1971 až 1976	1976	1976 až 1981	1981	1981 až 1986	1986	1986 až 1991	1991	1991 až 1996	1996
4	1														
5	8	5	1	1											
6	21	9	5	5											
7	18	6	6	3											
8	32	9	8	6	5	2	2	2							
9	24	2	11	5	1	1									
10	32	3	20	6	5	1	3	2	1	1					
11	26	2	18	1	16	5	3	3							
12	17	1	24	4	10	1	9	3	6	6					
13	9	1	22		13	1	5	1	2	1					
14	1		15		12	1	7	1	5	4	1	1			
15	2		17		24		21	4	11	6	2		2	1	
16			5		15		6		6		5	2	2	2	1
17			1		15		19		12		7		3	3	
18					5		16	2	14	1	2		4	1	1
19					1		14		17		12	1	5	3	1
20							3		11	1	9	1	8	3	1
21							2		7		11	2	5		7
22											11		12	2	3
23											7		12	1	8
24											5		6		11
25													4		7
26													1		3
27													1		4
28															1
29															1
Sa	191	38	153	31	122	12	110	18	92	20	72	7	65	16	49
na ha	764	152	612	124	488	48	440	72	368	80	288	28	260	64	196
Průměrná výška ²	9,8	7,6	11,7	8,7	14,0	10,9	16,0	12,8	17,4	14,0	20,2	18,4	21,5	19,0	23,6

For 1–2 see Tab. IIa

horních výšek světlomilné borovice a modřinu (tab. IV).

Stagnace průměrných výšek buku je dána postupným dorůstáním zcela potlačených nevidovaných jedinců do vstupního výškového stupně 4 m.

Údaje v tab. IV (průměrné výšky odumřelých stromů) současně potvrzují již komentovaný postupný úhyn podúrovňových jehličnanů a navíc z úrovně ustupující borovice.

Výchozí a konečný podíl jednotlivých dřevin v horní výškové úrovni porostu v letech 1961 a 1996 dokumentuje obr. 2. V průběhu 35 let výrazně vzrostl počet nadúrovňových smrků a modřinů, a to vesměs na úkor jedle. Souběžně bylo potvrzeno, že v mládí získané dominantní sociální postavení stromů zůstává zachováno i v dalších růstových fázích porostu. Ze 100 nejvyšších jedinců z r. 1996 bylo již na počátku experimentu klasifikováno 84 stromů v nadúrovni a 16 v úrovni.

PRŮMĚRNÁ VÝČETNÍ TLOUŠTKA

Průměrná výčetní tloušťka vzrostla u všech jehličnaných dřevin za 35 let o 12–16 cm (tab. V), když nejvyšší absolutní hodnoty vykazovala průběžně borovice (9,3 cm v r. 1961 až 25,5 cm v r. 1996). Naopak z pohledu výškového postavení modřinu (průměrná výška 23,5 m a horní výška 27,9 m při posledním měření) jsou jeho hodnoty $d_{1,3}$ podprůměrně nízké. Vývoj průměrné tloušťky u buku je v rozhodující míře ovlivněn uvedeným a komentovaným postupným dorůstáním potlačených buků do vstupního tloušťkového stupně 4 cm.

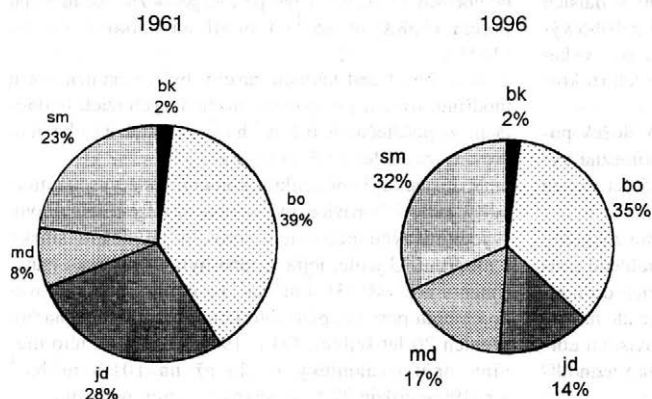
VÝČETNÍ ZÁKLADNA POROSTU

Dynamika nárůstu výčetních základů je zřejmě nejobjektivnějším kritériem hodnocení produkční schop-

IId. Vývoj četnosti modřinu ve výškových stupních (m) a mortalita na kontrolním dílci (0,25 ha) – The development of European larch frequency in height classes (m) and mortality in a control plot (0.25 ha)

Výškový stupeň ¹ (m)	1961	1961 až 1966	1966	1966 až 1971	1971	1971 až 1976	1976	1976 až 1981	1981	1981 až 1986	1986	1986 až 1991	1991	1991 až 1996	1996
4	1														
5	1		2	1											
6	5	1	1	1	1	1			1	1					
7	9	1	4	2	1		1		1	1					
8	11		3	1	3	1	1	1							
9	9		7	2	3	2	1		1	1					
10	10		8	1	2		1		1	1					
11	5		7		8	2	3		3		1				
12	5		8		6		6		5	2	2	1	1	1	
13	2		3		4		3		3	1	1				
14			6		3		2		1		3		2	2	
15			4		7		3		4		2		3	1	1
16			1		4		4		4		3		4	1	3
17			1		4		5		2		2		1		1
18			1		2		3		3		1		1		1
19					1		6		1		4	1			1
20							3		7		1		3		
21							1		5				2		1
22									1		6				2
23											7		6		2
24											1		3		3
25											1		3		2
26													2		4
27											1		2		2
28															2
29															2
30													1		
31															
32															1
Sa	58	2	56	8	49	6	43	1	42	6	36	2	34	5	28
na ha	232	8	224	32	196	24	172	4	168	24	144	8	136	20	112
Průměrná výška ²	8,9	6,6	11,1	7,7	13,1	9,1	15,2	8,5	16,0	10,5	19,3	16,0	21,0	16,5	23,5

For 1–2 see Tab. IIa



2. 100 nejvyšších stromů na kontrolním dílci 0,25 ha – 100 tallest trees in the control plot of 0.25 ha (bk – beech, bo – Scots pine, jd – silver fir, md – European larch, sm – Norway spruce)

Ile. Vývoj četnosti buku ve výškových stupních (m) a mortalita na kontrolním dílci (0,25 ha) – The development of beech frequency in height classes (m) and mortality in a control plot (0.25 ha)

Výškový stupeň ¹ (m)	1961	1961 až 1966	1966	1966 až 1971	1971	1971 až 1976	1976	1976 až 1981	1981	1981 až 1986	1986	1986 až 1991	1991	1991 až 1996	1996
3											1				
4					2		1				3		2		1
5	2		2		1		3		3		1		4		4
6	2				1		4		3		4		3		2
7	1		1		1		1		5		2		3		6
8			2		1		1				5		4		3
9	1		1		2		2		2				3		2
10	1		1		2				1		2				4
11	1				3		3				1		1		1
12			1				1						1		2
13	2		1		1		2		1				1		
14			2						5	1	1				
15					1		1		1		1		1	1	
16					1		1				1	1	1		1
17							1				3		1		1
18									1				1		1
19									1						
20					1		1				2		1		
21									1				2		2
22											1		1		1
23															2
Sa	10		11		17		22		24	1	28	1	30	1	33
na ha	40		44		68		88		96	4	112	4	120	4	132
Průměrná výška ²	8,5		10,5		10,1		9,8		10,6	14	10,3	16	10,5	15,5	10,8

For 1–2 see Tab IIa

nosti jednotlivých dřevin ve smíšených porostech vyvíjejících se přirozeně, bez úmyslných těžebních zásahů. To platí zejména pro dřeviny s řádově srovnatelnými „startovními“ hodnotami.

V porostu 113 A6 na poleš Olomučany byla z jehličnanů zaznamenána nejvyšší dynamika přírůstu na výčetní základně smrku; z původních $4,03 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ v r. 1961 nárůst na $11,60 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ v r. 1996 (přírůst za 35 let = $7,57 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, tj. 188 %). Měření v dalších letech naznačí, zda se jedná o stabilní trend dalšího vývoje. Stejně vysoký relativní přírůst – o 189 % – vykázal také modřín, i když při podstatně nižší výchozí kruhové výčetní základně.

Výčetní základna původně nejčetnějších složek porostu – jedle a borovice – se v důsledku průběžné vysoké mortality obou dřevin zvětšila za 35 let pouze o 43 %, resp. 75 % (tab. VI).

Mimořádně prudký relativní nárůst výčetní základny buku o 680 % je třeba opět posuzovat z pohledu průběžně stoupajícího počtu stromů dorůstajících do hodnot vstupních taxačních parametrů. Již zde je ale možné konstatovat, že buk lze na obdobných stanovištích udržet a pěstovat v jehličnatých porostech i jako jednotlivou podúrovňovou příměs.

ZÁSoba POROSTU

Původní zásoba 30letého smíšeného porostu $177,1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ vzrostla za 35 let celkem 3,9krát na $459,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. VII).

Značnou dynamiku objemového přírůstu vykazoval v posuzované směsi dřevin opět smrk. Zatímco v r. 1961 se s necelými 20 m^3 podílel na celkové zásobě porostu 17 %, v r. 1996 již měl jednoznačně největší objem ($138,0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) i podíl na celkové zásobě (30 %).

Obdobný trend nárůstu zásoby byl zaznamenán i u modřínu, ovšem při výrazně nižších výchozích hodnotách. Z počátečních $6,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ vzrostla zásoba této dřeviny za 35 let na $57,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

V důsledku již několikrát konstatované vysoké mortality jedle i borovice byl nárůst zásoby obou dřevin v jednotlivých pětiletích pozvolnější než u smrku a modřínu. U jedle, jejíž zásoba byla na počátku experimentu nejvyšší ($31,0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) a činila 26 % celkového objemu porostu, platí toto konstatování zejména pro prvních 20 let šetření. Od r. 1986 ale zásoba této dřeviny opět dynamicky rostla až na $101,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ v r. 1996, což je 22 % z celkové zásoby porostu.

IIIa. Vývoj četnosti smrku v tloušťkových stupních (cm) a *mortality* na kontrolním dílci (0,25 ha) – The development of Norway spruce frequency in diameter classes (cm) and *mortality* in a control plot (0.25 ha)

$d_{1,3}$ (cm)	1961	1961 až 1966	1966	1966 až 1971	1971	1971 až 1976	1976	1976 až 1981	1981	1981 až 1986	1986	1986 až 1991	1991	1991 až 1996	1996
4	34	3	23	8	18	3	14	5	10	4	6	3	1		3
6	27		22	4	17	1	15	2	12	5	6	2	6	2	1
8	26		18		17	3	12	2	11	5	7	2	4	2	5
10	26		27		12		15	1	11	3	6	1	6	3	3
12	10		17	1	23		15		12		13	1	9	1	6
14	7		7		13		15		16		13	1	9	1	7
16	5		13		5		8		6	1	7	1	9		10
18	2		1		11		3		10		5		3		3
20	1		6		3		9		6		7		5		3
22	1		1		6		6		3		7		8	1	4
24	1				2		3		7		4		6		6
26			2		1		5		3		5		2		7
28					1				2		3		5		3
30							2		3		2		3		4
32					1				1		2		3		2
34							1				1		2		4
36									1		1		1		1
38											1		1	1	2
40													1		
42													1	1	
44															1
Sa	140	3	137	13	130	7	123	10	114	18	96	11	85	12	75
na ha	560	12	548	52	520	28	492	40	456	72	384	44	340	48	300
$\bar{\phi} d_{1,3}$	8,7	4,7	10,0	5,5	11,6	6,1	12,9	5,7	14,2	7,5	16,2	8,8	18,6	15,4	20,1

Nárůst zásoby buku je nutné opět posuzovat z pohledu jeho specifického postavení.

Při založení ploch v r. 1961 bylo na kontrolních dílcích evidováno šest borových výstavků (tj. 24 v přepočtu na 1 ha), jejichž věk se pohyboval okolo 150 let. Tyto přestálé borovice jsou samozřejmě samostatně zahrnuty do databáze kontroly. Zejména zpočátku výrazně ovlivňovaly kvantitativní parametry porostu; např. jejich objem $33,2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ představoval při vstupním měření 28 % zásoby celého porostu. Jejich význam ale postupně klesal (dvě borovice již odumřely), takže při poslední revizi v r. 1996 se podílely na celkové zásobě porostů jen 8 %.

Jak již bylo uvedeno v metodice, součástí tab. VII jsou i data Schwappachových růstových tabulek pro nesmíšené porosty. Tyto údaje nemohou být samozřejmě zcela objektivním kritériem pro exaktní srovnání s produkci smíšených porostů, mají pouze orientační význam a nejsou dále komentovány.

ZAKMENĚNÍ POROSTU A ZASTOUPENÍ DŘEVIN

Zakmenění porostu je jako taxační veličina do značné míry závislá na tabulkových hodnotách, a tak je ji

také nutné posuzovat. Výchozí zakmenění celého porostu 0,86 se od r. 1971 stabilizovalo na normálu $\pm 1,0$ (0,99 až 1,09).

Vývoj aktuálního zakmenění jednotlivých dřevin vykazoval obdobnou tendenci jako u ostatních hodnotících kritérií: u smrku, modřinu i buku trvalý vzestup, u borovice víceméně stabilizovaný průběh a u jedle v prvních dvaceti letech výrazný pokles, v posledních patnácti letech vyrovnanost hodnot.

Zakmenění dřevin má stejnou výpovědní hodnotu i váhu jako aktuální zastoupení dřevin.

Jednoznačně nejvýraznější stouplo v hodnoceném smíšeném porostu zastoupení smrku, a to z 21 % v roce 1961 až na 30 % o 35 let později (tab. VIII).

Stabilní, i když pozvolnější vzestup zastoupení byl potvrzen i u modřinu (ze 7 % na 11 %) a u jednotlivě vtroušeného buku (z 1 % na 6 %).

Zastoupení borovice zůstalo v průběhu celého hodnoceného období na víceméně konstantní úrovni 29–26 %.

Výrazný pokles zastoupení (a to až do r. 1981) byl zaznamenán pouze u jedle (za 20 let z 28 % na 17 %). Od počátku osmdesátých let je ale i u tohoto kritéria patrné zastavení poklesu a stabilizace hodnot na úrovni

IIIb. Vývoj četnosti jedle v tloušťkových stupních (cm) a mortalita na kontrolním dílci (0,25 ha) – The development of silver fir frequency in diameter classes (cm) and mortality in a control plot (0.25 ha)

$d_{1,3}$ (cm)	1961	1961 až 1966	1966	1966 až 1971	1971	1971 až 1976	1976	1976 až 1981	1981	1981 až 1986	1986	1986 až 1991	1991	1991 až 1996	1996
4	52	15	27	12	12	2	10	7	4	2	3	1	2		3
6	35	12	26	8	22	7	14	11	3		3	1	2		1
8	34	5	23	4	16	4	11	4	7	3	4	2	2	1	2
10	23	1	22	4	20	7	13	4	9	5	4		4		2
12	12	1	21		19	7	10	3	6	2	3	2			2
14	11		10	1	10		12	2	10	4	6		5	3	1
16	4		4		6		6	1	5	1	5		5	1	3
18	4		4		2		2	1	1		1		2		4
20	3		4		5		6		5		3		1		
22	4		2		1		2		3		4		3		2
24			3		3		2		1		2		3		1
26	2		2		4		1		2		2		2		3
28					1		4		4		2		1		2
30			2		1		1		1		1		4		3
32					1		1		1		2				2
34					1		1		1				1		1
36							1		1		2		2		1
38									1		2				
40													2		2
42													2		
44															3
46															1
Sa	184	34	150	29	124	27	97	33	65	17	49	6	43	5	39
na ha	736	136	600	116	496	108	388	132	260	68	196	24	172	20	156
$\bar{\varnothing} d_{1,3}$	8,6	6,2	10,1	6,5	11,6	8,7	12,9	8,2	15,6	10,6	17,8	8,5	20,6	13,2	23,0

15 %. Při poslední revizi již byl zaznamenán opětovný nárůst zastoupení jedle na 17 %.

ZÁVĚR

Produkční potenciál a ekologická stabilita smíšeného jehličnatého porostu s příměsí buku byly zjišťovány v oblasti ŠLP Křtiny (soubor lesních typů 3K – kyselá dubová bučina). Produkční potenciál byl vyjádřen dynamikou vývoje a růstu porostu (rozdělení četností dřevin ve výškových a tloušťkových stupních, průměrná a horní porostní výška, průměrná výčetní tloušťka, výčetní základna a zásoba porostu). Ekologická stabilita pak byla prezentována zejména vývojem mortality a z ní vyplývající hustoty, zastoupení dřevin a zakmenění porostu.

Neobvyklá směs všech čtyř našich hospodářských jehličnatých dřevin (smrk, jedle, borovice, modřín) s příměsí buku se v průběhu posuzovaných 35 let vyznačovala, a to na kyselém stanovišti (soubor lesních typů 3K), vysokým produkčním potenciálem (průměrný přírůst věkový hlavního porostu v 65 letech $7,1 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$,

průměrný periodický přírůst v hodnoceném období 1961–1996 dokonce $9,8 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$) i přiměřenou ekologickou stabilitou, kdy se mortalita vesměs pohybovala na úrovni přirozené redukce stromů.

Obdobnými metodickými postupy bude vyhodnoceno dalších devět smíšených porostů, které má Ústav pěstění lesů FLD MZLU v Brně k dispozici; ty tvoří ojedinělou sérii výzkumných objektů v bukodubovém a dubobukovém lesním vegetačním stupni.

Základní dendrometrická data kontrolních ploch z revizních šetření v průběhu let 1961–1996 jsou uvedena v závěrečné tab. IX. Jsou zde přehledně sestaveny všechny významné taxační parametry, které již byly vesměs komentovány v textu.

Jednotlivá forma smísení, zanedbatelný věkový rozptyl i srovnatelné vstupní parametry smrku, jedle, borovice a modřínu umožňují objektivně posoudit postavení každé dřeviny v daném porostu, její produkční potenciál i míru ekologické stability.

Smrk: Ve společnosti ostatních jehličnanů vykazoval nejdynamičtější produkční parametry (nejvyšší nárůst výčetní základny a objemu) i nejnižší mortalitu. Původní zastoupení 21 % se zvýšilo na 30 % a smrk je

IIIc. Vývoj četnosti borovice v tloušťkových stupních (cm) a *mortalita* na kontrolním dílci (0,25 ha) – The development of Scots pine frequency in diameter classes (cm) and *mortality* in a control plot (0.25 ha)

$d_{1,3}$ (cm)	1961	1961 až 1966	1966	1966 až 1971	1971	1971 až 1976	1976	1976 až 1981	1981	1981 až 1986	1986	1986 až 1991	1991	1991 až 1996	1996
2	1														
4	30	11	6	6											
6	35	10	25	14	9	5	4	3	1	1					
8	41	10	24	7	16	3	10	5	5	5					
10	32	5	21	3	13	4	9	2	6	5	1	1			
12	24	1	28	1	14		10	5	6	2	4		3	2	
14	18	1	20		26		18	1	11	3	5	2	3	3	1
16	3		12		17		20	2	19	2	14	2	7	5	
18	4		10		11		14		13	1	13	1	9	2	2
20	3		3		9		8		8	1	8	1	10	2	8
22			3		2		8		11		10		7	1	9
24			1		4		5		6		7		6		5
26					1		1		2		5		10	1	6
28							2		3		1		3		6
30							1				3		3		4
32									1				2		4
34											1		1		
36															3
38															
40															1
Sa	191	38	153	31	122	12	110	18	92	20	72	7	65	16	49
na ha	764	152	612	124	488	48	440	72	368	80	288	28	260	64	196
$\bar{\varnothing} d_{1,3}$	9,3	7,2	11,2	6,6	13,7	8,1	15,6	10,5	17,3	11,7	19,7	15,5	21,9	17,0	25,5

IIId. Vývoj četnosti modříny v tloušťkových stupních (cm) a *mortalita* na kontrolním dílci (0,25 ha) – The development of European larch frequency in diameter classes (cm) and *mortality* in a control plot (0.25 ha)

$d_{1,3}$ (cm)	1961	1961 až 1966	1966	1966 až 1971	1971	1971 až 1976	1976	1976 až 1981	1981	1981 až 1986	1986	1986 až 1991	1991	1991 až 1996	1996
4	13	2	6	4	2	2									
6	12		9	3	6	4			2	2					
8	9		9		9		2		7	3	3	1	2	1	1
10	14		11		8		7	1	5		6		6	3	2
12	5		6	1	4		4		4	1	2		2		3
14	5		9		7		7		8		6		2	1	1
16			3		5		4		3		4	1	4		3
18			3		5		6		3		3		3		2
20					3		4		6		4		2		2
22							1		2		4		3		2
24							1		1		2		4	1	1
26									1		1		4		4
28													1		3
30											1				2
32															1
34													1		
36															1
Sa	58	2	56	8	49	6	43	1	42	6	36	2	34	6	28
na ha	232	8	224	32	196	24	172	4	168	24	144	8	136	24	112
$\bar{\varnothing} d_{1,3}$	8,6	4,5	10,0	5,8	11,8	5,5	13,6	11,0	14,2	7,8	16,3	11,7	18,1	12,9	21,0

IIIe. Vývoj četnosti buku v tloušťkových stupních (cm) a mortalita na kontrolním dílci (0,25 ha) – The development of beech frequency in diameter classes (cm) and mortality in a control plot (0.25 ha)

$d_{1,3}$ (cm)	1961	1961 až 1966	1966	1966 až 1971	1971	1971 až 1976	1976	1976 až 1981	1981	1981 až 1986	1986	1986 až 1991	1991	1991 až 1996	1996
4	5		3		4		8		7		9		10		6
6	2		4		4		5		6		9		7		13
8			1		6		2		2	1	1		5		5
10	1						4		5		3	1			2
12	1		1								2		1		
14	1		1		1				1				3	1	1
16					1		1				1				2
18			1						1		1		1		
20					1		1						1		1
22							1		1						1
24									1						
26											2				
28															
30													2		1
32															
34															1
Sa	10		11		17		22		24	1	28	1	30	1	33
na ha	40		44		68		88		96	4	112	4	120	4	132
$\bar{\phi} d_{1,3}$	6,9		8,1		8,2		8,2		8,7	7,1	8,7	10	9,2	14,1	9,6

IV. Vývoj průměrných výšek, horních výšek a výšek odumřelých stromů (vše v m) – The development of mean height, top height and dead tree height (all in m)

Dřevina ¹	Výška ⁷ (m)	1961	1961–1966	1966 35 let	1966–1971	1971 40 let	1971–1976	1976 45 let	1976–1981	1981 50 let	1981–1986	1986 55 let	1986–1991	1991 60 let	1991–1996	1996 65 let
Smrk ²	průměrná ⁸	8,2	3,7	10,1	5,9	11,6	6,1	13,0	6,2	14,1	8,4	16,6	9,5	18,2	14,4	19,6
	horní ⁹	13,9		17,7		19,9		21,4		22,3		24,6		25,5		27,4
Jedle ³	průměrná ⁸	7,9	5,8	9,5	6,6	10,9	8,9	12,6	9,0	14,6	12,0	16,6	10,8	18,2	14,6	19,4
	horní ⁹	14,8		17,3		19,2		20,8		21,3		24,0		25,4		27,3
Borovice ⁴	průměrná ⁸	9,2	7,6	11,7	8,7	14,0	10,9	16,0	12,8	17,4	14,0	20,2	18,4	21,5	19,0	23,6
	horní ⁹	13,4		15,8		18,0		20,0		21,0		23,7		25,1		27,0
Modřín ⁵	průměrná ⁸	8,8	6,6	11,1	7,7	13,1	9,1	15,2	8,5	16,0	10,5	19,3	16,0	21,0	16,5	23,5
	horní ⁹	11,8		15,3		17,4		19,6		20,9		24,0		26,1		27,9
Buk ⁶	průměrná ⁸	8,5		10,5		10,1		9,8		10,6	14,0	10,3	16,0	10,5	15,5	10,8
	horní ⁹	11,1		13,7		15,2		16,4		17,4		19,2		20,7		22,0

¹species, ²Norway spruce, ³silver fir, ⁴Scots pine, ⁵European larch, ⁶beech, ⁷height, ⁸mean height, ⁹top height

v současné době dominantním druhem zkoumané směsi dřevin. Smrk je navíc schopen přežít velmi dlouho v podúrovni, v daném případě i déle než jedle. To dokumentuje např. rozložení četnosti výšek v r. 1996 (při průměrné výšce 19,6 m rostlo 20 % smrků ve výškových stupních 4–13 m).

