

LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 41, No. 10, 1995

OBSAH – CONTENTS

Kotar M.: Site productivity on sites overgrown by spruce and beech forests – Produktivita stanoviště na stanovištích porostlých smrkovými a bukovými lesy	449
Zarnovican R., Laberge C.: Site index model for Scots pine on sand in Šaštín-Stráže, Western Slovakia – Bonitný model pre borovicu lesnú (<i>Pinus sylvestris</i> L.) na pieskoch Šaštín-Stráže, Západné Slovensko	463
Priesol A.: Stupne poškodenia stromov a porastov v lesoch poškodzovaných imisiami – Degrees of damage to trees and stands in forests exposed to air pollution effects.....	471
Žíhlavník Š., Paľaga J.: Interpretačný kľúč – topografické prvky a dreviny na farebných syntézach – Interpretation key – topographic elements and tree species on colour syntheses.....	476
Jakubis M.: Analýza výpočtu súčiniteľa bystrinnosti na príklade vysokohorského povodia – Analysis of the calculation of torrent activity coefficient on an example of a high-mountain watershed.....	483
Novotný G.: Karel Kořistka (1825–1906)	492

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření České akademie zemědělských věd a s podporou Ministerstva zemědělství České republiky

An international journal published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and with the promotion of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic

Managing Editorial Board – Redakční rada

Chairman – Předseda

Prof. Ing. Vladimír Chalupa, DrSc., Praha

Members – Členové

Prof. Ing. Jiří Bartuňek, DrSc., Brno

Ing. Josef Běle, CSc., Praha

Prof. Ing. Mirjam Čech, CSc., Praha

Prof. Ing. Jan Koubka, CSc., Praha

Ing. Vladimír Krečmer, CSc., Praha

Ing. Václav Lochman, CSc., Praha

Ing. František Šach, CSc., Opočno

Ing. Milan Švestka, DrSc., Znojmo

Advisory Editorial Board – Mezinárodní poradní sbor

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

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

Ing. Ladislav Greguss, CSc., Banská Štiavnica, Slovak Republic

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

Prof. Dr. Hans Pretzsch, Freising, Germany

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

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 lesním ekosystémům střední Evropy.

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

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 41 vychází v roce 1995.

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.: 02/25 75 41-9, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.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 1995 je 468 Kč.

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

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 41 appearing in 1995.

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.: 02/25 75 41-9, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

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 1995 is 118 USD (Europe), 123 USD (overseas).

SITE PRODUCTIVITY ON SITES OVERGROWN BY SPRUCE AND BEECH FORESTS

M. Kotar

University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry, Večna pot 83, 61111 Ljubljana

This article presents the results of an analysis of spruce stands on 10 site units and of beech stands on 18 site units. In total 50 spruce and 90 beech sample plots of 30 x 30 m were analyzed. It is ascertained that in uneven-aged stands established during a long regeneration period in a shelter wood system, the determination of site productivity is possible by means of the site index method. The sample stands used for determining site productivity should be homogeneous according to tree height and should be older than 100 years. This method is validated by the method based on the total volume production of fully stocked stands. The analysis shows that the growth pattern of the top height and current annual volume increment have changed during recent decades. Therefore the assumption that site productivity has changed is more than likely.

site productivity; spruce stand; beech stand; site index; top height; growth pattern; forests in Slovenia

INTRODUCTION

Determining site productivity is one of the most important goals of yield and growth science and a prerequisite for rational forest management (Kotar, 1989). Out of the great number of available methods of establishing site productivity, the following two methods have obtained the best results in Europe:

1. Determining site productivity on the basis of the total volume production of stands which have a natural basal area, and from this volume production, derive a mean annual volume increment (MAI).
2. Determining site productivity by means of a site index (SI) in combination with a yield table. Site index is defined as the top height at an age of either 50 or 100 years.

Both of these methods have many disadvantages as they are based on preconditions which are not often met.

One such precondition is that the stands which serve as the basis for determining site productivity be even-aged. Most forests in Slovenia have an uneven-aged and often non-homogeneous structure within a relatively small area. In particular, beech stands which have

naturally regenerated over a long regeneration period – e. g. 10 to 40 years – show a large variability concerning the age distribution of trees inside the same stand. Both of the above mentioned methods for determining site productivity often yield inaccurate results in these forests.

RESEARCH OBJECTIVE AND SUBJECT OF INVESTIGATION

RESEARCH OBJECTIVE

The investigation addresses the following questions:

- Is the top height and the derived site index of such naturally regenerated stands a useful estimate of site productivity?
- What necessary conditions must be met regarding stand structure and the age of stands in stands used to establish site productivity?
- At which age should the site index i.e. the top height of stands, be defined, 50 or 100 years?
- Have the height and volume growth patterns changed in the last three decades so excessively that we can conclude that the site productivity on these sites has changed?