Jedle: Obecně známý, i když stále nejednotně vysvětlovaný kalamiťný úhyn jedle v našich lesích v šedesátých a sedmdesátých letech byl zaznamenán i v porostu 113 A6 na polesí Olomučany ŠLP Křtiny. Ústup této dřeviny se zde ale od počátku osmdesátých let zpo-

malil a od poloviny téhož decennia prakticky zastavil. Tento trend však mohou potvrdit až další šetření, i když již při poslední revizi v r. 1996 byla klasifikována řada jedlí jako vitální stromy s dynamickým tloušťkovým i objemovým přírůstkem. Jedle samozřejmě přežívá i v podúrovni, v posuzovaném porostu však hůře než smrk.

Borovice: Byly potvrzeny vysoké nároky borovice na světlo. Rychle odumírají nejen všechny potlačené stromy, ale i borovice, které zaostávají v růstu ve spodní polovině úrovně. Nadúrovňové borovice jsou však většinou charakterizovány plnodřevným kmenem a vy-

V. Vývoj průměrných tlouštěk – $d_{1,3}$ a tlouštěk odumřelých stromů (vše v cm) – The development of mean diameter (d.b.h.) and dead tree diameter (all in cm)

Dřevina ¹ ($d_{1,3}$ – cm)	1961 30 let	1961– 1966	1966 35 let	1966– 1971	1971 40 let	1971– 1976	1976 45 let	1976– 1981	1981 50 let	1981– 1986	1986 55 let	1986– 1991	1991 60 let	1991– 1996	1996 65 let
Smrk ²	8,7	4,7	10,0	5,5	11,6	6,1	12,9	5,7	14,2	7,5	16,2	8,8	18,6	15,4	20,1
Jedle ³	8,9	6,2	10,1	6,5	11,6	8,7	12,9	8,2	15,6	10,6	17,8	8,5	20,7	13,2	23,0
Borovice ⁴	9,3	7,2	11,2	6,6	13,7	8,1	15,6	10,5	17,3	11,7	19,7	15,5	21,9	17,0	25,5
Modřín ⁵	8,6	4,5	10,0	5,8	11,8	5,5	13,6	11,0	14,2	7,8	16,3	11,7	18,1	12,9	21,0
Buk ⁶	6,9		8,1		8,2		8,2		8,7	7,1	8,7	10,0	9,2	14,1	9,6

¹species, ²Norway spruce, ³silver fir, ⁴Scots pine, ⁵European larch, ⁶beech

VI. Vývoj kruhové výčetní základny porostu ($m^2 \cdot ha^{-1}$) a její nárůst v procentech – The development of stand basal area ($m^2 \cdot ha^{-1}$) and its increase in per cent

Dřevina ¹	1961	1966	(%)	1971	(%)	1976	(%)	1981	(%)	1986	(%)	1991	(%)	1996	(%)	Absolutní nárůst ⁹ k r. 1961	%
Smrk ²	4,03	5,29	31	6,85	29	8,15	19	9,11	12	9,76	7	11,34	16	11,60	2	7,57	188
Jedle ³	5,81	6,28	8	6,79	8	6,76	0	6,32	-6	6,22	-2	7,24	16	8,33	15	2,52	43
Borovice ⁴	5,97	6,91	16	7,99	16	9,30	16	9,39	1	9,28	-1	10,40	12	10,47	1	4,50	75
Modřín ⁵	1,52	2,00	32	2,43	21	2,77	14	3,00	8	3,38	13	3,99	18	4,38	10	2,86	189
Buk ⁶	0,19	0,29	49	0,46	62	0,64	38	0,82	28	0,98	20	1,24	27	1,50	20	1,31	680
Borovice – výstavky ⁷	3,49	3,75	7	4,12	10	4,55	10	4,62	2	4,66	1	4,71	1	3,16	-33	-0,33	-9
Celkem ⁸	21,01	24,52	17	28,64	17	32,17	12	33,26	3	34,28	3	38,92	14	39,44	1	18,43	88

¹species, ²Norway spruce, ³silver fir, ⁴Scots pine, ⁵European larch, ⁶beech, ⁷Scots pine – reserved trees, ⁸total, ⁹absolute increase

VII. Vývoj zásoby porostu ($m^3 \cdot ha^{-1}$) – The development of growing stock ($m^3 \cdot ha^{-1}$)

Dřevina ¹	1961 30 let	1966 35 let	1971 40 let	1976 45 let	1981 50 let	1986 55 let	1991 60 let	1996 65 let
Smrk ²	19,8	34,9	53,2	71,1	84,4	102,4	125,4	138,0
Jedle ³	31,0	41,2	51,2	59,2	59,7	67,6	83,1	101,8
Borovice ⁴	25,7	39,8	54,4	71,7	77,3	86,1	101,9	110,9
Modřín ⁵	6,5	12,1	17,5	23,6	27,6	37,9	48,5	57,6
Buk ⁶	0,9	1,6	2,9	4,2	5,9	7,6	10,4	13,1
Borovice – výstavky ⁷	33,2	36,3	41,4	48,9	50,1	52,5	54,0	38,3
Celkem ⁸	117,1	165,9	220,6	278,7	305,0	364,1	423,3	459,7
Údaje Schwappachových růstových tabulek pro nesmíšené porosty ($m^3 \cdot ha^{-1}$), zakmenění 1,0 – Data according to Schwappach volume tables for unimixed stands ($m^3 \cdot ha^{-1}$), stand density 1,0								
Smrk ²	$h = 8,2$ m 65	$h = 10,1$ m 110	$h = 11,6$ m 140	$h = 13,0$ m 180	$h = 14,1$ m 225	$h = 16,6$ m 290	$h = 18,2$ m 340	$h = 19,6$ m 380
Jedle ³	$h = 7,9$ m 60	$h = 9,5$ m 100	$h = 10,9$ m 150	$h = 12,6$ m 200	$h = 14,6$ m 280	$h = 16,6$ m 350	$h = 18,2$ m 410	$h = 19,4$ m 460
Borovice ⁴	$h = 9,2$ m 80	$h = 11,7$ m 130	$h = 14,0$ m 185	$h = 16,0$ m 230	$h = 17,4$ m 270	$h = 20,2$ m 330	$h = 21,5$ m 360	$h = 23,6$ m 410
Modřín ⁵	$h = 8,8$ m 75	$h = 11,1$ m 125	$h = 13,1$ m 170	$h = 15,2$ m 215	$h = 16,0$ m 240	$h = 19,3$ m 310	$h = 21,0$ m 350	$h = 23,5$ m 410
Buk ⁶	$h = 8,5$ m 20	$h = 10,5$ m 60	$h = 10,1$ m 60	$h = 9,8$ m 50	$h = 10,6$ m 70	$h = 10,3$ m 75	$h = 10,5$ m 85	$h = 10,8$ m 90
Borovice – výstavky ⁷	$h = 19,7$ m 260	$h = 20,0$ m 260	$h = 20,8$ m 280	$h = 22,3$ m 310	$h = 22,4$ m 310	$h = 23,5$ m 350	$h = 24,0$ m 360	$h = 25,6$ m 400

¹species, ²Norway spruce, ³silver fir, ⁴Scots pine, ⁵European larch, ⁶beech, ⁷Scots pine – reserved trees, ⁸total

VIII. Vývoj zastoupení dřevin v procentech a *zakmenění* – The development of species composition (per cent) and *stand density*

Dřevina ¹	1961	1966	1971	1976	1981	1986	1991	1996
Smrk ²	21	22	25	27	28	28	28	30
Jedle ³	28	28	22	19	17	15	16	17
Borovice ⁴	29	26	28	28	27	26	26	26
Modřín ⁵	7	8	8	8	9	10	10	11
Buk ⁶	1	2	3	4	4	5	5	6
Borovice – výstavky ⁷	14	14	14	14	15	16	15	10
Celkem ⁸ (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Zakmenění</i> ⁹	0,86	0,96	0,99	1,05	1,02	1,00	1,09	1,04

¹species, ²Norway spruce, ³silver fir, ⁴Scots pine, ⁵European larch, ⁶beech, ⁷Scots pine – reserved trees, ⁸total, ⁹stand density

IX. Vývoj základních dat porostu v letech 1961–1996 – The development of stand basic data in 1961–1996

Dřevina ¹	Počet stromů ⁹ (ks.ha ⁻¹)	Průměrný strom ¹⁰			Zásoba ¹¹ (m ³ .ha ⁻¹)	Výčetní základna ¹² (m ² .ha ⁻¹)	Zakmenění ¹³	Zastoupení ¹⁴ (%)
		<i>h</i> (m)	<i>d</i> _{1,3} (cm)	<i>V</i> (m ³)				
1961								
Smrk ²	560	8,2	8,7	0,04	19,8	4,03	0,18	21
Jedle ³	736	7,9	8,9	0,04	31,0	5,81	0,24	28
Borovice ⁴	764	9,2	9,3	0,03	25,7	5,97	0,25	29
Modřín ⁵	232	8,8	8,6	0,03	6,5	1,52	0,06	7
Buk ⁶	40	8,5	6,9	0,02	0,9	0,19	0,01	1
Borovice – výstavky ⁷	24	19,7	42,9	1,38	33,2	3,49	0,12	14
Celkem ⁸	2 356				117,1	21,01	0,86	100
1971								
Smrk ²	520	11,6	11,6	0,10	53,2	6,85	0,25	25
Jedle ³	496	10,9	11,6	0,10	51,2	6,79	0,22	22
Borovice ⁴	488	14,0	13,7	0,11	54,4	7,99	0,27	28
Modřín ⁵	196	13,1	11,8	0,09	17,5	2,43	0,08	8
Buk ⁶	68	10,1	8,2	0,04	2,9	0,46	0,03	3
Borovice – výstavky ⁷	24	20,0	46,6	1,73	41,4	4,12	0,14	14
Celkem ⁸	1 792				220,6	28,64	0,99	100
1981								
Smrk ²	456	14,1	14,2	0,19	84,4	9,11	0,29	28
Jedle ³	260	14,6	15,6	0,23	59,7	6,32	0,17	17
Borovice ⁴	368	17,4	17,3	0,21	77,3	9,39	0,28	27
Modřín ⁵	168	16,0	14,2	0,16	27,6	3,00	0,09	9
Buk ⁶	96	10,6	8,7	0,06	5,9	0,82	0,04	4
Borovice – výstavky ⁷	24	22,4	49,4	2,09	50,1	4,62	0,15	15
Celkem ⁸	1 372				305,0	33,26	1,02	100
1991								
Smrk ²	340	18,2	18,6	0,37	125,4	11,34	0,31	28
Jedle ³	172	18,2	20,7	0,48	83,1	7,24	0,17	16
Borovice ⁴	260	21,5	21,9	0,39	101,9	10,40	0,28	26
Modřín ⁵	136	21,0	18,1	0,36	48,5	3,99	0,11	10
Buk ⁶	120	10,5	9,2	0,09	10,4	1,24	0,06	5
Borovice – výstavky ⁷	24	24,0	49,9	2,25	54,0	4,71	0,16	15
Celkem ⁸	1 052				423,3	38,92	1,09	100
1996								
Smrk ²	300	19,6	20,1	0,46	138,0	11,60	0,31	30
Jedle ³	156	19,4	23,0	0,65	101,8	8,33	0,18	17
Borovice ⁴	196	23,6	25,5	0,57	110,9	10,47	0,27	26
Modřín ⁵	112	23,5	21,0	0,51	57,6	4,38	0,11	11
Buk ⁶	132	10,8	9,6	0,10	13,1	1,50	0,06	6
Borovice – výstavky ⁷	16	25,6	50,0	2,39	38,3	3,16	0,11	10
Celkem ⁸	912				459,7	39,44	1,04	100

¹species, ²Norway spruce, ³silver fir, ⁴Scots pine, ⁵European larch, ⁶beech, ⁷Scots pine – reserved trees, ⁸total, ⁹number of trees, ¹⁰average tree, ¹¹growing stock, ¹²stand basal area (b.a.), ¹³stand density, ¹⁴species composition

sokými tloušťkovými dimenzemi. I přes vysokou mortalitu (po jedli druhá nejvyšší) tak zůstává postavení a zastoupení borovice v posuzované směsi dřevin konstantní.

Modřín: Za zajímavé lze považovat zjištění, podle něhož je modřín schopen snášet zástin déle než borovice. V posuzovaném porostu modřín tvořil významnou příměs (počáteční zastoupení 7 %, poslední 11 %), která si udržovala své postavení s pravidelným pozvolným nárůstem všech hodnocených parametrů po celých 35 let. Modřín je zde dále charakterizován i relativně vysokým podílem přeštihlených kmenů s nepříznivým štihlостním kvocienem, nicméně rozhodující postavení mají nadúrovňoví jedinci průměrných až nadprůměrných dimenzí.

Buk: V experimentálním porostu se projevuje jako mimořádně plastická dřevina. Nejenže byl schopen přežít v konkurenčním boji s jehličnany v hluboké podúrovni, ale postupně dorůstá do vstupních evidovaných hodnot taxačních parametrů. Při prvním měření představoval buk zanedbatelnou složku (40 stromů.ha⁻¹, zastoupení 1 %), ale po 35 letech již tvořil relativně významnou příměs porostu (132 stromů.ha⁻¹, zastoupení 6 %).

ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ

Výsledky a poznatky z jednoho, i když dlouhodobě sledovaného experimentálního porostu nelze samozřejmě zevšeobecňovat, přesto považujeme za nutné zmínit se v závěru práce o specifickém postavení smrku v posuzované směsi dřevin.

Předpoklad o lability smrku v současných antropicky se měnících podmínkách chlumních oblastí, prisuzovaný ovšem zejména monokulturám, nebyl totiž v porostu 113 A6 na poli Olomučany ŠLP Křtiny potvrzen. V průběhu časové řady 35 let (od r. 1961 do r. 1996) zde smrk vykazoval zcela nečekaně ve společnosti jedle, borovice, modřínu a buku nejen nejdynamičtější produkční parametry (nejvyšší nárůst výčetní základny i objemu), ale mezi jehličnany i nejvyšší míru ekologické stability (nejnižší mortalita). Původní zastoupení 21 % se zvýšilo na 30 % a smrk je v současné době hlavní dřevinou posuzovaného smíšeného porostu. Jeho zdravotní stav je zatím uspokojivý, při posledním šetření u něj nebylo zaznamenáno ani významnější napadení houbovými patogeny.

Přitom se v daném případě prokazatelně jedná o alochtonní smrk, rostoucí na tomto stanovišti (soubor lesních typů 3K, výška 400 m n. m.) ve druhé, případně třetí generaci. Navíc je tato oblast Školního lesního podniku Křtiny v posledních dvaceti letech charakterizována extrémně nízkou nabídkou srážek (ve vegetačních obdobích porostní srážky v průměru pouze cca 250 mm! – Kantor, Klíma, 1997).

Z nečekaně příznivého hodnocení smrku v jediném porostu nelze pochopitelně vyvozovat závěry o účelnosti jeho pěstování na nepůvodních stanovištích chlumních oblastí. Nicméně předložené výsledky naznačují, že nelze a priori a kategoricky zcela vyloučit smrk z druhové skladby smíšených porostů v některých

hospodářských souborech dubobukového lesního vegetačního stupně.

Literatura

- ADOMAT, R., 1965. Betriebswirtschaftliche Untersuchungen über die Holzarten Fichte, Föhre, Buche und Eiche im bad.-württ. Staatswal. Forst- u. Holzwirt, 20: 353–355.
- ASSMANN, E., 1954. Die Standraumfrage und die Methodik der Mischbestandsuntersuchungen. Allg. Forst- Jagdztg, 125: 149–158.
- BACHMANN, P., 1967. Baumartenwahl und Ertragsfähigkeit. Schweiz. Z. Forstwes., 128: 306–317.
- BAUER, F., 1963. Holzartenwahl in heutiger Sicht. Allg. Forstz., 18: 137–139.
- BRANDL, H., 1988. Entwicklungen der Ertragslage der vier Baumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche im Staatsforstbetrieb von Baden-Württemberg und ihr Einfluss auf die waldbauliche Planung. Allg. Forst- Jagdztg, 159: 164–170.
- BRANDL, H., 1989. Ergänzende Untersuchungen zur Ertragslage der Baumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche in Baden-Württemberg. Allg. Forst- Jagdztg, 160: 91–98.
- BURIÁNEK, V., 1994. Ekologická plasticita dřevin vzhledem ke klimatu a její význam pro druhovou skladbu lesů při možných klimatických změnách. Zpr. lesn. Výzk., 39, č. 4: 42–50.
- FAITH, J., 1967. Stanovenie biologicky a ekonomicky zdôvodnených prevádzkových cieľov. [Metodika výzkumného úkolu, strojopis.] Zvolen, VÚLH: 23.
- FÜLDNER, K., 1995. Zur Strukturbeschreibung in Mischbeständen. Forstarchiv, 66: 235–240.
- GRIESE, F., 1995. Zur Konkurrenz von Buche, Eiche und Fichte im Naturwald Tötenberg. Forstarchiv, 66: 159–166.
- HÄBERLE, W., 1997. Begründung naturnaher Fichten-Tannen-Buchen-Wälder. AFZ/Der Wald, 52: 1302–1303.
- HALAJ, J., 1959. Produkuje zmiešaný les viacej ako čistý? Les, 15: 3–9.
- HÜPPE, B. – RÖHRIG, E., 1996. Ein Mischbestand mit Bergulmen im Kommunal-Forstamt Haina (Hessen). Forstarchiv, 67: 207–211.
- CHADT, J. E., 1922. Pomišeni lesů v dobách dřívějších. Lesn. Práce, 1: 411–414.
- CHALUPA, V., 1997. Probíhající změny ve složení zemské atmosféry, kolísající sluneční zářivosti a měnící se růst lesních dřevin. Lesnictví-Forestry, 43: 481–502.
- KANTOR, P., 1981. Vliv buku na produkci smrkových porostů v horských polohách. Zpr. lesn. Výzk., 26, č. 2: 7–11.
- KANTOR, P., 1997. Produkce a ekologická stabilita smíšených lesních porostů v antropicky se měnících podmínkách pahorkatin jako podklad pro návrh cílové skladby dřevin. Lesnictví-Forestry, 43: 220–229.
- KANTOR, P. – KLÍMA, S., 1997. Mikroklima a vodní bilance jedlo-bukového porostu v pahorkatině. Lesnictví-Forestry, 43: 333–346.
- KONÓPKA, J., 1975. Určovanie drevenného zloženia lesných porastov z hľadiska bezpečnosti drevennej produkcie v Slovensku. Lesn. Čas., 21: 263–269.
- KONŠEL, J., 1924. Porosty smíšené. Lesn. Práce, 3: 2–6.
- LEIBUNDGUT, H., 1956. Die Baumartenwahl als biologisches und wirtschaftliches Problem. Schweiz. Z. Forstwes., 117: 226–249.

- LEIBUNDGUT, H., 1963. Baumartenwahl. Schweiz. Z. Forstwes., 114: 268–284.
- LEWANDOWSKI, A. – POMMERING, A., 1997. Zur Beschreibung der Waldstruktur – Erwartete und beobachtete Arten-Durchmischung. Forstw. Cbl., 116: 129–139.
- MÍČHAL, I., 1969. Vliv různé dřevinné skladby na stav půdy a dřevní produkci v lesních typech jedlových bučin. II. část. Lesnictví, 15: 403–427.
- MOSER, O., 1964. Fichtenwachstum im Reinbestand und im Mischbestand. Allg. Forstz., 75: 208–212.
- PAPÁNEK, F., 1960. Zvyšuje cílové zloženie dřevín produkciu dreva? Lesnictví, 6: 139–146.
- PAPÁNEK, F., 1967. Volba dřevín a meranie drevnej produkcie. Lesn. Čas., 13: 197–214.
- PLÍVA, K., 1973. Optimalizace druhové skladby z hlediska biologického a ekonomického. Lesn. Práce, 52: 109–114.
- POLÁK, L., 1975. Výzkum provozních cílů a metodiky jejich stanovení. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ, LF: 65.
- POLENO, Z., 1975a. Provozní cíle a metodika jejich stanovení. [Závěrečná zpráva.] Kostelec nad Černými lesy, VLÚ: 296.
- POLENO, Z., 1975b. Smlíšené porosty smrku s borovicí. Lesnictví, 21: 899–912.
- POLENO, Z., 1979. Metodika produkčního srovnání smlíšených a stejnorodých porostů. Práce VÚLHM, 54: 189–207.
- POLENO, Z., 1980. Potenciální produkce smlíšených porostů. Práce VÚLHM, 57: 97–122.
- POLENO, Z., 1996. Trvale udržitelný rozvoj produkční funkce lesa. Lesn. Práce, 75: 200–202.
- PREUSSLER, T. – MAYER, J., 1992. Growth of some predominant trees of different species in a mixed stand of Southern Bavaria. In: PREUSSLER, T. (ed.), IUFRO Centennial Meet., Berlin-Eberswalde, Aug. 31 – Sept. 4 1992 Eberswalde: 47–54.
- PRUDIČ, Z., 1969. Produkce různých porostních skladeb v jedlobučinách moravských Karpat. Lesn. Práce, 15: 104–106.
- RIEGER, G., 1970. Fichten – Reinbestand und Fichten-/Buchen-Bestand im Vergleich. Allg. Forstz., 25: 258–260.
- ŘEŠÁTKO, M., 1996. Předpokládané změny druhových skladeb lesních porostů. In: Sbor. ref. odb. sem. AGRO-EKO-LES 96, Písek: 71–76.
- SANIGA, M., 1996. Struktúra zmiešaného lesa s prevahou buka v prebudovaní na výberkový les. Lesn. Čas. – Forestry Journal, 42: 113–123.
- STERBA, H., 1996. Oberhöhendefinition im gleichartigen Mischwald. Schweiz. Z. Forstwes., 147: 109–120.
- ŠINDELÁŘ, J., 1971. Možnosti zvyšování produkce v lesním hospodářství volbou dřevin a šlechtěním. In: Lesy a lesní hospodářství v rozvoji současné společnosti. Konference VÚLHM, Jiloviště-Strnady: 189–212.
- ŠINDELÁŘ, J., 1996. Problematika druhové skladby lesních porostů v České republice. Lesn. Práce, 75: 44–46.
- ŠINDELÁŘ, J., 1997. Zakládání porostních směsí aneb o textuře lesních porostů. Lesn. Práce, 76: 248–250.
- ŠKODA, B., 1925. Rozšíření dřevin a volba jejich s ohledem na stanoviště v lesní praxi. Lesn. Práce, 4: 49–69.
- TIEFENBACHER, H., 1996. Laubholzwaldbau im Rationalisierungszwang. Österr. Forstztg., 107: 55–57.
- VEŠKRNA, J., 1997. Dáme jedli šanci? Lesn. Práce, 76: 290–291.
- ZAKOPAL, V., 1968. Smrkové porosty a únosná příměs buku. Lesn. Práce, 47: 467–470.
- ZEZULA, J., 1996. Zakládání smlíšených porostů ve smyslu zákona o lesích č. 289/95 Sb. Lesn. Práce, 75: 360–361.

Došlo 18. 3. 1998

PRODUCTION POTENTIAL AND ECOLOGICAL STABILITY OF MIXED FOREST STANDS IN UPLANDS – I. A CONIFER STAND WITH THE ADMIXTURE OF BEECH AT AN ACID SITE OF THE KŘTINY TRAINING FOREST ENTERPRISE

P. Kantor, T. Pařík

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

The present paper is a part of an extensive research project *Production and ecological stability of mixed forest stands under anthropogenically changed conditions of uplands as a basis for the proposal of target species composition* (Kantor, 1997).

In the given case, development, growth, production parameters and ecological stability of a mixed conifer stand (Norway spruce, silver fir, Scots pine, and European larch) with the admixture of beech are assessed in the Olomučany Forest District, Forest Training Enterprise Křtiny, 17 km north of Brno. The stand is purposefully left to its natural development without any

intentional thinning measures and only dead trees are removed from the stand. It is situated in a flat terrain at an acid site at an altitude of 400 m (49°20'19" N, 16°40'25" E) and its basic parameters in the time of starting the experiment in 1961 (age 30 years) are given in Tab. I. In Tabs. II–IX, data are given on the mensurational values of all species in the period 1961–1996.

Single tree mixture, negligible age differences as well as comparable input parameters of spruce, fir, pine and larch enable to assess objectively the position of each of the species in the given stand, its production potential and the degree of ecological stability.

Norway spruce: In the group of conifers, the species showed the most dynamic production parameters (the highest increase in basal area and volume) and the lowest mortality. The original percentage of 21% increased to 30% and at present, Norway spruce is the dominant species of the mixture. In addition, spruce is able to survive as a subdominant species for a very long time, in the given case even for a longer time than silver fir. It is illustrated by the distribution of tree height frequency in 1996 (with a mean height of 19.6 m some 20% spruce trees grew in height classes 4–13 m).

Silver fir: Generally known but even today differently explained dieback of silver fir in our forests in the sixties and seventies was recorded also in forest stand No. 113 A6, Forest District Olomučany, Training Forest Enterprise Křtiny. The decline of the species, however, decreased here in the eighties and in the mid-eighties virtually ceased. The trend can be, however, proved only by further studies although the last inventory in 1996 showed that a number of silver firs were vital trees characterized by dynamic diameter and volume increments. Silver fir survives naturally as a subdominant tree but in the stand under study, however, its survival is lower as compared with Norway spruce.

Scots pine: High requirements of pine for light have been proved. Rapid dieback was recorded of not only suppressed pines but also of pines lagging behind in growth in the lower half of the general level of crowns. Dominant pine trees are, however, mostly characterized by full-boled stems and large diameters. In spite of high mortality (the second species after silver fir), the position and percentage of Scots pine in the species mixture remains constant.

Larch: It is of interest that larch is able to endure shade for a longer time than Scots pine. In the stand, larch formed an important admixture (initial percentage 7%, final 11%) which maintained its position with the regular gradual increase of all parameters for the period of 35 years. Larch is also characterized here by the relatively high percentage of very slender stems with an unfavourable slenderness ratio. Nevertheless, dominant trees of average to above-average diameters have a decisive position.

Beech: In the experimental stand, beech appears to be an extraordinarily plastic species. It was not only able to survive in the competition with conifers as a suppressed species but it gradually grows up to input registered values of mensurational parameters. In the first measurement, beech accounted for a negligible component (40 trees.ha⁻¹, proportion 2%) but after 35 years, the species formed a relatively significant admixture of the stand (132 trees.ha⁻¹, proportion 6%).

The unusual mixture of all four commercial conifer species with the admixture of beech growing at an acid site (forest type group 3K) was characterized (in the course of 35 years) by the high production potential (mean current increment of the main stand in 65 years amounted to 7.1 m³.year⁻¹, in the period 1961–1996 even 9.8 m³.year⁻¹ and reasonable ecological stability while mortality corresponded to the level of natural reduction of trees.

Final evaluation

Similar methodological approaches were used for assessing other 9 mixed stands (available for experimental purposes of the Department of Silviculture, Faculty of Forestry and Wood Technology, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno) forming a unique series of research areas in the beech/oak and oak/beech forest vegetation zones.

Results and findings from one even if long-term experiment cannot be of course generalized. We think, nevertheless, that it is necessary to mention a specific position of Norway spruce in the given mixture of tree species.

Thus, the assumption of Norway spruce instability under present anthropogenically changed conditions in upland regions attributed particularly to monocultures has not been proved in forest stand 113 A6, Forest District Olomučany. In the course of the time series of 35 years (from 1961 to 1996), Norway spruce in the community with silver fir, Scots pine, larch and beech showed not only the most dynamic production parameters (the highest increment in basal area and volume) but among conifers also the highest degree of ecological stability (the lowest mortality). The original proportion of 21% increased to 30% and at present, Norway spruce appears to be the main species of the mixed stand.

At the same time, it is a case of an allochthonous spruce growing at the site (forest type group 3K, altitude 400 m) in the second or third generation. In addition, this region of the Křtiny Training Forest Enterprise is characterized by extremely low precipitation in the last 20 years (in the growing seasons, precipitation amounts to on average only about 250 mm – see Kantor, Klíma, 1997).

Based on the unexpectedly favourable evaluation of spruce in the only stand, it is not possible to make conclusions on its reasonable cultivation at allochthonous sites of upland regions. Nevertheless, the results presented show that it is not possible a priori and categorically exclude Norway spruce from the species composition of mixed stands at some sites of upland regions.

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Petr Kantor, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Lesnická 37, 613 00 Brno, Česká republika

POŠKOZENÍ POROSTŮ BŘÍZY NÁMRAZOU V OBLASTI LESNÍ SPRÁVY SNĚŽNÍK

DAMAGE TO BIRCH STANDS CAUSED BY RIME IN THE SNĚŽNÍK FOREST ADMINISTRATION AREA

E. Kula, T. Kawulok

*Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Lesnická 37,
613 00 Brno*

ABSTRACT: Investigations were conducted in the area of the Děčín Sandstone Hills (Northern Bohemia) in 1995/1996 winter to study the relations between type and extent of damage to birch (*Betula verrucosa* Ehrh.) stands, and height above sea level, exposure, stand age, stocking and groups of forest types. Damage caused by tree bending decreased in dependence on the height above sea level and stand age while stem breaks were more frequent. The greatest damage caused by rime was observed in forest stands on slopes of southern and south-eastern exposures. Stocking was an important factor influencing the type and extent of tree damage – stem and crown breaks were less frequent in stands of higher density, but the bent tree percentage increased. The group of forest types involving dwarfed fir-beech stand and dwarfed spruce-beech stand showed the highest global degree of damage caused by rime.

site conditions; rime; type of damage; birch

ABSTRAKT: Závislost typu a rozsahu poškození porostů břízy (*Betula verrucosa* Ehrh.) námrazou na nadmořské výšce, expozici, stáří, zakmenění porostů a souborech lesních typů byla řešena v zimě 1995/1996 na území Děčínské pískovcové vrchoviny (severní Čechy). Škody ohnutím klesaly s nadmořskou výškou a stářím porostu, zatímco zlomy kmene narůstaly. Nejvýraznější škody námrazou vykazovaly porosty jižních a jihovýchodních expozic. Zakmenění se projevilo jako významný faktor ovlivňující typ a rozsah poškození stromů – zlomy kmene a korun ustupovaly se zvyšujícím se zakmeněním, ohnutí naopak narůstalo. Nejvyšší celkový stupeň poškození námrazou vykazovaly porosty v souboru lesních typů zakrslá jedlová bučina a zakrslá smrková bučina.

stanovištní podmínky; námraza; typ poškození; bříza

ÚVOD

Námraza jako mechanicky působící škodlivý činitel může citelně zasáhnout i listnaté dřeviny a na dřevinách jehličnatých navíc vyvolat fyziologické poškození, jak je doloženo ze zimy 1995/1996 (L o m s k ý et al., 1996; K u l a, K a w u l o k, 1997).

Vlastní tvorba námrazy je závislá na řadě meteorologických prvků, které se mění s nadmořskou výškou (teplota vzduchu, proudění větru), ale i na expozici ke světovým stranám a konfiguraci stanoviště. Nejpříznivější podmínky pro tvorbu námrazy jsou ve středních polohách v období od

prosince do února. Vznik námrazy je spojen převážně s přechodem frontálních systémů; přitom na cyklonální typy povětrnostních situací připadají asi dvě třetiny případů a na typy anticyklonální jedna třetina případů.

Pro Krušné hory se jako exponovaná vůči námrazě uvádí poloha 650–900 m n. m. (S i n g e r, 1916). Území LS Sněžník nacházející se v nadmořské výšce 550–700 m n. m. i přes výskyt námrazy nebylo v minulosti postiženo rozsáhlejšími škodami. V zimě 1995/1996 byla zaznamenána silná a dlouhodobě trvající námraza doprovázená mechanickým poškozením břízy, modřínu a borovice (K u l a, K a w u l o k, 1997).

Práce vychází z řešení grantového úkolu Grantové agentury ČR 513/95/1200, který získal také sponzorskou podporu Ministerstva zemědělství ČR a regionálních institucí, akciových společností a firem: Obalex, s. r. o., v Jílovém, Netex, s. r. o., a Alusuisse, s. r. o., v Děčíně, Městský a Okresní úřad v Děčíně, Setuza, a. s., Teplárna, a. s., Česká pojišťovna, a. s., Komerční banka, a. s., Pyrus, s. r. o., SCES, s. r. o., v Ústí nad Labem, Tonaso, a. s., Neštěmice, Chemopetrol, a. s., Litvinov, ČEZ, a. s., Elektrárna Ledvice a Elektrárna Počeradý, Čížkoviccká cementárna, a. s., v Čížkovicích, Severočeské doly, a. s., Chomutov, Dieter Bussmann, s. r. o., v Ústí nad Labem.

Cílem příspěvku je zhodnotit vliv námrazy na mechanické poškození porostů břízy v podmínkách námrazové oblasti LS Sněžník a stabilitu porostů vůči abiotickým činitelům.

MATERIÁL A METODIKA

K hodnocení stupně a typu poškození jednotlivých porostů břízy (*Betula verrucosa* Ehrh.) sloužily porosty příčně vedené transektu s 50–100 stromy nebo 2–3 arové zkusné plochy (10 x 10 m) situované do porostů nacházejících se v různých stanovištních podmínkách. Celkem bylo kontrolováno 70 porostů břízy pomocí 49 transektů a 47 arových ploch zahrnujících 1 363 vzorňkových stromů.

Zdravotní stav byl hodnocen v uvedených kategoriích:

Zdravý strom – bez mechanického poškození

Zlom vrcholkový (ZT) – ztráta horní partie koruny v rozsahu 1–3 m v závislosti na stáří stromu, kde zůstávají předpoklady, že strom vytvoří náhradní vrchol.

Zlom korunový (ZKO) – vzniká odlomením celé nebo podstatné části zelené koruny; tím nastává trvalé poškození stromu bez možnosti regenerace náhradním vrcholem.

Zlom kmene (ZKM) – poškození kmene zlomem v poloze pod korunou stromu.

Zlom větví (ZSV) – zlomy i jednotlivých, ale silných větví, jejichž ztráta výrazně ovlivňuje celkové poškození a narušení koruny stromu.

Vývrát (V) – strom vyvrácený tlakem námrazy i s kořenovým balem z půdy.

Ohnutí (O) – trvalé zakřivení jinak nepoškozeného kmene.

CHARAKTERISTIKA OBLASTI

Šetření se uskutečnilo v únoru 1996 na území Lesní správy Sněžník (OI LČR Děčín), která se zčásti rozkládá v oblasti Děčínské pískovcové vrchoviny a navazuje na krušnohorskou soustavu. Převažují zde lehké, chudé půdy s nepříznivými formami humusu. V porostech původně dominoval typ smrkové monokultury z velké části v pásnu ohrožení C, případně B. Smrkové porosty byly poškozené abiotickými činiteli a působením antropogenních imisí. Tím byla ovlivněna i hospodářská opatření, zvláště cílová skladba využívající odolnějších dřevin a obnova starých bukových porostů prodloužením obmýti (Plíva, Žlábek, 1986).

Námrazou ohrožené území LS Sněžník leží v západní části lesní vzrůstové oblasti v podobě náhorní zvláště plošiny, která je směrem k jihu ohraničena souvislými masivy pískovcových skal. Náhorní rovina má chladné horské klima s průměrnou roční teplotou 6 °C a ročními srážkami 800 mm. Délka vegetační doby je 110–120 dní. Na místech se sníženým odtokem vody dochází k zamokření a vzniku mrazových lokalit. Vrcholová partie Děčínského Sněžníku (721 m n. m.) představuje exponovanou polohu se specifickými růsto-

vými poměry. Během celého roku převládají v této oblasti západní větry. Klimatické poměry nepříznivě ovlivňují působení exhalací z Krušnohorské pánve (tvorba mlh, námrazy).

Po velkoplošném poškození smrkových porostů (1978/1979) se k dominantním dřevinám pro zalesňování imisních holin řadila bříza bradavičnatá, jeřáb obecný, borovice lesní, smrk pichlavý a buk lesní. Změna, která nastala v dřevinné skladbě na LS Sněžník, odpovídá celkové situaci v Krušných horách, jak ji dokumentuje Moravčík (1994).

VÝSLEDKY

CHARAKTERISTIKA A VYMEZENÍ NÁMRAZOVÉ OBLASTI

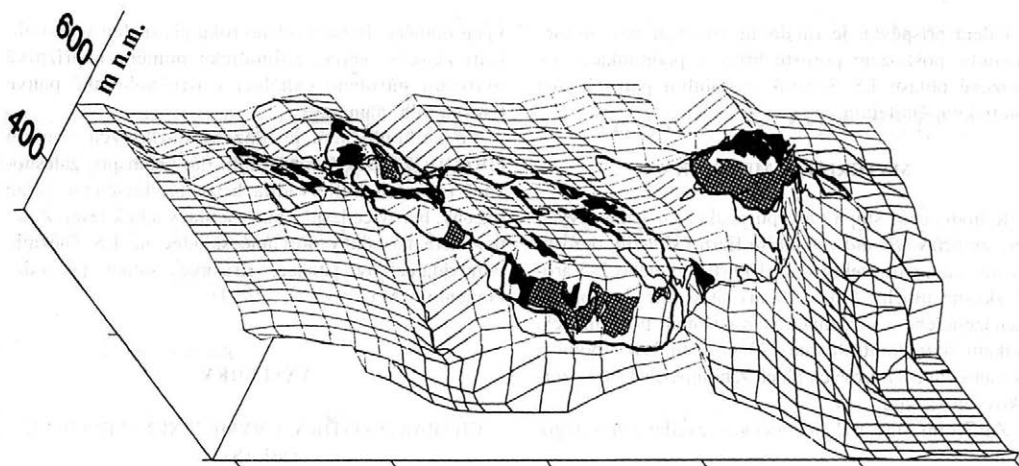
Námrazová oblast LS Sněžník se nachází v náhorních pískovcových tabulích, otevřených a nechráněných, mezi obcemi Sněžník – Tisá – Rájec – Ostrov a kolem Děčínského Sněžníku. Táhne se v pásu 7–8 km dlouhém a 2–3 km širokém ve směru západ – východ. Západní okraj oblasti nasedá na patu Tiských stěn v nadmořské výšce 560 m a postupuje východním směrem pod pískovcovým stupněm po vrstevnici 580 m n. m. s převládajícími jižními expozicemi. V nejvýchodnější části námrazového území opět sestupuje až na 560 m n. m. a po hladině 580 m n. m. obtéká ze severní strany území Děčínského Sněžníku.

V námrazové oblasti lze vymezit tři dílčí území, vyznačující se silným poškozením porostů. Západní část mezi Tisou a Rájcem s výrazným poškozením porostů břízy, borovice i modřinu (600 m n. m.) se rozkládá na náhorní plošině nad Tiskými stěnami. Druhá část pokrývá rozsáhlou oblast náhorního plata (600 m n. m.), kde byly silně poškozeny především borové, modřinové a březové porosty. Třetí silně zasaženou oblastí vymezenou vrstevnicí 600 m n. m. je nejvyšší pískovcové plato Děčínského Sněžníku, přičemž nejvýraznější škody námrazou se nacházejí na přechodných pískovcových tabulových stupních (obr. 1).

STÁŘÍ POROSTU A NADMOŘSKÁ VÝŠKA

Námrazová oblast byla vymezena vrstevnicí 550 m n. m. a maximální výškou v hodnoceném území (721 m n. m.).

U hodnocených 814 stromů v porostech I. věkové třídy bylo vyvážené zastoupení rozhodujících typů poškození námrazou (ohnutí 17,8 %, korunové zlomy 18,1 % a zlomy kmene 21,6 %). Se stoupající nadmořskou výškou (550–650 m n. m.) klesal podíl stromů poškozených ohnutím ze 22,3 % na 13,8 % a rostlo zastoupení zlomů kmene a koruny. V hladině 550 m n. m. bylo dominantní ohnutí, v 600 m n. m. se vyrovnávala kategorie ohnutí a korunové zlomy a v 650 m n. m. byl hlavním typem poškození zlom kmene (37,9 %). K dominantnímu typu poškození náležely v porostech 2. věkové třídy zlomy kmene (30 %), korunové zlomy



1. Digitalizované území Lesní správy Sněžník s výskytem námrazy (1995/1996) – Digitized area of the Sněžník Forest Administration with rime occurrence (1995/1996)

(18,8 %) a ohnutí, které pokleslo na 12,7 %. Pouze 3,1 % stromů bylo postiženo vrcholkovými zlomy. Výškový gradient se projevil nárůstem zlomů kmene se zvyšující se nadmořskou výškou ze 23,3 % (550 m n. m.) na 37 % (650 m n. m.). Nejvyšší výskyt korunových zlomů a ohnutí provázal lokality nacházející se v 600 m n. m.