RESEARCH SUBJECT

The subject of this investigation were sites where the natural vegetation is classified as spruce and fir-beech plant communities which are overgrown by Norway spruce stands and sites where the natural vegetation is classified as beech, oak-beech and fir-beech plant communities which are covered by beech stands. The mean age of the analyzed stands ranges from 103 to 217 years for spruce and 94 to 196 years for beech. The analyzed stands were pure, fully stocked and mostly unmanaged. The effects of thinning and other human activities were generally absent, with the exception of a small number of stands. The general data about the analyzed sites and stands are given in Tabs. I and II, which detail the syntaxon unit (natural plant community), altitude, exposure, bedrock, stand age, standard de-

violation of ages, growing stock, top height and stand density. The top height is defined as the average height of the one hundred largest trees per ha (Pardey – top height). Stand density index (I_k) is given by the following formula $I_k = \frac{\sqrt{N} \cdot h_t}{100}$, where N = the number of trees in the 1st, 2nd and 3rd social class per ha according to Kraft classification, and h_t = top height in m (Kotar, 1989).

RESEARCH METHODS

DETERMINING THE SITE UNIT

The first step in the assessment of site productivity is deciding what the basic unit will be. It has been proven that the basic unit in most cases is well defined by the syntaxon unit on the level of subassociation. In the cases where the variability of site productivity is greater than $\pm 1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$, the subassociation is further partitioned according to a more easily determinable ecological factor, such as altitude, slope or exposure (Kotar, 1986; Kotar, Robič, 1990). For example: site units which are defined by the syntaxon unit *Enneaphyllo-Fagetum* (E-F, No. 16 and 17, Tab. II) are partitioned according to altitude into more site subunits. In this way the site unit *Enneaphyllo-Fagetum*-I, includes all sites overgrown by syntaxon unit E-F and located at an altitude 750 to 900 m above sea level, and site unit *Enneaphyllo-Fagetum*-II (E-F-II) includes all of sites overgrown by syntaxon unit E-F and located from 650 to 750 m above sea level. As can be seen in Tab. IV, site productivity inside E-F-I ranges from 7.4 to 8.1 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ and in E-F-II from 10.4 to 11.2 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$.

SELECTING SAMPLE PLOTS FOR DETERMINATION

The investigation was designed as a factorial experiment with five replications where the factor site unit consisted of 10 levels for spruce and 18 levels for beech. On each analyzed site unit, fully stocked (with an approximately natural basal area) stands were selected in the optimum developmental phase at the age when regeneration usually starts. In such stands five sample plots were randomly located. These 30 x 30 m sample plots were chosen according to the following criteria (Kotar, 1986, 1989):

- The stand on the sample plot should be composed of that tree species for which site productivity is being determined and which is at the same time native to that particular site (at least 90% beech or spruce) (Kotar, 1986).
- The stand inside the sample plot should be as homogeneous regarding height structure as possible, but that does not mean the stand need be even-aged.

- The stand should be fully stocked, and if possible, the stand should not have been thinned. In cases where thinning or other human activities have occurred, the intensity of these interferences must be as low as possible.
- The mean age of the stand should be above the age at which the mean annual volume increment (MAI) has its highest value, that is to say, at an age when the trees have almost reached their maximum height.

METHOD

In every plot in the beech stands all the trees were felled and cut into six to nine sections, from each to which a disc for an annual ring analysis was taken. The first disc was taken at a height of 0.3 m (the stump-height), and the second at 1.30 m (breast-height). Subsequent disc were taken from different heights. At the top of the tree, at the crown, the distances between disc were shorter. All together more than 4,000 stems and 32,000 discs were analyzed in beech stands. In spruce stands all trees were measured (height and diameter) and cores were taken with an increment borer for the period of the previous 30 years. On every plot (spruce and beech) the growth of felled or dead trees was reconstructed with the help of a stump inventory and the computed relationship between the stump diameter ($d_{0.3}$) and the diameter at breast height ($d_{1.3}$). The calculated volume increment of the removed trees (felled and dead trees) is naturally less accurate than for the remaining trees. The volume and increment of removed trees was determined for the last 30 years. The volume of the trees which had been removed more than 30 years prior to the research was estimated by means of yield tables by Halaj et al. (1987). The growing stock was calculated on the basis of the trees which had been felled at the time of the analysis in the beech plots, and on the basis of the measured diameter ($d_{1.3}$) and height (h) in the spruce plots. The sum of the growing stock (Vol_0) and the volume of removed trees in the last 30 years (Vol_{0-30}) and the volume of trees which had been removed more than 30 years prior to when the research was carried out (Vol_{30-a}) represents the total volume production (TVP).

$$TVP = Vol_0 + Vol_{0-30} + Vol_{30-a}$$

The mean annual volume increment (MAI) was obtained by dividing TVP by the mean age of the stand. The value of MAI at the time of its highest value is the estimate of site productivity because the analyzed stands were fully stocked and had a natural basal area (Assmann, 1961). The highest value of the MAI (i.e. MAI_{max}) was calculated on the basis of the MAI and the current annual volume increment (CAI) during the last three decades (Kotar, 1987). The value of MAI at the time the analysis was carried out (MAI_0), was obtained by dividing TVP by the mean age of stand. The MAI 10 years ago is obtained by dividing TVP_{0-10} by the