Ve starších porostech břízy bylo postiženo nejvíce jedinců zlomy kmene (46,6 %) s dominantním podílem v 600 m n. m. (68,8 %), korunových zlomů (23,9 %) a ohnutím (12,2 %). Vrcholkové zlomy byly registrovány u 4,6 % stromů (obr. 2).

EXPOZICE

Mezi expozicemi byly zaznamenány dílčí odchylky v sumárním poškození porostů břízy námrazou. Nejvyšší škody byly vázány na jižní expozici (73,6 %) se zvýšeným podílem korunových zlomů a zlomů kmenů a na expozici severní (69,6 %) s dominantním zastoupením zlomů kmene (33,1 %). Jako nejméně poškozené se jevíly porosty na rovinách (44,8 %) a severovýchodních svazích (43,8 %) (tab. I).

Typem poškození se lišily porosty břízy stejné expozice v různých nadmořských výškách. V poloze 550 m n. m. byly zlomy kmene rozhodujícím způsobem zastoupeny v severozápadní (41,2 %) a jižní expozici (30,6 %). V ostatních expozicích byly ve shodném rozsahu 10,3–18,6 %. Zlomy korunové byly vázány především na jižní (26,5 %) a severozápadní (20,6 %) expozici. V nadmořské výšce 600 m zlomy kmene byly ve zvýšeném zastoupení v severní expozici (36 %) a zlomy korun v jižní (34,4 %) a severní (28 %) expozici. V nadmořské výšce 650 m jižní a severní expozici provázely především zlomy kmene, jihovýchodní zlomy korunové (obr. 3).

ZAKMENĚNÍ

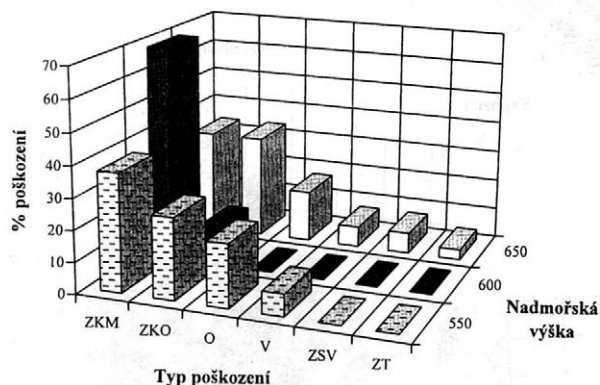
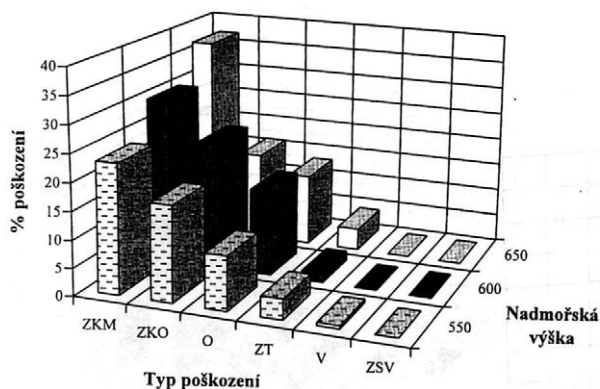
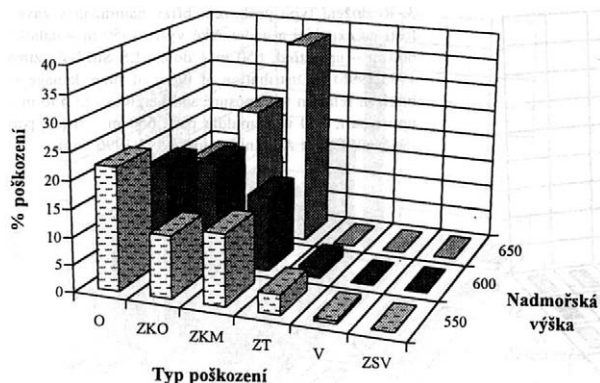
Snížené zakmenění (6) se projevilo vysokým výskytem zlomů kmene (27 %), korunových zlomů (23,8 %) i ohnutí (22,2 %). Při zakmenění 7 v nadmořské výšce 550 a 600 m byl nejvyšší podíl korunových zlomů (58,3 a 36,9 %), kmene (33,3 a 26,2 %) a ohnutí (8,3 a 12,3 %). Při vyšším zakmenění (8) rozhodující postavení v poloze 600–650 m n. m. měly zlomy kmene

I. Rozložení škod námrazou v porostech břízy Lesní správy Sněžník podle expozice (%) – Distribution of rime damage in birch stands in the Sněžník Forest Administration area in relation to exposure (%)

Expozice ¹	Počet stromů ²	Zlomy kmene ³	Korunové zlomy ⁴	Ohnutí ⁵	Vrcholkové zlomy ⁶	Celkové škody ⁷
Rovina ⁸	340	15,5	18,5	7,3	3,5	44,8
J	276	28,2	27,0	18,4	2,5	73,6
JV	236	15,7	23,9	24,3	0,7	64,6
S	180	33,1	16,5	20,0	1,1	70,7
SV	162	21,3	9,6	12,9	2,6	46,4
SZ	118	27,1	19,8	14,3	0	61,2

¹exposure, ²tree number, ³stem breaks, ⁴crown breaks, ⁵bent trees, ⁶top breaks, ⁷total damage, ⁸plain

2. Rozložení typů poškození břízy námrazou podle věku a nadmořské výšky (do 20 let – nahoře, 21–40 let – uprostřed, starší 40 let – dole) (LS Sněžník, zima 1995/1996) – Distribution of types of rime damage to birch in relation to age and height above sea level: stand younger than 20 years – upper part, 21–40 years of age – middle part, older than 40 years – lower part (Sněžník Forest Administration, 1995/1996 winter)

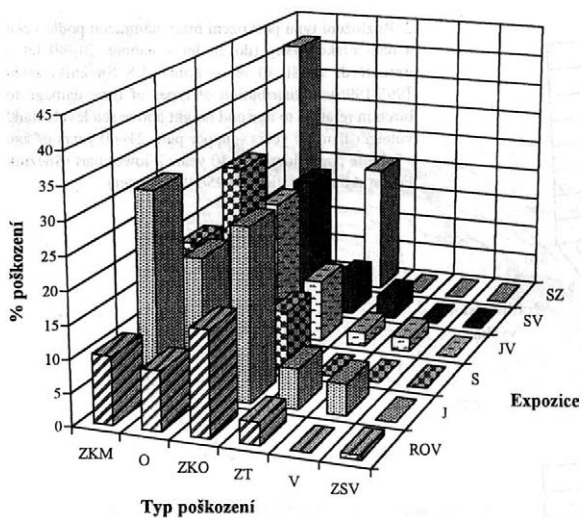


(32,6 a 36,2 %) a koruny (28 a 25,9 %). Jestliže bylo zastoupení typů poškození vyrovnané při zakmenění 9, potom v porostech s plným zakmeněním se projevilo nerovnoměrné rozložení typů poškození v závislosti na nadmořské výšce. Zlomy kmene se nejčastěji vyskytovaly v 550 a 650 m n. m. (29,6 a 50 %), zatímco v 600 m n. m. dominovalo ohnutí. Závislost nadmořské výšky a zakmenění se neprojevila ve výši škod námrazou žádnou obecnou zákonitostí.

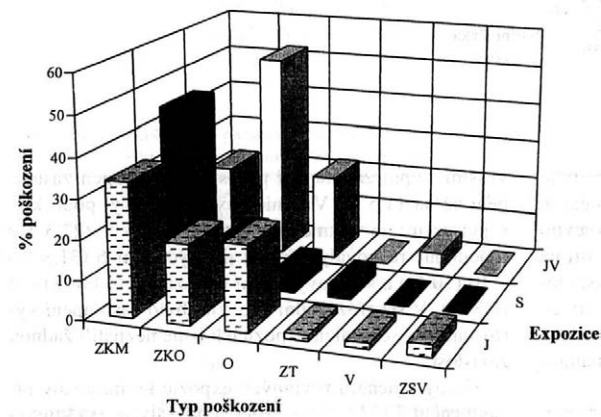
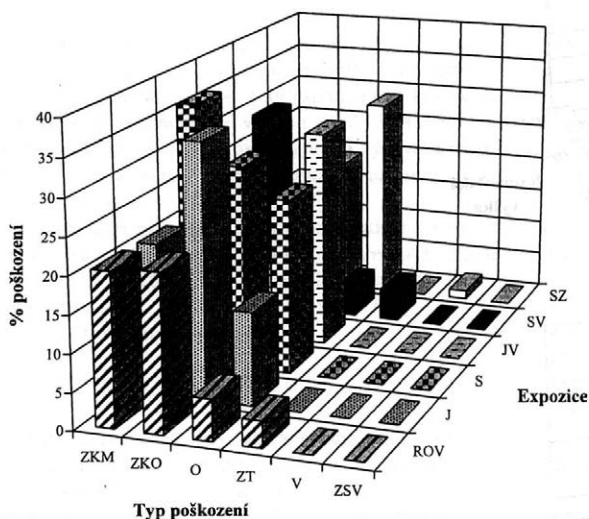
Korunové zlomy byly v rovinných expozicích nejčastější při zakmenění 7 (43,5 %) a 6 (26,9 %) a ve

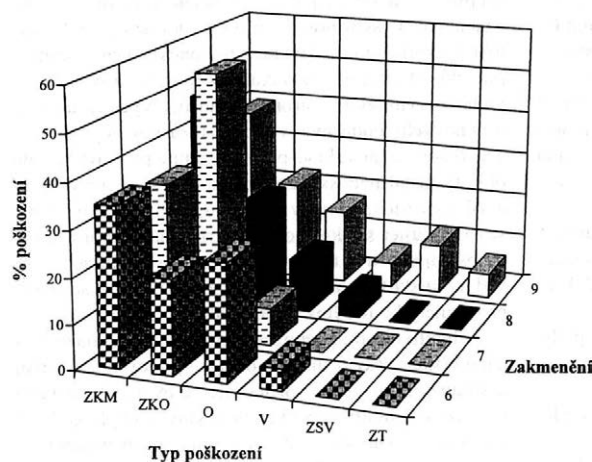
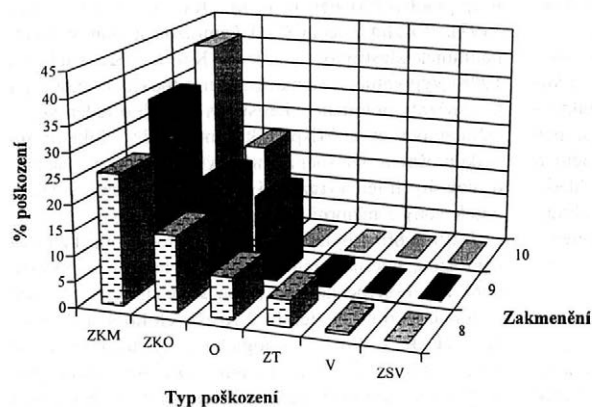
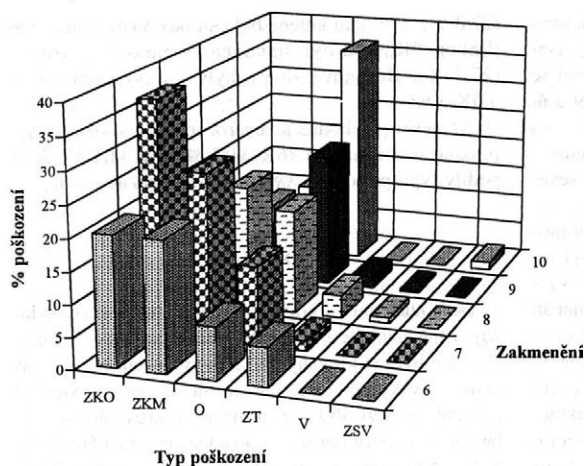
vyšším stupni zakmenění porostu kleslo jejich zastoupení až na 11,5 %. V jižních expozicích byl podíl klesající s růstem zakmenění 7 (58,3 %) – 9 (22,3 %) a podobně reagovaly porosty jihovýchodní 6 (31,8 %) – 10 (10 %) a severovýchodní expozice 6 (13,8 %) – 9 (6,3 %). V severozápadní expozici bylo zastoupení vyrovnané a v severních expozicích jsme nezjistili žádnou závislost.

Zlomy kmene u rovinných expozic kulminovaly při zakmenění 7 (32,6 %) a následně klesaly se zvyšujícím se zakmeněním. V jižních expozicích bylo zastoupení



3. Rozložení typů poškození břízy námrazou v závislosti na expozici a nadmořské výšce (550 m – nahoře, 600 m – uprostřed, 650 m – dole) (LS Sněžník, zima 1995/1996) – Distribution of types of rime damage to birch in relation to exposure and height a.s.l.: 550 m – upper part, 600 m – middle part, 650 m – lower part (Sněžník Forest Administration, 1995/1996 winter)





tohoto typu poškození bříz ve shodné výši 26,8–33,3 % (7–8). Vysoké počty zlomených kmenů jsme zjistili v severní expozici při zakmenění 6 (46,7 %), ale i při zakmenění 10 (50 %). V jihovýchodní expozici jsme zaznamenali výrazně ustupující výši poškozených stro-

mů s rostoucím zakmeněním 6 (27,3 %) – 10 (4,6 %) a stejně lze charakterizovat severovýchodní expozici 6 (27,6 %) – 9 (15,3 %).

Ohnutí bříz na rovině bylo vyrovnané a nízké při zakmenění 6 (15,4 %) a následoval pokles pod 10 % se

zvyšujícím se zakmeněním. Na jižních expozicích rostly škody se zakmeněním 7 (8,3 %) – 9 (24,8 %). Nejednotné rozložení se projevilo na severní expozici se zvýšeným podílem v porostech se zakmeněním 9 a 6. V jihovýchodní expozici od zakmenění 8 (18,8 %) rostou škody ohnutím k zakmenění 10 (68,2 %). Stejně – i když ne v takovém rozsahu – narůstaly škody v severovýchodních expozicích 3,5 % (6) – 22,5 % (9).

V 1. věkové třídě se projevil nejvyšší podíl korunových zlomů při zakmenění 7 (36,9 %), shodný byl při zakmenění 6 a 8 (20,4 a 20,3 %) a snížený byl při vyšším zakmenění 9 a 10 (9,4 a 7,8 %). Byl zaznamenán pokles výše škod se zvyšujícím se zakmeněním u kategorie zlomů kmene. Kulminace nastala při zakmenění 7 (26,2 %), shodné hladiny bylo dosaženo u zakmenění 6 a 8 (20,4 a 19,8 %) a ústup k 10 % při vyšším zakmenění. U ohnutí byla závislost opačná a od zakmenění 6 do zakmenění 10 narůstalo procento poškozených stromů (8,2–36,4 %). Nejvíce vrcholkových zlomů bylo v porostech se zakmeněním 6 (obr. 4).

Ve 2. věkové třídě byly registrovány pouze porosty se zakmeněním 8–10. V kategorii zlomy kmene a korun byl vzestupný trend škod se zvyšujícím se zakmeněním. U porostů 3. věkové třídy byl nejvyšší stupeň poškození v kategorii zlomů kmene při zakmenění 8 a korunových zlomů při zakmenění 7, jinak byly hladiny poškození v jednotlivých typech shodné. U ohnutí bylo nejvíce stromů zasaženo v porostech se zakmeněním 6 (obr. 4).

SOUBORY LESNÍCH TYPŮ (SLT)

V SLT kyselá jedlová bučina (5K) byly nejvýznamnější typy poškození ve vyrovnaném zastoupení: zlomy kmene 18 % a korunové zlomy 17,3 %, ohnutí 15,8 %. V SLT zakrslá jedlová bučina (5Z) bylo dominantním typem ohnutí 45,7 %, zlomy kmene 18,9 %, korunové zlomy 12,3 %. V SLT kyselá smrková bučina (6K) dosáhly zlomy kmene 22,3 %, korunové zlomy 19,6 % a ohnutí 11,6 % a relativně zvýšený byl podíl vrcholkových zlomů 3,8 %. V SLT zakrslá smrková bučina (6Z) tvořily zlomy kmene 28,5 %, korunové zlomy 21,5 % a ohnutí 24,1 %.

Na rovině byly zlomy kmene vyrovnaný v jednotlivých SLT (16,1–17,6 %), korunové zlomy dominovaly v SLT 6K a ohnutí narůstalo od 5K, 6K do 6Z (2,9 %, 7,5 %, 11,1 %).

Jižní expozice byla charakteristická vysokým podílem korunových zlomů v SLT 5K, 5Z, 6K (44,4 %, 32,3 %, 32,3 %), zlomů kmenů 6Z, 5Z (38,9 %, 37,1 %) a ohnutí, které se projevilo zvláště v SLT 6K, 6Z (21,5 %, 20,4 %).

V severní expozici se objevily především zlomy kmene v SLT 6Z (41,9 %), částečně zvýšený byl rozsah ohnutí v 6K (26,3 %), zatímco korunové zlomy dosahovaly relativně nižších hodnot 18,6 % (6Z), 11,4 % (6K).

V jihovýchodní poloze jsme zaznamenali vysoký podíl ohnutí v SLT 5Z (63,4 %), 6Z (36,7 %) a 5K

(27,3 %). U zlomů kmene byla situace vyrovnaná s výjimkou 5K, kde byl stanoven dvojnásobný rozsah (27,3 %). Korunové zlomy byly ve zvýšeném počtu u 5K a 6Z.

Na severovýchodní a severozápadní expozici s výjimkou zlomů kmene (6K 31,3 %, 5K 44,4 %) byly podíly typů poškození vyrovnané a výrazně nižší.

DISKUSE

Do hodnocení byly zařazeny výhradně porosty vykazující mechanické poškození námrazou, porosty nepoškozené byly evidovány pouze k vymezení hranice oblastí s výskytem námrazy, která se na LS Sněžník rozkládala mezi 560–720 m n. m. V krušnohorské oblasti je za nejvíce ohroženou uváděna poloha 650–900 m n. m. (Singer, 1916), přičemž v zimě 1995/1996 to byly polohy 550–650 m n. m. (Kula, Kawulok, 1997). Při zhodnocení škod námrazou a stanovištních podmínek klastrovou analýzou (Kula, Kawulok, 1998) vyplynulo, že charakterem odpovídají škody na LS Sněžník polohám v Krušných horách o jeden vegetační stupeň výše. Přispívá k tomu otevření lokality po velkoplošném odlesnění smrkových porostů na začátku osmdesátých let, výraznější proudění vzduchu, snížený odtok vody z náhorní plošiny.

Jestliže bříza byla poškozena výhradně mechanicky námrazou, potom v této mrazové oblasti byly porosty borovice lesní poškozeny nejen silně mechanicky, ale podobně jako smrk ztepilý v Krušných horách (Lomský et al., 1996) i fyziologicky a jejich existence je zcela neperspektivní. Tento stav vyžaduje zásadní přehodnocení dílčí části generelu obnovy lesních porostů s uplatněním odolnější dřevin nejen vůči imisím, ale i námrazě. Poškozených borových porostů je třeba využít k tvorbě mikroklimatu při obnově těchto lesních porostů. Modřínové monokultury byly silně poškozeny vrcholkovými zlomy stromů nadúrovňových a částečně úrovnňových. Podúrovňová jedinci zůstali nepoškozeni a vytvářejí nyní základ porostu. Smrk pichlavý v celé oblasti zůstal nepoškozen i přesto, že se jedná o uvolněné, mezernaté porosty se silnou námrazou. Ojediněle se vyskytující smrk omorika netrpěl námrazou a mohl by být uplatněn v taktu exponovaných lokalitách i navzdory diskusím o jeho nepůvodnosti, když se navíc projevuje jako dřevina odolná vůči imisím.

Jednotlivé typy poškození, uvažujeme-li pouze vliv nadmořské výšky a stáří porostu, se projeví odlišným zastoupením. Jestliže rozhodující typy mechanického poškození (ohnutí, zlom kmene a koruny) byly celkově vyrovnané, potom s výškovým gradientem ustupovalo ohnutí a narůstal podíl zlomů kmene a korun. To může souviset s celkově silnější vrstvou námrazy, ale i s rozložením porostů 1. věkové třídy, které byly ve vyšších polohách (650 m n. m.) méně zastoupeny; tento typ poškození je pro ně charakteristický. Dominantní podíl zlomů kmene vzrůstal nejen s nadmořskou výškou, ale i s věkem, neboť v porostech 3. věkové třídy byly dva-

krát více zastoupeny než zlomy korun a čtyřikrát více než ohnutí. Výrazné poškození těchto porostů pravděpodobně souvisí se sníženou pevností zmrzlých kmenů, omezenou ohebností, větším zatížením námrazou v důsledku rozměrnějších korun zpravidla opakvečičitých a výše položeným těžištěm stromu. Podíl poškozených stromů dosahoval 90 %, z toho zlomy kmene tvořily 68 %.

Jižní expozice provázely nejvyšší celkové škody, podobně lze charakterizovat severní, jihovýchodní a severozápadní. Toto rozložení odpovídá směru proudění vzduchu, který vystupuje z níže položené Tisé (550 m n. m.), naráží na první pískovcový stupeň, pod nímž a na jehož horním okraji se nacházely porosty silně poškozené, rozlévá se na náhorním platu (600 m n. m.) a postupuje přes další dva výškové stupně na polohu 650 a 721 m n. m. (Děčínský Sněžník). Porosty blíže na lokalitách pod pískovcovými stěnami obou tabulí byly zasaženy mimořádně citelně. To vysvětluje i silné poškození porostů severních expozic, které přiléhají k náhorní plošině Děčínského Sněžníku. Na těchto lokalitách se vytvořily pravděpodobně specifické podmínky s mocnější vrstvou námrazy, které podlehlý i porosty 2. a 3. věkové třídy zakládán před r. 1980, u nichž se předpokládá, že bylo užito místního osiva.

Porostní výstavba a stupeň zakmenění představují významný faktor. Březové porosty tvořící monokultury jsou v podmínkách LS Sněžník v různém rozsahu ovlivněny výchovnými zásahy. Porosty se sníženým zakmeněním – zpravidla vyšších věkových tříd – byly provázány vyváženým podílem rozhodujících typů poškození s celkovým rozsahem nad 70 %. Naproti tomu plné zakmenění bylo charakteristické nerovnoměrným zastoupením jednotlivých typů poškození. Podíl poškození ohnutím v porostech uvolněných byl nízký, protože většina stromů v důsledku volného prostoru byla poškozena zlomy kmene a korun a při vyšším zakmenění se obecně zvyšoval tento typ poškození, který se v mladých porostech vzhledem k pružnosti kmene často vrací do původní polohy, zatímco v porostech starších se jedná o trvalou formu poškození. Při hodnocení negativního vlivu námrazy nebylo bráno v úvahu hledisko výchovného zásahu, který podle Slodička (1995) je možným atributem vedoucím ke snížení míry ohrožení námrazou, je-li uskutečněn v 1. věkovém stupni (v porostech 1,5–2 m vysokých) s eliminací předrostků.

Žádná zřetelná vazba u souborů lesních typů nebyla stanovena vzhledem k jejich omezenému spektru zastoupení, přesto vyšší poškození provázelo porosty extrémní řady 5. a 6. lesního vegetačního stupně (5Z, 6Z). Za významnější kritérium je třeba považovat lesní vegetační stupně spojené s nadmořskou výškou.

Z posuzování věku porostu a expozice vyplývá, že typ a rozsah poškození se diferencuje stářím porostu. Zlomy kmene, ale i korunové zlomy bez rozdílu expozice se stářím porostu narůstaly a klesal podíl ohnutí a vrcholkových zlomů.

V jednotlivých věkových třídách diferencuje zakmenění stupeň a typ poškození porostu. Zlomy korun

a kmene dominovaly v porostech při sníženém zakmenění, zatímco ohnutí se zvyšovalo s narůstajícím zakmeněním. Obecně se projevil pokles korunových zlomů se stoupajícím zakmeněním, zatímco podíl zlomů kmene klesal. Tato skutečnost je do jisté míry ovlivněna i věkem, kdy mladé porosty 1. věkové třídy jsou zpravidla ve vyšším stupni zakmenění bez výchovného zásahu s tvárnějšími jedinci, zatímco starší a staré porosty mají snížené zakmenění a stromy jsou více (a podle utváření koruny nerovnoměrně) zatíženy námrazou a v důsledku sníženého momentu ohnutí dochází ke zlomům.

ZÁVĚR

Na území LS Sněžník poškození porostů břízy ohnutím klesalo s nadmořskou výškou a stářím porostu, zatímco zlomy kmene narůstaly. Tato skutečnost je do jisté míry ovlivněna věkem, kdy mladé porosty 1. věkové třídy jsou zpravidla ve vyšším stupni zakmenění bez výchovného zásahu s tvárnějšími jedinci, zatímco starší a staré porosty mají snížené zakmenění a stromy jsou více zatíženy námrazou a jejich moment ohnutí má sníženou hranici. Nejvýraznější škody námrazou vykazovaly porosty jižních a jihovýchodních expozic. Jako mimořádně labilní se projevují porosty náhlých výškových přechodů poloh pod pískovcovými stěnami a nad nimi. Zakmenění se projevuje jako významný faktor určující typ a rozsah poškození stromu – zlomy kmene a korun ustupují se zvyšujícím se zakmeněním, ohnutí naopak narůstá. Jako určující je třeba brát hledisko lesních vegetačních stupňů, i když v extrémní řadě SLT 5Z a 6Z byl celkový stupeň poškození vyšší než v SLT 5K a 6K. V tomto směru lze stanovištní podmínky LS Sněžník posunout o jeden vegetační stupeň výše.

Námrazová oblast na LS Sněžník je vymezena pásem 7–8 km dlouhým a 2–3 km širokým ve směru západ – východ se třemi dílčími lokalitami se silným stupněm ohrožení lesních porostů. Generel vypracovaný pro postup obnovy lesa v těchto podmínkách neuvažoval s existencí rozsáhlé námrazové lokality, proto porosty borovice lesní v této lokalitě byly zcela zničeny. V rámci uskutečňovaných rekonstrukcí je nezbytné pracovat s odolnějšími dřevinami i vlastní proces obnovy provádět s ohledem na ohrožení porostů námrazou.

Literatura

- KULA, E. – KAWULOK, T. 1997. Vliv stanovištních podmínek na poškození náhradních porostů břízy námrazou. [Závěrečná zpráva výzkumného úkolu č. 9902/95.] Brno, MZLU: 63.
- KULA, E. – KAWULOK, T. 1998. Vliv stanovištních podmínek na škody námrazou v březových porostech východního Krušnohoří. Lesn. čas. – Forestry Journal (v tisku).
- LOMSKÝ, B. – HÝNEK, V. – PASUTHOVÁ, J. – UHLÍŘOVÁ, H. – ŠRÁMEK, V. – BADALÍK, V., 1996. Po-

škození lesních porostů v Krušných horách po zimě 1995/1996. Lesn. Práce, 75: 325–326.

MORAVČÍK, P., 1994. Development of new forest stands after a large scale forest decline in the Krušné hory Mountains. Ecol. Engineering, 3: 57–69.

PLÍVA, K. – ŽLÁBEK, I. 1986. Přírodní lesní oblasti ČR. Praha, MLVH: 313.

SINGER, J., 1916. Über Rauhreif – oder Duftbruch im Erzgebirge. Zbl. ges. Forstwes., 42: 161–177, 247–259.

SLODIČÁK, M., 1995. Zásady výchovy lesních porostů. [DÚ 04 – Zvyšování stability a produkce lesních porostů výchovou.] Opočno, VÚLHM, VS Opočno: 10–13.

Došlo 25. 3. 1998

DAMAGE TO BIRCH STANDS CAUSED BY RIME IN THE SNĚŽNÍK FOREST ADMINISTRATION AREA

E. Kula, T. Kawulok

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

Locations at 650–900 m above sea level are indicated as exposed to rime in the Krušné hory Mts. (Singer, 1916). The Sněžník Forest Administration area, located at a height of 550–700 m a.s.l., was not exposed to any greater damage in the past although rime occurred there. Heavy and long-time rime accompanied by mechanical damage to birch, larch and pine trees was observed in the 1995/1996 winter (Kula, Kawulok, 1997).

The objective of the present paper was to evaluate the effect of rime on mechanical damage of birch stands in the rime-exposed area of Sněžník Forest Administration, as well as stand stability with respect to abiotic factors.

Transects with 50–100 trees or 2–3 one-acre experimental plots (10 x 10 m) situated in stands on locations with different site conditions were used to evaluate the degree and type of damage to birch (*Betula verrucosa* Ehrh.) stands. A total of 70 birch stands were checked by means of 49 transects and 47 one-acre plots involving 1363 sample trees. Health status was evaluated in these categories: sound tree, top break (ZT), crown break (ZKO), stem break (ZKM), thick branch break (ZSV), windthrow (V), bent tree (O).

Investigations were conducted in the Sněžník Forest Administration territory in February 1996 that is situated in the Děčín Sandstone Hills, which are a continuation of the Krušné hory Mts. range.

The rime-exposed territory of the Sněžník Forest Administration lies on an undulated plateau bordered by continuous massifs of sandstone rocks in the south. It has a cold mountain climate with average annual temperature 6 °C and annual precipitation sum 800 mm, vegetation season of 110–120 days. Frost pools are formed at sites with reduced water runoff. Western winds are prevailing in this area throughout the year. Climatic conditions are negatively influenced by emissions from the Krušnohorská Basin (fogs, rimes).

Following large-area damage of spruce stands (1978/1979), the birch, European mountain ash, pine, blue spruce and beech were dominant tree species during afforestation of clearcuts due to air pollution.

Changes in a tree species structure in the Sněžník Forest Administration area are consistent with the general situation in the Krušné hory Mts. as documented by Moravčík (1994).

Three partial territories with forest stands that have suffered great damage lying between the contour line 550 m a.s.l. and maximum height in the territory concerned (721 m a.s.l. – Fig. 1) can be demarcated in the rime-exposed area of Sněžník Forest Administration, which extends in a belt of 7–8 km long and 2–3 km wide in a west to east direction.

Forest stands of age class I showed the balanced representation of major types of rime damage (bent trees 17.8%, crown breaks 18.1% and stem breaks 21.6%). The percentage of bent trees decreased with an increasing height above sea level (550–650 m) from 22.3% to 13.8%, and the percentage of stem and crown breaks rose. Bent trees were dominant at 550 m a.s.l., bent trees and crown breaks were balanced at 600 m a.s.l. and stem breaks were the main type of damage at 650 m a.s.l. (37.9%). Stem breaks (30%) were a dominant type of damage in forest stands of age class II, followed by crown breaks (18.8%) and bent trees decreasing to 12.7%. Top breaks occurred in 3.1% of trees only. The height gradient was reflected in an increase in stem breaks from 23.3% (550 m a.s.l.) to 37% (650 m a.s.l.) with the more elevated height above sea level. The highest percentage of crown breaks and bent trees was observed at localities situated at 600 m above sea level.

Stem breaks (46.6%) occurred most frequently in older birch stands, with their dominance at 600 m a.s.l. (68.8%), followed by crown breaks (23.9%) and bent trees (12.2%). Top breaks were recorded in 4.6% of trees (Fig. 2).

The greatest damage was bound to southern exposures (73.6%) with an increased percentage of crown and stem breaks and to northern exposures (69.6%) with a dominant percentage of stem breaks (33.1%). Forest stands on flatlands and north-east slopes were exposed to the smallest damage (44.8% and 43.8%, respectively) (Tab. I).

Lower stocking (6) was accompanied by a high occurrence of stem breaks (27%), crown breaks (23.8%) and bent trees (22.2%). Stands with stocking 7 situated at a height of 550 and 600 m a.s.l. had the highest proportion of crown breaks (58.3 and 36.9%), stem breaks (33.3 and 26.2%) and bent trees (8.3 and 12.3%). Stem breaks (32.6 and 36.2%) and crown breaks (28 and 25.9%) were dominant in stands with higher stocking (8) situated at a height of 600–650 m a.s.l. Stands with full stocking showed irregular distribution of damage types in relation to the height above sea level. There existed no general regularity between the height above sea level and stocking on the one hand and the degree of rime damage on the other.

Age class I had the highest proportion of crown breaks at stocking 7 (36.9%), identical proportions at stocking 6 and 8 (20.4 and 20.3%) and lower proportions at higher stocking 9 and 10 (9.4 and 7.8%). The degree of damage decreased with higher stocking in the stem break category. It peaked at stocking 7 (26.2%), identical degrees were observed at stocking 6 and 8 (20.4 and 19.8%) and there was a decrease to 10% at higher stocking. The bent tree category showed an opposite trend: the percentage of damaged trees was increasing from stocking 6 to stocking 10 (8.2–36.4%). The highest proportion of top breaks was in stands with stocking 6 (Fig. 4).

The percentage of stem and crown breaks increased with higher stocking in age class II. The highest degree of damage in stands of age class III was determined in the stem break category at stocking 8 while in the crown break category it was at stocking 7, the levels of damage being identical in the particular types in other cases (Fig. 4).

Locations situated at a height of 650–900 m a.s.l. are considered as the ones exposed to rime damage to the highest extent in the area of the Krušné hory Mts. (Singer, 1916) while in the winter 1995–1996 this applied to locations at 550–650 m a.s.l. (Kula, Kawulok, 1997). Evaluation of rime damage and site conditions by cluster analysis (Kula, Kawulok, 1998) showed that the nature of damage in the Sněžník Forest Administration area is like damage typical of locations of the subsequent altitudinal zone. It is due to the fact that the locality was opened after large-scale deforestation of spruce stands in the early eighties, due to intensive air currents and lower water runoff from the plateau.

Scotch pine stands in the rime-exposed area suffered not only great mechanical damage, similarly like spruce stands in the Krušné hory Mts. (Lomský et al.,

1996), but also great physiological damage; their existence is endangered. Larch monocultures suffered great damage in form of top breaks in dominant and partly codominant trees. Overtopped trees were not damaged, so they represent the basis of a new stand. Blue spruce stands were not damaged in the whole area although they are opened, interspaced, exposed to heavy rime. Solitary Serbian spruce trees did not suffer from rime at all.

The greatest total damage occurred on slopes of southern exposure; northern, south-eastern and north-western exposures can be characterized in a similar way. This distribution corresponds to the direction of air currents.

Birch stands as monocultures were influenced by silvicultural treatments to a different extent. Stands with lower stocking (regularly of higher age classes) showed a balanced proportion of major types of damage at the total extent higher than 70%. On the contrary, unbalanced proportions of damage types were typical of stands with full stocking. The percentage of bent trees was low in opened stands since most trees suffered from stem and crown breaks as a result of open space. The number of bent trees increased at higher stocking; but the trees in young stands may assume their original positions thanks to stem flexibility while it is a permanent form of damage in older stands. The evaluation of negative impacts of rime did not take into account the aspect of silvicultural treatments that are a potential attribute of decreasing the degree of rime damage if made in the 1st age class (in stands 1.5–2 m tall) with overtopping tree elimination.

Bent tree damage to birch stands in the Sněžník Forest Administration area was decreasing with the height above sea level and stand age while the percentage of stem breaks was increasing. Stands on slopes of south and south-east exposures showed the greatest rime damage. Extraordinarily great damage was observed in stands at positions of sudden height transitions below and above sandstone massifs. Stocking is an important factor determining the type and extent of tree damage – stem and crown breaks are less frequent at higher stocking, on the other hand, numbers of bent trees occur more frequently in these stands. The aspect of forest altitudinal zones should be taken into account. The site conditions in the Sněžník Forest Administration area can be classified to the next altitudinal zone. The groups of forest types dwarfed fir-beech stand and dwarfed spruce-beech stand showed higher proportions of mechanical rime damage to stands.

Kontaktní adresa:

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

VÝSKUM USTÁLENOSTI PRÍTOKOV VODÁRENSKEJ NÁDRŽE HRIŇOVÁ Z GEOMORFOLOGICKÉHO CELKU POLANA

RESEARCH ON BED RESISTANCE IN TRIBUTARIES TO HRIŇOVÁ WATER RESERVOIR FROM THE POLANA GEOMORPHOLOGICAL FORMATION

M. Jakubis

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

ABSTRACT: Research was focused on determination of the degree of bed resistance (lack of resistance) in tributaries to Hriňová Water Reservoir (WR) in the Poľana Mts. geomorphological formation. Investigations concerned all four tributaries to WR situated on south-east slopes of the Protected Landscape Area BR Poľana – the creeks Trkotský, Slatina, Hukava, Klatov, which supply water to this reservoir while WR is a reservoir of drinking water for the water-supply system Hriňová – Lučenec – Filakovo, which indicates the urgent need of bed resistance evaluation in its tributaries that can be a source of sediments. Sediment transportation to WR (if management of these streams is not satisfactory) causes its gradual silting up, which reduces its capacity (or increases concentrations of harmful substances in WR). Consequently, problems of reservoir clearing are arising. First, the degree of bed resistance in tributaries to WR was evaluated visually in the course of detailed field survey. Secondly, applying the field measurements the degree of bed resistance was calculated by means of an empirical relation derived by Grišaniin (1981) on the basis of regularities of geometric and dynamic (hydraulic) similarity of stream beds, and the results were compared. The calculated values were found to provide acceptable results which are good indicators for determination of localization, urgency (priority) and intensity of measures to be taken to prevent (reduce) WR silting up and to forecast further morphogenesis of the streams under observation.

torrents; stream bed resistance; Hriňová Water Reservoir

ABSTRAKT: Výskum sa zaoberal problematikou stanovenia stupňa ustálenosti (neustálenosti) prítokov Vodárenskej nádrže Hriňová (VN) v oblasti geomorfologického celku Poľana. Skúmali sme všetky štyri prítoky VN, nachádzajúce sa na juhovýchodných svahoch CHKO – BR Poľana – Trkotský potok, Slatina, Hukava, Klatov potok, ktoré ju zásobujú vodou, pričom VN je zásobárňou pitnej vody pre skupinový vodovod Hriňová – Lučenec – Filakovo, z čoho vyplýva aj aktuálna potreba hodnotenia ustálenosti jej prítokov, ktoré môžu byť zdrojom splavenín. Transportom splavenín do VN (v prípade nedostatočnej starostlivosti o tieto toky) dochádza k jej postupnému zanášaniu, čím sa znižuje jej objem (resp. zvyšuje sa koncentrácia škodlivých látok vo VN). Následne vznikajú problémy, súvisiace s čistením nádrže. Stupeň ustálenosti prítokov VN sme najprv posudzovali vizuálne počas podrobného terénneho prieskumu. Následne sme na základe terénnych meraní vypočítali stupeň ustálenosti pomocou empirického vzťahu, ktorý na základe zákonitostí geometrickej a dynamickej (hydraulickej) podobnosti koryt tokov odvodil Grišaniin (1981), a výsledky sme porovnali. Zistili sme, že vypočítané hodnoty dávajú akceptovateľné výsledky, ktoré sú dobrou orientáciou pre určovanie lokalizácie, naliehavosti (priority) a intenzity opatrení na zabránenie (obmedzenie) zanášania VN a prognózovanie ďalšej morfoogenézy skúmaných tokov.

bystriny; ustálenosť; Vodárenská nádrž Hriňová

ÚVOD

Vodárenská nádrž Hriňová (VN) sa nachádza pod úpäťm južných (juhovýchodných) svahov geomorfologického celku Poľana – podcelku Vysoká Poľana na hranici s geomorfologickým celkom Veporské Vrchy –

podcelok Sihlianska planina. Je vybudovaná na rieke Slatina v rkm 41,1. Jej výstavba začala v roku 1960 a napúšťanie v roku 1965. Slúži ako zdroj pitnej vody pre skupinový vodovod Hriňová – Lučenec – Filakovo s množstvom 300 l.s⁻¹. Plocha povodia je 71,60 km², $Q_{100} = 70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_a = 0,940 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, maximálna zátop-

ná plocha 4,8 km², zásobný objem 7,583 mil. m³, celkový objem 8,2 mil. m³ (A b a f f y et al., 1979). VN zasobujú aj štyri toky z oblasti CHKO – BR Poľana – Trkotský potok, Slatina, Hukava a Klatov potok. Výskumom bolo zistené (J a k u b i s, 1996b), že uvedené toky majú charakter bystrín. Prírodné korytá bystrín majú väčšinou nepravidelný prietokový profil s často sa meniacimi geometrickými charakteristikami a pozdĺžnym sklonom dna, tvoria, transportujú a ukladajú značné množstvá splavenín a majú veľmi rozkolísané vodné stavy. Prognózy vymieľacej a transportnej schopnosti bystrín a ich vyhodnocovanie, ktoré sú založené na priamych meraniach v teréne, sú veľmi ťažko realizovateľné najmä z časového, prístrojového a ekonomického hľadiska. Pokiaľ nemáme k dispozícii exaktnejšie podklady pre posudzovanie vymieľacej a transportnej schopnosti bystrín a posudzovanie stupňa ich ustálenosti (neustálenosti), musíme hľadať a overovať jednoduchšie metódy, ktoré by dávali určité podklady (aspoň možnosti orientácie v akútnych prípadoch) pre prognózovanie transportnej schopnosti bystrín. Táto problematika je zvlášť aktuálna, ak sa posudzujú bystriny, ktoré sú prítokmi vodárenských nádrží, teda nádrží na pitnú vodu, a ak sa nachádzajú v chránených krajinných oblastiach. Bystriny môžu vodárenské nádrže intenzívne zanášať, najmä ak sa nevenuje potrebná starostlivosť im, ale aj ich povodiam. Zanášaním vodárenských nádrží sa významne znižuje ich objem (S t a n č í k o v á, 1985; J a n s k ý, 1988, 1992). Znižovaním objemu sa zhoršuje kvalita vody, pretože stúpa koncentrácia škodlivých látok vo vode, nachádzajúcej sa v nádrži.

Aby sme získali niektoré dôležité podklady pre určenie smeru orientácie návrhov opatrení pre zastavenie (obmedzenie) zanášania vodárenských nádrží, musíme okrem iného posúdiť stupeň ustálenosti (neustálenosti) konkrétnych prítokov. Tieto výsledky môžu byť jedným z východiskových podkladov pre lokalizovanie, určenie priorít (naliehavosti) a intenzity pri návrhoch rôznych melioračných opatrení, ako aj pre prognózovanie ďalšej morfogénzy koryt bystrín a ich vymieľacej a transportnej schopnosti.

PROBLEMATIKA A CIEĽ VÝSKUMU

Podrobný popis problematiky morfogénzy (resp. vývoja) koryt bystrín a ich ustálenosti sme uviedli vo viacerých prácach (napr. J a k u b i s, 1995a, 1996a) a zaoberali sa ním aj iní autori (G r i š a n i n, 1972, 1981; N o v á k et al., 1986; L. M a c u r a, 1966; K l o p č e k, 1981; V a l t ý n i, 1989; V a l t ý n i et al., 1990; P a t o č k a, M a c u r a et al., 1989; A l t u n i n, 1956; K a g a n o v, 1981; Ž e l e z n i a k o v, 1981; B e s c h t a, P l a t t s, 1986; Y u, W o l m a n, 1987; V. M a c u r a, 1987, 1990; V. M a c u r a et al., 1995, a iní).

V. M a c u r a (1987, 1990) vychádza v svojich prácach, zaoberajúcich sa posudzovaním stupňa ustálenosti koryt vodných tokov, zo zákonitostí, vyplývajúcich zo

vzájomnej podmienenosti ich geometrických a dynamických (hydraulických) charakteristík. Tieto zákonitosti odvodil G r i š a n i n (1972, 1981) na základe výsledkov výskumu L e o p o l d a, L o n g b e i n a (in V. M a c u r a et al., 1995).

Výskumom na 52 bystrinách na 151 PÚ v šiestich geomorfologických celkoch Slovenskej republiky (Tatry – podcelok Západné Tatry – 19 PÚ na štyroch bystrinách; Nízke Tatry – podcelok Ďumbierske Tatry – 25 PÚ na siedmich bystrinách; Veľká Fatra – podcelok Bralná Fatra – 23 PÚ na piatich bystrinách; Poľana – podcelok Vysoká Poľana – 37 PÚ na 25 bystrinách; Kremnické vrchy – podcelok Túrovské predhorie a podcelok Flochovský chrbát – 31 PÚ na ôsmich bystrinách; Veporské vrchy – podcelok Sihlianska planina – 16 PÚ na troch bystrinách) sme potvrdili, že poznatky o zákonitostiach geometrickej a dynamickej (hydraulickej) podobnosti koryt vodných tokov je možné využiť aj pri posudzovaní ustálenosti koryt bystrín, pričom ustálenosťou koryta rozumieme jeho hydraulickú rovnováhu s takým stavom, ktorý nie je významnejšie narušovaný pri malých, priemerných, ani veľkých prietokoch.

Cieľom výskumu je posúdenie ustálenosti prítokov VN Hriňová z geomorfologického celku Poľana na základe terénneho prieskumu i podľa výpočtov z meraných charakteristík jednotlivých bystrín pomocou empirických vzorcov a porovnanie zistených výsledkov a náčrt možnosti aplikácie získaných výsledkov v praxi. V Slovenskej republike sa v bystrinárskej praxi posudzovala ustálenosť bystrín len na základe vizuálneho hodnotenia, čo niekedy mohlo viesť k neobjektívnym záverom.

OBJEKTY

STRUČNÝ POPIS PRÍRODNÝCH POMEROV OBLASTI VÝSKUMU

Skúmané toky patria do povodia SVP – IX – Hron a jeho čiastkového povodia 4-23-03 Slatina. Všetky sa nachádzajú na juhovýchodných svahoch geomorfologického celku Poľana. Najnižšiu nadmorskú výšku skúmaného územia má uzavierajúci profil Trkotského potoka (572 m n. m.), najvyššou kótou je Poľana (1 458 m n. m.), ktorá sa nachádza na rozvodnici Hukavy. Z absolútneho výškového rozdielu (886 m) vyplýva aj rôznorodosť prírodných pomerov v skúmaných povodiach.

Skúmané povodia spadajú do dvoch orografických celkov. V severozápadnej časti je to Slovenské stredohorie s masívom Poľany, v juhovýchodnej časti je to Slovenské rudohorie s celkom Veporské vrchy. Hlavnou zložkou polygénneho stratovulkánu Poľana sú neovulkanity. Na stavbe vulkánu sú prevládajúcim typom hornín rôzne petrografické variety andezitov nad ryodacitmi a dioritmi. Geologické podložie juhovýchodnej časti oblastí tvoria biotický granodiorit až kremíty diorit – sihliansky typ, podradne sa vyskytuje aj biotitický granodiorit až granit, najmä porfirovitý a veporský typ.

Do nadmorskej výšky 700–800 m možno územie, na ktorom sa nachádzajú sledované povodia, zaradiť do mierne teplej oblasti (klimatický okrsok B₇ – mierne teplá subhumidná nížinná klíma a B₁₂ – mierne teplá perhumidná klíma). Vyššie položené oblasti Poľany spadajú do oblasti chladnej – C₁. Priemerné ročné teploty sa pohybujú v rozpätí od 6 °C do 2,5 °C. Priemerný ročný úhrn zrážok sa pohybuje od 957 mm do 1 300 mm.

V oblasti skúmaných povodí sa lesné porasty vyskytujú v štyroch lesných vegetačných stupňoch: 4. lvs (bukový); 5. lvs (jedľovo-bukový); 6. lvs (smrekovo-jedľovo-bukový) a 7. lvs (smrekový). Zo skupín lesných typov prevažujú typické bučiny (*Fagetum typicum* – Ft) a jedľové bučiny (*Abieto-Fagetum* – AF). Vo vyšších polohách sa vyskytujú bukové jedliny (*Fageto-Abietum* – FA), na ktoré v najvyšších hrebeňových polohách nadväzujú jarabinové smrečiny (*Sorbetto-Piceetum* – SP). Z drevín má veľkú prevahu v zastúpení smrek (60 %); nasleduje buk (26 %) a jedľa (10 %). Ostatné dreviny (smrekovec, javor, jaseň, brest, jarabina) tvoria spolu 4 %.

POPIS POVODÍ, TOKOV A POKUSNÝCH ÚSEKOV (PROFILOV)

Výskum bol orientovaný na štyri vodné toky (Trkotský potok, Slatina, Hukava, Klatov potok), ktoré sú zásobárňou vody (prítokmi) VN Hriňová v oblasti Poľany v okrese Detva. Výpočtami koeficienta bystrinnosti povodia K_b a terénnym prieskumom sme zistili (Jakubis, 1996b), že uvedené toky majú po VN charakter bystrín. Hodnoty K_b pre jednotlivé toky sú uvedené v tab. I.

V dôsledku možného rozsahu práce sme vykonali popis povodí, tokov a pokusných úsekov vo forme tabuliek. Základné charakteristiky povodí obsahuje tab. I, základné charakteristiky toku sú obsiahnuté v tab. II. Charakteristiky pokusných úsekov (PÚ) a pokusných profilov (PP) sú obsiahnuté vo výslednej časti (tab. IV–VI). PÚ boli zakladané tak, aby čo najvernejšie vystihovali celkový charakter koryta po PÚ. PP boli založené v dolnej časti PÚ tak, aby čo najpresnejšie vystihovali celkový charakter PÚ. Spolu bolo založených 14 PÚ so 14 PP; Trkotský potok tri PÚ (PP); Slatina štyri PÚ (PP); Hukava štyri PÚ (PP); Klatov potok tri PÚ (PP).

Celková plocha skúmaných povodí $S_p = 37,411 \text{ km}^2$, celková dĺžka všetkých tokov v povodiach $L_c = 50,82 \text{ km}$, čo predstavuje hustotu $1,358 \text{ km}^{-1}$. Základné hydrologické údaje obsahuje tab. III. Získali sme ich na účely výskumu od SHMÚ Bratislava, pobočka Banská Bystrica.

METODIKA

Na základe nášho výskumu na 52 bystrinách a 151 pokusných úsekoch v šiestich geomorfologických celkoch Slovenska sme dospeli k záveru, že dobrým ukazovateľom stupňa ustálenosti koryt bystrín so splnením pod-

I. Charakteristiky povodí – Watershed characteristics

Poradie č. ¹	Názov povodia ²	Hydrologické poradie ³	S_p (km ²)	O (km)	H_i (km ⁻¹)	S_{f_i} (km ²)	H_p (m n. m.)	I_p (%)	$\delta : d$	W_f (m ³)	H_{max} (m n. m.)	H_{min} (m n. m.)	ΔH (m)	K_b	Kategória bystrinnosti ⁴
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Trkotský potok	4-23-03-007	4,248	9,58	1,558	3,376	763	20,4	1 : 2,50	8 091	953	572	381	0,19	II.
2	Slatina	4-23-03-001	21,690	23,4	1,240	16,810	878	20,86	1 : 0,61	39 863	1 333	609	724	0,21	II.
3	Hukava	4-23-03-008	10,520	14,4	1,440	9,720	942	30,14	1 : 2,42	33 468	1 458	577	881	0,21	II.
4	Klatov potok	4-23-04-009	0,953	4,4	2,256	0,818	726	22,29	1 : 2,43	3 472	895	573	322	0,27	II.

Vysvetlivky – Explanatory notes:

S_p – plocha povodia – watershed area (km²), O – dĺžka rozvodnice – divide length (km), H_i – hustota tokov v povodí – stream density in watershed (km⁻¹), S_{f_i} – zalesnená plocha povodia – afforested watershed area (km²), H_p – priemerná nadmorská výška povodia (m n. m.) – average watershed height above sea level (m a.s.l.), I_p – priemerný sklon svahov povodia – average gradient of watershed slopes (%), $\delta : d$ – tvar povodia (šírka : dĺžka) – watershed shape (width : length), W_f – maximálny potenciálny odnos splavenín – maximum potential sediment transport (m³), H_{max} – najvyššia výška v povodí (m n. m.) – maximum height in watershed (m a.s.l.), H_{min} – výška uzavierajúceho profilu = najnižšia výška v povodí (m n. m.) – height of closing profile = minimum height in watershed (m a.s.l.), ΔH – absolútny spád povodia – absolute watershed gradient (m), K_b – súčiniteľ bystrinnosti povodia – torrent activity coefficient (–)

¹No., ²watershed name, ³hydrological order, ⁴torrent activity category

II. Charakteristiky toku – Stream characteristics

Poradie č. ¹	Názov toku ²	Staničenie uzavierajúceho profilu od ústia v km ³	L_t (km)	L_p (km)	L_c (km)	H_t (m n.m.)	H_{up} (m n.m.)	ΔH_t (m)	I_t (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Trkotský potok	0,330	3,52	3,10	6,62	807	572	235	7,61
2	Slatina	2,230	7,90	19,00	26,90	1 220	609	611	7,80
3	Hukava	0,180	6,10	9,05	15,15	1 369	577	792	12,99
4	Klatov potok	0,070	1,22	0,93	2,15	740	573	167	14,39

Vysvetlivky – Explanatory notes:

L_t – dĺžka hlavného toku – main stream length (km), L_p – dĺžka prítokov – tributary length per watershed (km), L_c – celková dĺžka tokov v povodí – total stream length per watershed (km), H_t – najvyššia výška v toku (m n. m.) – maximum height along the stream (m a.s.l.), H_{up} – výška uzavierajúceho profilu (m n. m.) – height of closing profile (m a.s.l.), ΔH_t – absolútny spád toku – absolute stream gradient (m), I_t – priemerný sklon toku – average stream gradient (%)

¹No., ²stream name, ³distance of closing profile from inlet in km

III. Základné hydrologické údaje pre povodie č. 1–4 – Basic hydrological data on watersheds Nos. 1–4

Povodie č. ¹	Q_a	Q_{30d}	Q_{90d}	Q_{330d}	Q_{364d}	q_{max}	Q_1	Q_{10}	Q_{50}	Q_{100}	$K_p = Q_{100} \cdot Q_{364d}^{-1}$	$K_r = Q_a \cdot Q_{100}^{-1}$
	(l.s ⁻¹)					(m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²)	(m ³ .s ⁻¹)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	120	56	6	2,0	3,29	1,5	4,5	10,0	14	1 : 7 000	0,1426
2	255	625	326	50	23,0	1,61	5,0	16,0	28,0	35	1 : 1 522	0,3217
3	156	382	200	30	14,0	1,90	2,0	7,0	14,0	20	1 : 1 429	0,1279
4	7	17	9	1	0,3	3,41	0,3	1,0	2,1	3	1 : 10 000	0,3457

Vysvetlivky – Explanatory notes:

Q_a – priemerný dlhodobý ročný prietok – average long-term annual discharge (l.s⁻¹), Q_{30d} , Q_{90d} , Q_{330d} , Q_{364d} – m – denné prietoky – m-day discharges (l.s⁻¹), q_{max} – maximálny špecifický odtok – maximum specific runoff (m³.s⁻¹.km⁻²), Q_1 , Q_{10} , Q_{50} , Q_{100} – N – ročné prietoky – N-year discharges (m³.s⁻¹), K_p – koeficient vyjadrujúci náchýlnosť na vysychanie toku – coefficient showing a tendency to stream drying (–), K_r – koeficient vyjadrujúci kapacitu profilu pre prietok Q_{100} – coefficient showing the profile capacity in relation to discharge Q_{100} (–)

¹watershed No.

mienky $3 < H \cdot d_{50}^{-1}$ (H – hĺbka prietokového profilu v m) je výsledok vzťahu:

$$M_{kp} = \frac{R \cdot (g \cdot B)^{0,25}}{Q_K^{0,5}} \quad (1)$$

kde: R – hydraulický rádius (m),
 g – tiažové zrýchlenie (9,81 m.s⁻²),
 B – šírka koryta v brehoch (m),
 Q_K – kapacitný prietok (m³.s⁻¹).

Pri podrobnej rekognoscácii jednotlivých tokov sme založili pokusné úseky (PÚ) s pokusnými profilmi (PP). PÚ boli založené na dĺžke 30–40 m.

Po vytýčení a založení PÚ a PP sme vykonali podrobné terénne merania a odber vzoriek splavenín. Zmerali sme (pomocou nivelačného prístroja) pozdĺžny sklon PÚ a podrobný priečny rez PP, ktorý sme vyniesli na milimetrový papier v mierke 1 : 100. Digitálnym planimetrom sme zistili plochu prietokového profilu S (m²) a odmeraním dĺžky omočeného obvodu O (m) sme následne vypočítali hodnotu hydraulického rádia R vzťahom $R = S \cdot O^{-1}$ (m).

Vzorky splavenín sme odoberali z povrchovej vrstvy tak, že na PP sme kolmo na os toku vytýčili pomocou špagátu pruh o šírke maximálneho vyskytujúceho sa zrna splavenín d_{max} . Na každom PP sme odoberali jednu

vzorku (spolu 14), pričom hmotnosti jednotlivých vzoriek sa pohybovali od 57,35 kg do 72,45 kg. V laboratóriu sme vykonali sitový zrnitostný rozbor. Väčšie otvory, ako obsahovali sítá, sme urobili z tvrdej lepenky. Na základe zvyškov na jednotlivých sítach sme určili vážením ich hmotnostné podiely, percentuálne zastúpenie a vyniesli sme krivky zrnitosti. Z nich sme odčítali hodnoty d_{50} a d_{65} .

Hodnotu d_{50} sme využili na overenie platnosti rozsahu použitia rovnice (1):

$3,00 < H \cdot d_{50}^{-1}$, pričom hodnota $H \cdot d_{50}^{-1}$ sa v tomto výskume pohybovala v rozpätí od $H \cdot d_{50}^{-1} = 3,33$ do 11,84.

Hodnotu d_{65} sme použili na zistenie stupňov drsnosti dna koryta (n_1) z tabuliek (Š k o p e k, N o v á k, 1977). Hodnota n_2 znamená hodnotu stupňa drsnosti nekoseného trávneho porastu (J a k u b i s, 1993). Výslednú hodnotu stupňa drsnosti n_c sme vypočítali vzťahom:

$$n_c = \frac{(O_1 n_1^{2/3} + O_2 n_2^{2/3})^{3/2}}{O^{3/2}} \quad (2)$$

Prietok Q_K do vzťahu (1) sme vypočítali vzťahom:

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

(pričom sme uvažovali s kapacitným prietokom, t.j. plným plnením koryta – s hodnotami B, H);

kde: S – plocha prietokového profilu s B, H (m^2),

v_s – profilová rýchlosť ($m.s^{-1}$).

Profilovú rýchlosť sme vypočítali pre PÚ so sklonmi $i < 0,070$ Chezyho rýchlostnou rovnicou s Pavlovského rýchlostným súčiniteľom; pre PÚ so sklonmi $i > 0,070$ Scheuerleinovou rovnicou, ktorú v takýchto prípadoch odporúčajú napr. Jařabáč (1979) a Patočka, Macura et al. (1989). Praktický postup použitia Scheuerleinovej rovnice je detailne popísaný v samostatnej práci (Jakubis, 1995b).

Ostatné charakteristiky toku a povodia sme zistili z máp v mierkach 1 : 10 000 a 1 : 25 000.

Orientačne sme vypočítali aj ďalšie zaujímavé charakteristiky – W_s (m^3), t.j. maximálny potenciálny odnos dnových splavenín, a to podľa vzťahu, ktorý na tento účel odvodil Kronfellner-Kraus (1988) v tvare:

$$W_s = K \cdot S \cdot I \quad (m^3) \quad (4)$$

kde: K – koeficient erózy náhynosti (–), $K = \frac{k}{e \cdot S}$ (–); $k = 254$;

$e = 8,718$; $S = 0,0016$ (z tabuliek autora),

S – plocha povodia (km^2),

I – priemerný sklon toku od prameňa po uzavierajúci PP povodia (%).

Ako informatívny údaj sme posudzovali hydrologickú charakteristiku

$$K_p = Q_{100} \cdot Q_{364d}^{-1} \quad (5)$$

vyjadrujúcu určitú rovnomernosť prietoku, resp. náhynnosť toku na vysychanie.

Vo vzťahu (5) znamená:

Q_{100} – 100-ročný prietok, t.j. kulminálny prietok, ktorý je dosiahnutý alebo prekročený priemerne raz za 100 rokov ($m^3.s^{-1}$),

Q_{364d} – 364-dňový prietok, t.j. priemerný denný prietok, ktorý je dosiahnutý alebo prekročený počas 364 dní v roku.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Prehľad dôležitých meraných a vypočítaných hodnôt pre jednotlivé PP a PÚ obsahujú tab. IV–VI. Zo zistených výsledkov možno považovať za dôležité najmä nasledovné:

- Stupeň ustálenosti jednotlivých PÚ, ktorý charakterizoval určitý úsek toku, zistený počas podrobného terénneho prieskumu, veľmi dobre korešponduje so stupňom ustálenosti, vypočítaným pomocou vzťahu (1).
- Stupeň ustálenosti na jednotlivých tokoch a PÚ bol viac či menej rozdielny, pričom sa vyskytli kategórie ustálenosti II.–VI., čo znamená veľmi dobre ustálené až extrémne neustálené korytá (tab. V, stĺpec 13). Najnižšie stupne ustálenosti sme vypočítali pre Klatov potok (pre PÚ 12 v km 0,070 od ústia do VN – $M_{kp} = 0,316$; PÚ 13 v km 0,280 od ústia do VN –

$M_{kp} = 0,346$; PÚ 14 v km 0,500 od ústia do VN – $M_{kp} = 0,354$) s priemernou hodnotou $M_{kp} = 0,339$. Výpočtami a tiež počas terénneho prieskumu tohto toku sme zistili, že ide o silno až extrémne neustálený tok s častými veľkými zmenami geometrických charakteristik prietokového profilu, pozdĺžneho sklonu toku a smerových pomerov. Tento stav existuje aj preto, lebo priamo v koryte toku bola násilne vytvorená cesta na približovanie dreva, čo ešte zhoršuje stav koryta a mimoriadne podporuje intenzívnu eróziu. Pozdĺžny sklon PÚ sa pohybuje od 8,39 % do 9,93 %, čo tiež vytvára predpoklady pre extrémnu neustálenosť koryta.

- Nízky stupeň ustálenosti sme zaznamenali vo vyššie položených úsekoch toku Hukava. Hodnota súčiniteľa kváziravnomerného prúdenia na tomto toku sa pohybovala od $M_{kp} = 0,516$ (PÚ 8 v km 0,180 od ústia do VN) až do $M_{kp} = 0,452$ (PÚ 11 v km 1,220 od ústia do VN). Z tab. V, stĺpec 13 vyplýva, že od km 0,570 je tok mierne neustálený (M_{kp} pre PÚ 9 je 0,462, pričom stupeň ustálenosti toku smerom k prameňu klesá).
- Podstatne vyšší stupeň ustálenosti sme zistili pre ďalšie dva prítoky VN Hriňová – Trkotský potok a Slatinu. Hodnoty M_{kp} pre Trkotský potok sa pohybovali v rozpätí od $M_{kp} = 0,532$ (PÚ 1 v km 0,330 od ústia do VN) do $M_{kp} = 0,519$ (PÚ 3 v km 1,460 od ústia do VN), čo možno klasifikovať ako veľmi dobre ustálené až čiastočne ustálené koryto. Priemerná hodnota M_{kp} pre Trkotský potok je 0,527.
- Hodnoty súčiniteľa kváziravnomerného prúdenia M_{kp} pre Slatinu sa pohybovali v rozpätí od $M_{kp} = 0,561$ (PÚ 4 v km 2,230 od ústia) do $M_{kp} = 0,511$ (PÚ 7 v km 4,140 od ústia), čo možno hodnotiť ako veľmi dobre ustálené až čiastočne ustálené koryto.
- Pre doplnenie výsledkov a lepšiu (názornejšiu) orientáciu uvádzame, že v tomto výskume aplikovanú metódu sme doteraz použili na 52 bystrinách, na 151 pokusných úsekoch v šiestich geomorfologických celkoch Slovenskej republiky.

Na základe vlastných výpočtov stupňa ustálenosti koryt pomocou súčiniteľa kváziravnomerného prúdenia M_{kp} vzťahom (1) a aj výsledkov iných autorov (Valtýni, 1989; V. Macura, 1990) sme vytvorili, po porovnaní s konkrétnym stavom (stupňom) ustálenosti, zisteným v teréne, stupnicu hodnotenia ustálenosti, ktorá je nasledovná:

Kategória	Stupeň ustálenosti koryta	M_{kp}
I.	zanášané korytá	$M_{kp} = 0,71$ a viac
II.	veľmi dobre ustálené korytá	$M_{kp} = 0,54–0,70$
III.	častočne ustálené korytá	$M_{kp} = 0,48–0,53$
IV.	mierne neustálené korytá	$M_{kp} = 0,44–0,47$
V.	silno (výrazne) neustálené korytá	$M_{kp} = 0,36–0,43$
VI.	extrémne neustálené korytá	$M_{kp} = 0,35$ a menej

Túto stupnicu ustálenosti sme aplikovali aj pri hodnotení jednotlivých prítokov VN Hriňová (tab. V, stĺpec 13).

IV. Základné geometrické a hydraulické charakteristiky pokusných profilov (PP) – Basic geometric and hydraulic characteristics of experimental profiles (EP)

Poradové číslo PP ¹	Názov toku ² Staničenie od ústia do VN v km ³	H (m)	B (m)	b (m)	S (m ²)	O_o (m)	o_1 (m)	o_2 (m)	R (m)	1 : m	
										vľavo ⁴	vpravo ⁵
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Trkotský potok 0,330	0,60	2,00	1,4	1,0	2,8	2,1	0,7	0,357	1 : 0,55	1 : 0,60
2	Trkotský potok 0,840	0,50	2,25	1,3	0,8	2,7	2,0	0,7	0,296	1 : 0,85	1 : 1,30
3	Trkotský potok 1,460	0,40	2,15	1,2	0,6	2,4	1,9	0,5	0,250	1 : 3,80	1 : 2,70
4	Slatina 2,230	0,90	5,40	4,9	4,7	6,8	5,6	1,2	0,691	1 : 0,30	1 : 0,25
5	Slatina 2,600	0,70	4,90	4,2	3,0	5,7	4,8	0,9	0,526	1 : 1,70	1 : 2,60
6	Slatina 3,190	0,50	4,75	3,6	1,8	5,1	4,3	0,8	0,353	1 : 2,60	1 : 2,80
7	Slatina 4,140	0,40	4,20	3,0	1,4	4,6	3,7	0,9	0,304	1 : 2,30	1 : 4,00
8	Hukava 0,180	0,50	4,10	3,5	2,0	4,7	3,9	0,8	0,426	1 : 1,60	1 : 0,60
9	Hukava 0,570	0,45	3,70	3,0	1,4	4,1	3,6	0,5	0,341	1 : 3,40	1 : 2,10
10	Hukava 0,860	0,45	3,50	2,7	1,4	4,0	3,4	0,6	0,350	1 : 3,20	1 : 2,10
11	Hukava 1,220	0,40	3,10	2,0	0,7	3,2	3,2	0	0,219	1 : 2,90	1 : 2,70
12	Klatov potok 0,070	0,30	3,20	3,1	0,5	3,4	3,4	0	0,147	1 : 1,00	1 : 2,00
13	Klatov potok 0,280	0,35	2,90	2,1	0,7	3,4	3,4	0	0,206	1 : 3,20	1 : 1,60
14	Klatov potok 0,500	0,35	2,10	1,6	0,4	2,3	2,3	0	0,174	1 : 2,35	1 : 1,55

Vysvetlivky – Explanatory notes:

H – výška prietokového profilu – height of flow profile (m), B – šírka koryta v brehoch – bed width between the banks (m), b – šírka koryta v dne – bed width on the bottom (m), S – plocha prietokového profilu – flow profile area (m²), O_o – celkový omočený obvod – total wetted perimeter (m), o_1 , o_2 – čiastkové omočené obvody pre jednotlivé stupne drsnosti – wetted subperimeters for the particular degrees of roughness (m), R – hydraulický rádius – hydraulic radius (m), 1 : m – sklon svahov brehu – slope gradient of bank

¹EP No., ²stream name, ³distance from the inlet into WR in km, ⁴left, ⁵right

V. Charakteristiky na výpočet súčiniteľa kvázivírovnomerného prúdenia – Data for the calculation of quasi-steady flow coefficient

PÚ č. ¹	d_{50} (m)	d_{65} (m)	$H.d_{50}^{-1}$	$R.d_{50}^{-1}$	$n - \text{Ch}$ $\delta - \text{Sch}$	$i_{PU} (\% . 0,01) - \text{Ch}$ $\alpha(^{\circ}) - \text{Sch}$		$c(m^{0,5}.s^{-1}) - \text{Ch}$ $1. \sqrt{\lambda}^{-1} (-) - \text{Sch}$	v ($m.s^{-1}$)	Q_k ($m^3.s^{-1}$)	M_{kp} (-)	Kategória ustálenosti ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,065	0,082	9,23	5,492	0,032	0,0205	1,174	23,270	1,991	1,991	0,532	II.–III.
2	0,079	0,094	6,33	3,747	0,033	0,0254	1,455	21,169	1,836	1,469	0,529	III.
3	0,097	0,109	4,12	2,577	0,033	0,0313	1,793	20,068	1,775	1,065	0,519	III.
4	0,076	0,087	11,84	9,092	0,033	0,0107	0,613	27,331	2,350	11,046	0,561	II.
5	0,081	0,091	8,64	6,494	0,033	0,0139	0,796	25,234	2,158	6,475	0,544	II.
6	0,080	0,097	6,25	4,413	0,033	0,0157	0,899	22,351	1,663	2,994	0,532	III.
7	0,113	0,123	3,54	2,690	0,034	0,0205	1,174	20,579	1,625	2,275	0,511	II.–III.
8	0,109	0,129	4,59	3,908	0,034	0,0209	1,197	22,867	2,156	4,313	0,516	III.
9	0,122	0,130	3,69	2,795	0,034	0,0353	2,022	21,344	2,343	3,280	0,462	IV.
10	0,125	0,138	3,60	2,800	0,035	0,0407	2,331	20,775	2,479	3,471	0,454	IV.
11	0,119	0,133	3,36	1,840	0,034	0,0453	2,594	18,504	1,842	1,289	0,452	IV.
12	0,086	0,093	3,49	1,709	2,472	0,0839	4,796	2,295	2,416	1,208	0,316	VI.
13	0,102	0,111	3,43	2,020	2,487	0,0921	5,262	2,256	2,685	1,880	0,346	VI.
14	0,105	0,115	3,33	1,657	2,490	0,0993	5,671	2,205	2,724	1,089	0,354	V.–VI.

Vysvetlivky – Explanatory notes:

d_{50} – veľkosť zrna zodpovedajúca 50% zastúpeniu odčítanom na krivke zrnitosti – grain size corresponding to a 50% proportion read from texture curve (m), $d_{65} = d_e$ – rozmer efektívneho zrna, veľkosť zrna zodpovedajúca 65% zastúpeniu odčítanom na krivke zrnitosti – d_e – effective grain size, grain size corresponding to a 65% proportion read from texture curve (m), $n - \text{Ch}$ – stupeň drsnosti do Chezyho rovnice – roughness degree for Chezy's equation (-), $\delta - \text{Sch}$ – súčiniteľ prevzdušnenia do Scheuerleinovej rovnice – aeration coefficient for Scheuerlein's equation (-), i_{PU} , α – pozdĺžny sklon PÚ – ES longitudinal gradient ($\% . 0,01$, $^{\circ}$), c – rýchlostný súčiniteľ podľa Pavlovského – velocity coefficient according to Pavlovský ($m^{0,5}.s^{-1}$), $1. \sqrt{\lambda}^{-1} - \text{Sch}$ – odporový súčiniteľ – resistance coefficient, v – priemerná profilová rýchlosť – average profile velocity ($m.s^{-1}$), Q_k – kapacitný prietok – capacity discharge ($m^3.s^{-1}$), M_{kp} – súčiniteľ kvázivírovnomerného prúdenia – quasi-steady flow coefficient (-)

¹ES No., ²bed resistance category

Poradové číslo PÚ ¹	Názov toku ² Staničenie od ústia do VN v km ⁴	H_{PU} (m n. m.)	L_{PU} (m)	Stav koryta ³	
				Dno ⁵	Svahy ⁶
1	2	3	4	5	6
1	Trkotský potok	0,330	572	35	2–3
2	Trkotský potok	0,840	595	35	2–3
3	Trkotský potok	1,460	637	30	2–3
4	Slatina	2,230	609	40	1–2
5	Slatina	2,600	618	38	2
6	Slatina	3,190	637	30	2–3
7	Slatina	4,140	664	35	3
8	Hukava	0,180	577	40	3
9	Hukava	0,570	596	35	3
10	Hukava	0,860	608	35	3–4
11	Hukava	1,220	627	30	3–4
12	Klatov potok	0,070	573	30	4
13	Klatov potok	0,280	598	30	4–5
14	Klatov potok	0,500	633	30	4–5

Vysvetlivky – Explanatory:

H_{PU} – nadmorská výška pokusného úseku (m n. m.) – experimental section height above sea level (m a.s.l.), L_{PU} – dĺžka pokusného úseku – experimental length section (m)

¹ES No., ²stream name, ³bed condition, ⁴distance from the inlet into WR in km, ⁵bottom, ⁶slopes

Vysvetlivky k stĺpcom 5 a 6 – Stav koryta (dno, svahy):

Dno (stĺpec 5):

- 1 – Úplne stabilné, bez vymieňania, ustálené, vyrovnané, vytvorená prirodzená dnová dlažba, bez prirodzených prahov a stupňov, bez výmolev. Geometrické charakteristiky koryta sa nemenia ani počas vyšších vodných stavov.
- 2 – Mierné nevyrovnané, bez prirodzenej dnovej dlažby, pomiestne sa vyskytujú prirodzené prahy s výškami do 15 cm, plytké, väčšinou stabilizované výmole s hĺbkami do 20 cm. Väčšie splaveniny stabilné, dochádza k odplovaniu menších splavenín.
- 3 – Stredne nevyrovnané, početné prirodzené prahy s výškami do 30 cm, časté nestabilizované výmole s hĺbkami do 40 cm.
- 4 – Veľmi nevyrovnané, početné prirodzené prahy a stupne s výškami do 50 cm a aktívne výmole s hĺbkami do 60 cm. Pomiestne veľké okružliaky a balvan.
- 5 – Extrémne neustálené, intenzívne, silné vymieňanie, nevyrovnané, nestabilné, početný výskyt hrubých splavenín a balvanov, prirodzené stupne s výškami nad 50 cm, hlboké aktívne výmole s hĺbkami nad 60 cm, zachytávanie organického (zbytky drevín) a anorganického (splaveniny) materiálu na prirodzených stupňoch, časté a veľké zmeny charakteristík koryta.

Svahy (stĺpec 6):

- 1 – Svahy úplne stabilné, bez akýchkoľvek porušení, veľmi dobrá ochrana svahov protierozné účinným vegetačným krytom (dreveniny, byliny). Tvar profilu dlhodobu nemenný.
- 2 – Pomiestne (ojedinelé) mierne porušenia svahov na miestach bez vegetačného krytu a na vonkajších stranách oblúkov, niektoré sa počas nízkych prietokov prirodzene zacelujú. Tvar profilu podlieha miernym zmenám len ojedinele.
- 3 – Súvislé aktívne porušenia svahov (nátrže) stredného rozsahu, veľmi zreteľné porušenia a vymieňanie najmä vonkajších strán oblúkov, kde sa materiál zosúva do koryta.
- 4 – Silné porušenia svahov aj v priamych úsekoch, pomiestne väčšie zosuvy materiálu z brehov do koryta, veľmi intenzívne podmieňanie vonkajších strán oblúkov, početné zreteľné zmeny tvaru prietokového profilu.
- 5 – Extrémne, veľmi silné porušenia svahov, intenzívne súvislé podmieňanie, súvislé zosuvy materiálu z brehov do koryta, protierozné účinný vegetačný kryt neexistuje. Vplyvom erózie extrémne zmeny šírky koryta (tvaru prietokového profilu).

V predchádzajúcom výskume ustálenosti koryt sme zaznamenali tieto hodnoty stupňov ustálenosti (súčiniteľov M_{kp}):

V Západných Tatrách sme doteraz sledovali 19 PÚ na štyroch tokoch. Zistili sme, že hodnoty M_{kp} sa pohybovali v rozpätí od $M_{kp} = 0,37$ do 0,48 s priemernou hodnotou $M_{kp} = 0,42$.

V Nízkych Tatrách sme hodnotili 25 PÚ na siedmich vodných tokoch. Hodnoty M_{kp} sa nachádzali v rozpätí od $M_{kp} = 0,37$ do $M_{kp} = 0,50$ s priemernou hodnotou $M_{kp} = 0,44$.

Vo Veľkej Fatre sme skúmali 23 PÚ na piatich vodných tokoch. Hodnoty M_{kp} sa pohybovali v rozpätí od

$M_{kp} = 0,37$ do $M_{kp} = 0,51$ s priemernou hodnotou $M_{kp} = 0,45$.

V oblasti geomorfologického celku Poľana sme skúmali 37 PÚ na 25 tokoch. Hodnoty M_{kp} sa pohybovali v rozpätí od $M_{kp} = 0,33$ po 0,67 s priemernou hodnotou $M_{kp} = 0,50$.

V oblasti Kremnických vrchov sme sledovali 31 PÚ na ôsmich tokoch. Vypočítané hodnoty súčiniteľa M_{kp} sa pohybovali v rozpätí od $M_{kp} = 0,41$ do 0,67 s priemernou hodnotou $M_{kp} = 0,49$.

V oblasti Veporských vrchov sme sledovali 16 PÚ na troch tokoch. Hodnota M_{kp} sa pohybovala v rozpätí od $M_{kp} = 0,32$ do 0,53 s priemernou hodnotou $M_{kp} = 0,41$.

V. Macura (1990) na základe svojich výskumov na šiestich tokoch v oblasti Oravy a Kysúc zistil, že pri výpočtoch súčiniteľa kvázivzornomerného prúdenia podľa vzťahu (1) sa hodnoty M_{kp} pohybovali v rozpätí od 0,48 po 0,72. Hodnoty M_{kp} menšie ako 0,48 a väčšie ako 0,72 predstavovali dve oblasti neustálenosti koryt tokov. Ak je $M_{kp} > 0,72$, dochádzalo k zanášaniu koryta. Ak je $M_{kp} < 0,48$, dochádzalo k erózii koryta.

Vzťah (1) na výpočet súčiniteľa kvázivzornomerného prúdenia na posúdenie stupňa ustálenosti koryt tokov používali vo svojom výskume aj Valtýni (1989) a Valtýni et al. (1990). Výskum autori uskutočňovali v rôznych oblastiach Slovenska, a to hodnotením 12 vodných tokov. Hodnoty M_{kp} podľa citovaných autorov sa pohybovali v rozpätí od $M_{kp} = 0,440$ do $M_{kp} = 0,710$. Podľa získaných výsledkov hodnotí súčiniteľa kvázivzornomerného prúdenia M_{kp} v porovnaní so skutočným stavom koryt rozlišujú autori tri základné skupiny typov koryt, a to:

1. ustálené korytá, kde $M_{kp} = 0,53$ a viac,
2. čiastočne ustálené korytá, kde $M_{kp} = 0,46$ až $0,52$,
3. neustálené korytá, kde $M_{kp} = 0,45$ a menej.

Macura et al. (1995) uvádzajú, že hodnota M_{kp} môže nadobúdať rôzne hodnoty podľa charakteru toku. Pohybuje sa (podľa citovaných autorov) od $M_{kp} = 0,4$ v kameňo-štrkovitých korytách až do 2,0 v korytách v oblastiach rašelinísk. Zistili sme, že v bystrinách korytách, ktoré sme sledovali v našom výskume, boli vo viacerých prípadoch hodnoty $M_{kp} < 0,4$. Tento fakt vysvetľujeme tým, že pokiaľ citovaní autori riešili problematiku ustálenosti na vodných tokoch nižších oblastí, my sme sa zaoberali najmä tokmi v horných úsekoch (vyšších oblastiach) – bystrinami.

MOŽNOSTI APLIKÁCIE DOSIAHNUTÝCH VÝSLEDKOV V PRAXI

Pomocou získaných výsledkov je možné presnejšie lokalizovať škodlivé procesy (torenciálna erózia, zanášanie VN Hriňová) v jednotlivých bystrinách (resp. prítokoch), určovať prioritu a intenzitu konkrétnych melioračných opatrení v bystrinách a ich povodiach. Zo získaných výsledkov vyplýva, že v prvom rade je nutné venovať pozornosť Klatovmu potoku (bystrina II. kategórie), ktorý je extrémne neustálený (IV. a V. kategória ustálenosti). Extrémna neustálenosť, prehlbujúca sa existenciou približovacej cesty priamo v koryte tejto bystriny, musí byť riešená prioritne. V prvom rade je nevyhnutné postaviť novú, funkčnú prehrádzku s nádržovým priestorom na zachytávanie dnových splavenín a plavenín, ktoré sú najmä počas vyšších vodných stavov intenzívne transportované priamo do VN Hriňová (zistili sme aj extrémnu možnú rozkolísanosť prítokov pomocou vzťahu $K_p = Q_{100} \cdot Q_{364d}^{-1}$, a to v pomere 1 : 10 000). Celý Klatov potok je potrebné vhodne upraviť (odstupňovať dno do kompenzačného sklonu priečnymi objektami, spevniť svahy atď.). Vzhľadom na charakter oblasti, v ktorej sa bystrina nachádza (CHKO – BR), je tieto opatrenia nevyhnutné stavať z prírody blízkych

materiálov – priečne objekty z kameňa, dreva; pozdĺžne spevnenia z kameňa (nahádzky, rovnániny) a z autochtónnych vegetačných prvkov.

Je potrebné zamedziť aj eróziu v povodí a splachom erózneho materiálu do koryta toku. Zásahy v povodí sú síce nevyhnutné (kalamity, doprava, ťažba), avšak budú vyžadovať dlhú resilienciu – ich odrazová pružnosť je dlhotrvajúca. V tomto smere je nevyhnutné založenie vhodných brehových porastov.

Melioračné opatrenia je potrebné realizovať aj v horných úsekoch bystriny Hukava, kde ide tiež o výrazne neustálené koryto, a to podobným spôsobom ako na predchádzajúcej bystrine a starostlivosťou o brehové porasty. Ostatné dva vodné toky (Slatina a Trkotský potok) vykazujú podstatne vyššiu ustálenosť, avšak vyžadujú potrebnú starostlivosť predovšetkým formou preventívnej starostlivosti – čistenie koryt od prípadných nánosov, odstraňovanie prekážok v toku, starostlivosť o brehové porasty (doplňovanie a optimálne obhospodarovanie v prvom rade so zohľadnením ekologickej – pôdoochranej a vodoochranej – filtračnej a tieniacej funkcie).

Na všetkých štyroch prítokoch VN Hriňová je nevyhnutné úplne zabrániť presúvaniu dreva cez tieto toky a odstrániť násilne vytvorené brody na vlečenie dreva. Tieto miesta sú extrémne porušované, čím vzniká mimoriadne silná erózia a následný transport erodovaného materiálu do dolných úsekov toku. Okrem toho vzniká akútne nebezpečenstvo znečistenia spomínaných tokov pohonnými látkami, olejmi atď., čo môže spôsobiť významné znečistenie až znehodnotenie vody vo VN.

ZÁVER

Aktuálnym problémom, ktorý úzko súvisí s problematikou racionálneho obhospodarovania a využívania územia CHKO – BR Poľana z krajinno-ekologických a lesnícko-ekologických aspektov, je aj posudzovanie ustálenosti vodných tokov CHKO – BR Poľana. Táto problematika je ešte dôležitejšia, ak sa jedná o vodné toky, ktoré sú prítokmi Vodárenskej nádrže Hriňová; táto slúži na zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou.

Výsledky nášho výskumu majú význam ako jeden z konkrétnych podkladov pre návrh melioračných opatrení v jednotlivých tokoch a povodiach. Ide o posúdenie lokalizácie navrhovaných melioračných opatrení, určenie ich priority (naliehavosti) a intenzity. Pomocou získaných výsledkov je možné predpokladať ďalšiu morfogenezu a vymiešiacu, transportnú a ukladaciu schopnosť jednotlivých bystrín.

Cieľom melioračných opatrení a súvisiacich snažení má byť postupná optimalizácia obhospodarovania a racionálneho využívania CHKO – BR Poľana a zastavenie (obmedzenie) zanášania VN Hriňová.

Literatúra

- ABAFFY, D. – LIŠKA, M. – LUKÁČ, M. – MATULÍK, J., 1979. Vodné diela na Slovensku. Bratislava, Príroda: 319.

- ALTUNIN, S. T., 1956. Regulirovanje rusel. Moskva, Selchoizdat: 334.
- BESCHTA, R. L. – PLATTS, W. S., 1986. Morphological features of small streams, significance and function. *Water Resour. Bull.*, 22: 369–379.
- GRISANIN, K. V., 1972. Teoria ruslovogo procesa. Moskva, Transport: 191.
- GRISANIN, K. V., 1981. Dinamika ruslových potokov. Leningrad, Gidrometeoizdat: 223.
- JAKUBIS, M., 1993. K stanoveniu stupňov drsnosti zatrávnenia pre potreby dimenzovania prietokových profilov bystrín. *Lesnictví-Forestry*, 39: 454–463.
- JAKUBIS, M., 1995a. Hodnotenie vodných tokov v oblasti ŠLP TU vo Zvolene z hľadiska bystrinnosti, ustálenosti a škodlivosti. [Habilitation work.] Zvolen, TU: 100, 30 príloh.
- JAKUBIS, M., 1995b. Scheuerleina rovnica na výpočet profilových rýchlostí v prirodzených korytách bystrín s vyššími pozdĺžnymi sklonmi. *Lesnictví-Forestry*, 41: 247–254.
- JAKUBIS, M., 1996a. Posudzovanie bystrinnosti, ustálenosti a škodlivosti malých vodných tokov. Zvolen, TU, Vedecké štúdie 7/1996/Aa: 39.
- JAKUBIS, M., 1996b. Výskum bystrinnosti povodí prítokov vodárenskej nádrže Hriňová z CHKO – BR Poľana. Zvolen, TU, Act. Fact. For., XXXVIII: 207–216.
- JANSKÝ, L., 1988. Význam lesa pri ochrane malých vodných nádrží pred zanášaním. Zvolen, VŠLD, KDP: 140.
- JANSKÝ, L., 1992. Sediment accumulation in small water reservoirs utilized for irrigation. In: YOUNOS, T. – DIPLAS, P. – MOSTAGNIMI, S. (ed.), *Land Reclamation: Advances in Research and Technology*. Nashville, Tennessee, ASAE: 76–82.
- JARABÁČ, M., 1979. Výpočty drsných koryt a balvanitých sklzov. Zvolen, VŠLD: 37.
- KAGANOV, J. I., 1981. Ruslovyje pereformirovanja pri regulirovanij rek gorno-podgornej zony. Lvov, Izdatel'stvo Lvovskovo universiteta: 35.
- KLOPČEK, A., 1981. Úprava tokov. Bratislava, Príroda: 159.
- KRONFELLNER-KRAUS, G., 1988. New results and experiences in the quantitative estimation of torrents. In: *Beitrag zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (7)*, Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 159. Heft. Wien: 69–83.
- MACURA, L., 1966. Úpravy tokov. Bratislava, SVTL: 732.
- MACURA, V., 1987. Príspevok k určeniu a využitiu parametrov stabilného režimu koryt tokov. *Vod. Hospod.*, řada A: 152–154.
- MACURA, V., 1990. Určenie hydraulických a geometrických parametrov stabilných úsekov tokov. In: *Zbor. ref. z konf. Obnova vegetačného doprodu toků a revitalizace povodí*. Ostrava, SVK: 39–43.
- MACURA, V. – SZOLGAY, J. – KOHNOVÁ, S., 1995. Úpravy tokov. Bratislava, STU: 272.
- NOVÁK, L. – IBLOVÁ, M. – ŠKOPEK, M., 1986. Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží. Praha, SNTL: 244.
- PATOČKA, C. – MACURA, L. et al., 1989. Úpravy toků. Praha, SNTL: 400.
- STANČÍKOVÁ, A., 1985. Poznatky z výskumu zanášania nádrží. In: *Zbor. predn. z konf. Problémy komplexného využitia a ochrany malých povodí*. Bratislava, DT ČSVTS: 197–207.
- ŠKOPEK, V. – NOVÁK, L., 1997. Hrazení bystrin a strží. Komentář k ON 48 2506. Praha, VÚNM: 88.
- VALTYŇI, J., 1989. Príspevok k poznaniu podmienok stability bystrinných ekosystémov. *Lesn. Čas.*, 35: 421–434.
- VALTYŇI, J. – KRÍŽOVÁ, E. – MESSINGEROVÁ, V., 1990. Vplyv brehových porastov na stabilitu bystrinného ekosystému. Zvolen, Vedecké práce VÚLH: 253–262.
- YU, B. – WOLMAN, M. G., 1987. Some dynamic aspects of river geometry. *Water Resour.*, 23: 501–509.
- ŽELEZNIÁKOV, G. V., 1981. Propusknaja sposobnosť rusel kanalov i rek. Leningrad, Gidrometeoizdat: 261.

Došlo 22. 12. 1997

RESEARCH ON BED RESISTANCE IN TRIBUTARIES TO HRIŇOVÁ WATER RESERVOIR FROM THE POĽANA GEOMORPHOLOGICAL FORMATION

M. Jakubis

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

The paper deals with evaluation of the degree of bed resistance in tributaries to Hriňová Water Reservoir. This reservoir for drinking water supplies is situated on the border of two geomorphologic formations of the Slovak Republic (Poľana Mts., its part Vysoká Poľana Mts. and Veporské vrchy Hills, its part Sihlianska plateau). The Hriňová Water Reservoir is fed by water from four tributaries in the area of Poľana (the creeks Trkotský, Slatina, Hukava, Klatov). Research (Jakubis, 1996b) indicated that all tributaries are torrents.

Stream bed resistance means its hydraulic equilibrium at such a state that is not impaired under low, average and high flow rates to any greater extent. A low degree of bed resistance implies torrent erosion and potential reservoir silting up.

First, the degree of bed resistance was investigated by detailed visual evaluation of the existing condition of experimental sections; secondly, the degree of bed resistance was calculated from equation (1) using a quasi-steady flow coefficient. The results were com-

pared and were found to correspond with each other very well.

Research on evaluation of torrent bed resistance has been conducted in this country since 1990.

Applied methodology has been used in 52 torrents, 151 experimental sections in six geomorphologic formations of the Slovak Republic until now.

The scale for evaluation of bed resistance was constructed on the basis of our own calculations concerning torrent bed resistance from equation (1) using the coefficient of quasi-steady flow M_{kp} and of the results presented by other authors (Valtýni, 1989; V. Macura, 1990):

Category	Degree of bed resistance	M_{kp}
I.	bed silting up	$M_{kp} = 0.71$ and more
II.	high resistance	$M_{kp} = 0.54-0.70$
III.	partial resistance	$M_{kp} = 0.48-0.53$
IV.	slight lack of resistance	$M_{kp} = 0.44-0.47$
V.	obvious lack of resistance	$M_{kp} = 0.36-0.43$
VI.	extreme lack of resistance	$M_{kp} = 0.35$ and less

This scale was applied to evaluate the particular tributaries to Hriňová Water Reservoir (Tab. V, column 13).

Tabs. I to III present an overview of basic hydrological characteristics of the particular watersheds and streams. Tabs. IV and V contain measured and calculated data. Tab. VI shows the degree of bed resistance in the experimental sections (ES) determined in field conditions.

These results can be considered as important:

- The degree of bed resistance in the particular ES which was typical of a definite stream section and was determined during the detailed field survey was very satisfactorily consistent with the degree of bed resistance calculated from equation (1).
- The degree of bed resistance in the particular streams and ES was more or less different while bed resistance categories II-IV were observed, indicating beds with high resistance on the one hand, and beds with extreme lack of resistance on the other (Tab. V, column 13). The lowest degree of bed resistance was

calculated for Klatov creek (for ES 12 at 0.070 km from its inlet into WR - $M_{kp} = 0.316$; ES 13 at 0.280 km from its inlet into WR - $M_{kp} = 0.346$; ES 14 at 0.500 km from its inlet into WR - $M_{kp} = 0.354$) with the average value $M_{kp} = 0.339$. It was stated on the basis of calculations and field surveys that these are streams with expressive to extreme lack of bed resistance showing great changes in the geometric characteristics of flow profile, longitudinal gradient of stream and directional conditions. This situation is also due to the existence of a skidding road violently made in the stream bed, which aggravates the bed condition and extremely promotes intensive erosion. Longitudinal gradient of ES is from 8.38% to 9.93%, which creates conditions for extreme lack of bed resistance.

- The low degree of bed resistance was observed in the sections of Hukava stream situated at higher altitudes. The value of quasi-steady flow coefficient ranged from $M_{kp} = 0.516$ (ES 8 at 0.180 km from the inlet into WR) to $M_{kp} = 0.452$ (ES 11 at 1.220 km from the inlet into WR) in this stream. Table V, column 13, documents that beginning at 0.570 km the bed shows slight lack of resistance (M_{kp} for ES 9 is 0.462, while the degree of bed resistance is decreasing toward the source).
- A substantially higher degree of bed resistance was determined for other two tributaries to WR Hriňová - Trkotský and Slatina creeks. The values M_{kp} for Trkotský creek ranged from $M_{kp} = 0.532$ (ES 1 at 0.330 km from the inlet into WR) to $M_{kp} = 0.519$ (ES 3 at 1.460 km from the inlet to WR), which corresponds to the category partial bed resistance. The average value M_{kp} for Trkotský potok is 0.527.
- The values of quasi-steady flow coefficient M_{kp} for Slatina stream ranged from $M_{kp} = 0.561$ (ES 4 at 2.230 km from the inlet into WR) to $M_{kp} = 0.511$ (ES 7 at 4.140 km from the inlet to WR), which can be evaluated as stream bed with high to partial resistance.

The above results being applied, it is possible to exactly localize harmful processes (torrential erosion, silting up of WR Hriňová) in the particular torrents (or tributaries), to define priority and intensity of specific reclamation measures to be taken in the torrents and their watersheds.

Kontaktná adresa:

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

RECENZE

FORSTEINRICHTUNG IN STRUKTUREICHEN WÄLDERN

(Hospodářská úprava v bohatě strukturovaných lesích)

Arbeitskreis Zustandserfassung und Planung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung

Niedersächsisches Forstplanungsamt, Wolfenbüttel 1997, 101 s.

Publikace je kolektivní prací skupiny pořizovatelů z téměř všech lesnických významných spolkových zemí Německa. Ti pokládají svou práci za příručku k dalšímu rozvíjení náplně a metodiky hospodářské úpravy lesů v strukturovaných (výběrných) lesích.

Práce se snaží odpovědět na základní otázky:

- Co jsou strukturované lesy?
- Jak mohou být strukturované lesy úpravnický zachyceny, popsány, plánovány a kontrolovány?
- Jaké ukazatele s jakou náplní se dají použít?

Autoři práci rozčlenili do sedmi kapitol: 1. Souhrn, 2. Definice struktur lesa z hlediska hospodářské úpravy, 3. Zachycení stavu bohatě strukturovaných lesů, 4. Plánování v takových lesích, 5. Kontrola v strukturovaných lesích, 6. Další aspekty, 7. Přílohy. Příručka je vhodně doplněna glosářem se stručnými definicemi základních pojmů, přehledem nejnovější literatury a nechýbí ani rejstřík.

Strukturovanými porosty autoři rozumějí porosty se stromovým, skupinovým nebo maloplošným hospodařením a navrhuji používat pro tyto lesy označení výběrný les (Dauerwald). Domnívají se, že v uvedených lesích se musí hospodářská úprava dále rozvíjet. Klasické výnosové tabulky nejsou v bohatě strukturovaných lesích použitelné a neplatí ani další veličiny jako obmýtí a věkové stupně.

Jako jednotky přesahující rámec porostů jsou uvažovány Bestandstypengruppen (skupiny porostních typů) a Waldentwicklungstypen (vývojové typy lesa). Navrhované jednotky mají sloužit nejen k inventarizaci, ale i k plánování a kontrole. Nejvyšší jednotkou je pak lesní podnik. Skutečný stav lesa (revíru, správy) se odvodí na základě sítě zkusných ploch vytyčených podle statistických zásad.

Uvádět další podrobnosti z navrhovaných a mnohde již vyzkoušených postupů by znamenalo udělat stručný výtah z celé práce. Studie je vzhledem k náplni poměrně strohá, jasně členěná a s doplňujícími příklady velmi podnětná. Kladem práce je shrnutí zkušeností s hospodářskou úpravou přírodě blízkých lesů, publikovaných v posledních letech.

I když pro naše lesní hospodářství platí vyhláška č. 84/96 Sb. Ministerstva zemědělství ČR o lesním hospodářském plánování, měli by recenzované práce věnovat velkou pozornost pracovníci taxačních kanceláří, protože nelze pochybovat, že důsledné uplatnění ekologizace si vyžádá změny metodiky hospodářské úpravy. Neaktuálnější změna dosavadních postupů je v lesích ochranných a ve většině lesů zvláštního určení. V takovém případě se jistě vyplatí navázat na zkušenosti zemí s vysoce vyvinutým lesním hospodářstvím. Pak nebude třeba objevovat objevené.

Ing. Zdeněk Prudič, CSc.

THE ETHICAL DIMENSION OF HUMAN ATTITUDE TOWARDS NATURE

(Etická dimenze lidského postoje k přírodě)

Ibrahim Özdemir

Ministry of the Environment, Eskisehir Yolu, Ankara, 1997 - 221 s., lit. 18 s.

Problematika životního prostředí, zejména přírodního prostředí, kam zahrnujeme zvláště lesy, se začala výrazně sledovat od konce druhé světové války. Tématem konfliktu mezi člověkem a jeho hluboce zakořeněnými představami v sociální, ekonomické a náboženské oblasti a jeho životním stylem se začal zabývat nový vědní obor zvaný etika životního prostředí (někdy označovaný i jako filozofie životního prostředí nebo ekofilozofie).

Obsahem této publikace je zpracování moderních poznatků v etice životního prostředí, jejího významu pro poznání přírodních zákonitostí a evolučního vývoje v poznání. Její význam je i v tom, že vedle téměř komplexního zpracování poznatků nejen minulých, ale

zejména současných významných filozofů a ekologů je zde podrobně sledován i význam islámských filozofických škol a jejich přínos k celosvětovému poznání.

Kniha je členěna do pěti základních kapitol. Úvodní kapitola je věnována obsahu vědního oboru, jeho vývoji, významu autorů jako Aldo Leopold, Richard Routley či Henryk Skolimowski s jeho dvanácti axiomy v ekofilozofii (např. orientace na život člověka, nutnost užívat k posouzení „zdravý“ rozum atd.). Rozebírá tři základní přístupy člověka k přírodě vztahené k různým regionům a časovým údobím - člověk je buď v područí přírody, ale žije bez potíží a jejího ohrožování, nebo je pánem přírody, exploatuje, ničí své prostředí.

Třetím přístupem je pak stav, kdy je člověk součástí přírody a spolořozhoduje o vyváženosti života v harmonickém prostředí. Navozuje a odpovídá na otázky typu „jaké je postavení člověka v přírodě, jaká je budoucnost lidstva na Zemi a jaká budoucnost čeká další generace“. Odpovědi jsou hojně proloženy přímými citacemi různých autorů.

Druhá kapitola se jmenuje *Legitimita přírody*. V úvodní části autor polemizuje s historickými, mechanistickými náhledy na svět v dílech nejen řeckých filozofů, ale zejména islámských, které shrnul Seyyed Hossein Nasr, Izz ad-Din ibn Abd al Salam a Parvez Manzoor. Islámské učení ve vztahu k přírodě vychází z principu *amanah* (al-tawhid), důvěry v postupně ovládaní (amanah) a řady dalších principů. Autor rozebírá z moderního pohledu Aristotela, jehož význam spočívá v zobecnění představ o přírodě; význam měly i jeho biologické názory, poznatky o estetice, kde zejména katastrofy a tragédie měly podle jeho učení důležitost pro očistění (katharsis) od všeho ošklivého. Podrobně zkoumá přínos R. Descarta, který považuje za základ optimálního přístupu k přírodě a jejímu poznání tzv. „přirozené světlo rozumu“. Ovšem nestačí mít zdravý rozum, je třeba ho i dobře užívat. Pro vztah ke svému prostředí definuje vědeckou metodu, jejíž podstatu tvoří „přesná a jednoduchá pravidla, na jejichž základě každý, kdo je bude přesně dodržovat, nikdy nebude považovat živé za pravdivé a bez zbytečného přetváření silami, ale naopak postupným a neustálým obohacováním svých vědomostí dospěje k pravdivému poznání všech těch věcí, které bude schopen poznat.“ Obdobně podrobněji rozebírá přínos F. Bacona, jeho empirickou metodu poznání, která usilovala o poznání přírody a požadovala skoncování s teologickými dogmaty. Věda podle něho nesmí vycházet z výmyslů, ale z analýzy procesů objektivního světa. Příkladuje, že „vědec se musí pomoci zdokonalených nástrojů naučit vyslyšet přírodu.“ Zavádí „tabulky a soustavy Případů“, kde zobecňuje fakta získaná zkušenostmi pro různé podmínky prostředí. Dále se autor zmíní i o matematicko-mechanistické interpretaci přírody v učení I. Newtona.

Třetí kapitola je označena jako *Problém krize v životním prostředí*. Upozorňuje na to, že příroda jako ekosystém se skládá z mnoha částí, které musíme každou optimálně poznat a řešit. V užité terminologii filozofa M. Heideggera uvádí, že „potřebujeme novou ideu, nové porozumění člověku a jeho postavení v přírodě a jejím světě“. Autor pojednává i o přínosu G. E. Moore, B. Russella, T. Kuhna aj. Kuhn zavádí termín „sociální paradigma, kde paradigmatické posuzování změn v přírodě dává zároveň návod pro následné ozdravné

akce“. Upozorňuje na zákonitosti teorie chaosu a významu narušení jednoho faktoru v rámci celku, který způsobí následný řetězec chaotických, negativních proměn. Podrobněji (zčásti v doplňku „pod čarou“) rozebírá názory australského filozofa Johna Passmore, který jako dříve A. Schweitzer řeší působení člověka (lidského živého faktoru) na živé, s lidstvem nesouvisící faktory, kam řadí rostliny a živočichy, a jeho odpovědnost za celý živý svět. Pojednává o principech „deep ecology“ v rozbořech norského filozofa Arne Naesse a později v pracích W. Devala a G. Sessiona. V osmi hlavních bodech rozebírá vztah člověk – příroda. Tak např. člověk nemá právo ochuzovat přírodní bohatství jen proto, aby uspokojil své životní potřeby; rozkvět lidské a přírodního žití na Zemi má dvě nesrovnatelné hodnoty. Rozkvět života v přírodě je vázán na užitečnost pro lidstvo a jeho existenci. Kritikou současné sociální teorie žití z ekologického pohledu se zabýval Murray Bookchin. Jeho poznatky využily v projekt „ekologické společnosti“, žijící v souladu s přírodou.

Čtvrtá kapitola je věnována *metafyzické bázi etiky životního prostředí*. Informuje o významu kvantové teorie na ekosystémy, přičemž vychází z W. Heisenberga, N. Bohra aj. a hodnotí význam fyzikálních vlastností na světě přírody kolem nás. V této kapitole autor opětovně souborně rozebírá islámský pohled na přírodu v práci Fazlun Khalida aj. Zde se projevují i vlivy náboženské, význam „Velkého Stvořitele“ pro uspořádání životního prostředí člověka.

Pátá kapitola shrnuje jednotlivé předchozí kapitoly pod jednotným pohledem autora. Po osmi závěrečných bodech, kde řeší i vztah vědy a náboženství teorii „dvoji pravdy“, kdy se tyto teorie nemají navzájem vměšovat do svých kompetencí, končí slovy: „Filozof by měl být vždy měřítkem při konání a posuzování závažných věcí.“

Práce je nesmírně zajímavá a v této souhrnné přehledné podobě ojedinělá. Shrnutí nejrozličnějších názorů na vztah člověka k přírodě, k ekologickému dění přináší i obrovskou škálu originálních myšlenek i nových pohledů na současnou problematiku člověk versus příroda.

K nedostatkům patří absence řady dalších filozofií ve vztahu k přírodě (Čína – Chuang Čou s teorií tao-přírody nebo Japonsko – zejména práce Ando Šoekio o „skutečně činných zákonech přírody“ aj.). Pozitivem je zejména téměř vyčerpávající přehled o nejnovějších pracích v anglosaské literatuře i snaha o její zhodnocení. Kniha lze plně doporučit jako filozofické podkladové dílo při řešení současných problematik přírodního životního prostředí. Práce byla napsána za účelem získání vědecké hodnosti (PhD) a lze ji získat na adrese: Ankara University, Faculty of Divinity, 06500 Besevler, Ankara, Turecko.

Dr. Ing. Eugen Král,
VOŠL a SLŠ Trutnov

Ferreti, M.: Potential and limitation of visual indices of tree condition (Možnosti a omezení viditelných znaků stavu stromů)

Chemosphere, 36, 1998, č. 4/5, s. 1031–1036 – 1 obr., 3 tab., lit. 20

V posledním desetiletí se vytvořila bezprecedentní databáze viditelného stavu lesních stromů. Byly shromážděny miliony údajů, které se týkají průsvitnosti korun a změn barvy. Konstatuje se, že bohužel subjektivnost a slabá specifičnost mezinárodních dat komplikuje jejich srovnatelnost a výklad v hodnocení. Protože se klade důraz na uvedené dva znaky, stává se, že se nevěnuje dostatečná pozornost příznakům na listech, větvení, stavu kmene a jmenovitě jeho báze, ačkoliv tyto parametry mohou pro diagnózu poskytovat užitečné informace. Vysoce specifické příznaky znečišťujících látek již byly určeny, ale i tak je obvykle třeba podrobné zjišťování stavu listů. Tomu často brání velká dimenze lesních stromů a nevhodné terénní podmínky. Dosavadní programy poskytují velmi zajímavá data o stavu stromů v jejich reakci na významné změny prostředí. Tato data však nestačí. Údaje z těchto programů by se měly pečlivě interpretovat ve vztahu k celé řadě dalších faktorů. Autor spolu s dalšími vědci vyvíjí nový protokol přesnějšího hodnocení stavu stromů na plochách intenzivního monitorování. Je důležité, aby se pro budoucnost zlepšila technika a metody terénního pozorování. – M. Pagáč

POKyny PRO AUTORY

Obecné pokyny

Časopis *Lesnictví-Forestry* 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 zaslání příspěvku nemá přesáhnout 25 stran (A4 formátu, psaných oběma stranami včetně tabulek, obrázků, literatury, abstrakt a souhrnu. K rukopisu je vhodné přiložit disketu s textem práce, popř. 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 v časopisu *Lesnictví-Forestry* 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 uveden 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 nezbytné nutně 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 doplňuje zkratka „et al.“.

V části Literatura se uvádějí pouze publikace citované v textu. 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 číslované 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.

Separáty. Z každého článku obdrží autor 40 separátů zdarma.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

General

The journal publishes original results of fundamental and applied research from all fields of forestry related to European forest ecosystems. An article submitted to *Lesnictví-Forestry* 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 or 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.“. 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.

Offprints. Forty (40) offprints of each paper are supplied free of charge to the author.

UPOZORNĚNÍ PRO ODBĚRATELE

Veškeré služby spojené s distribucí časopisu Lesnictví-Forestry vyřizuje vydavatel – Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha.

Objednávky na předplatné posílejte na adresu:

Ústav zemědělských a potravinářských informací
referát odbytu
Slezská 7
120 56 Praha 2

LESNICTVÍ-FORESTRY 1998, No. 12, uveřejní tyto příspěvky:

Chalupa V.: *In vitro* propagation of European beech (*Fagus sylvatica* L.) – Rozmnožování buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) *in vitro*

Kobliha J.: Provenance test of black spruce [*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.] in juvenile stage – Provenienční test smrku černého [*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.] v juvenilním stadiu

Šišák L.: Socio-economic importance of main non-wood forest products in the Czech Republic – Sociálně-ekonomický význam hlavních nedřevinných produktů lesa v České republice

Lochman V., Šebková V.: The development of air pollutant depositions and soil chemistry on the research plots in the eastern part of the Ore Mts. – Vývoj spadu imisních látek a chemismu půdy na výzkumných plochách ve východní části Krušných hor

Poleno Z.: Způsoby hospodaření ve vysokokmenném lese – Management systems in a high forest