I. General characteristics of sample plots – spruce

Site unit (Location)	Plot	Altitude (m above sea level)	Exposure	Bedrock	Stand age (mean)	Standard deviation of age	Growing stock $(m^3 \cdot ha^{-1})$	Top height (m)	I_k
1. <i>Loreeto-Piceetum abietetosum</i> (<i>L-P abiet.</i>) (Pokljuka)	1	1,280	-	limestone- glacial moraine	119	8.2	822	33.9	1.11
	2	1,320	NE		103	17.1	834	32.0	1.22
	3	1,360	SE		123	10.1	813	33.6	1.19
	4	1,300	NE		185	11.1	942	35.8	1.11
	5	1,340	NE		131	17.1	756	35.8	1.06
2. <i>Loreeto-Piceetum</i> (<i>L-P</i>) (Pokljuka)	1	1,300	NE	limestone	114	13.9	582	30.2	1.14
	2	1,320	-		127	6.7	1,029	36.4	1.24
	3	1,360	-		132	15.8	990	34.5	1.25
	4	1,500	S		158	17.3	745	32.5	0.95
	5	1,450	SW		186	20.0	687	29.7	1.07
3. <i>Abieti-Fagetum prealpinum</i> <i>listerosum</i> (<i>A-F prealp.</i>) (Jelovica)	1	1,160	NE	limestone	118	8.6	984	37.2	1.19
	2	1,160	NE		118	8.3	1,067	38.8	1.23
	3	1,170	NE		133	4.5	1,107	38.6	1.21
	4	1,200	E		136	17.0	959	33.1	1.26
	5	1,200	NW		136	6.7	1,177	35.5	1.36
4. <i>Deshampsio flexuosae-Piceetum</i> (<i>D-P</i>) (Kaštni vrh Luče)	1	1,250	NW	flint keratophyre	125	7.7	734	32.4	0.93
	2	1,250	W		124	5.4	745	32.1	1.02
	3	1,230	SW		124	1.7	708	31.9	1.00
	4	1,215	SW		133	3.5	801	32.9	1.08
	5	1,200	SW		132	5.1	827	34.5	1.07
5. <i>Adenostylo glabrae-Piceetum</i> <i>abietetosum</i> (<i>Ad.-P abiet.</i>) (Podvežak Luče)	1	1,440	SE	limestone	137	7.8	730	25.2	1.19
	2	1,440	SE		136	7.8	669	25.1	1.08
	3	1,440	SE		143	7.8	760	26.6	1.19
	4	1,480	SW		141	7.8	742	26.6	1.19
	5	1,460	S		149	7.8	738	27.0	0.96
6. <i>Luzulo sylvaticae-Piceetum ca-</i> <i>lamagrostidetosum arundinaceae</i> (<i>L-P cal.</i>) (Glažuta-Pohorje)	1	1,390	NW	silicate (tonalite)	132	12.2	672	28.7	1.04
	2	1,360	NW		135	7.3	521	26.6	0.89
	3	1,390	W		113	11.5	659	30.0	0.95
	4	1,360	W		117	6.4	677	31.6	0.94
	5	1,350	NW		122	8.0	698	30.9	0.91
7. <i>Fagetum montanum prealpi-</i> <i>num adenostyletosum alliariae</i> (<i>F mont. aden.</i>) (Uršlja gora)	1	1,470	W	limestone	150	9.6	887	33.2	1.09
	2	1,460	W		149	8.4	750	30.3	0.97
	3	1,400	NW		119	7.4	842	33.9	1.01
	4	1,380	NW		124	11.0	955	33.7	1.02
	5	1,360	NW		120	4.5	867	34.1	0.97
8. <i>Piceetum subalpinum dinari-</i> <i>cum drepanocl. uncinatis</i> (<i>P subalp. din.</i>) (Smrekova Draga Trnovski gozd)	1	1,020	W	limestone	167	32.6	884	35.9	0.96
	2	1,020	W		167	32.6	767	33.4	0.94
	3	1,030	NE		167	32.6	648	31.0	0.91
	4	1,030	NW		167	32.6	620	31.7	0.94
	5	1,000	NW		167	32.6	573	32.2	0.85
9. <i>Piceetum montanum dinaricum</i> <i>lycopodietosum</i> (<i>P mont. din.</i>) (Črni Dol, Mašun)	1	1,050	NW	limestone	126	7.1	662	31.8	0.94
	2	1,040	NW		126	7.1	766	32.2	1.05
	3	1,030	NW		126	7.1	747	32.3	1.07
	4	1,040	NW		126	7.1	755	33.9	1.05
	5	1,070	NW		126	7.1	921	34.2	1.14
10. <i>Abieti-Fagetum moesiicum</i> <i>aceretosum vistanii</i> (<i>A-F moes.</i>) (Kaludra-Ivangrad)	1	1,660	SE	limestone	142	9.1	877	35.1	1.08
	2	1,580	W		168	9.1	1,114	39.1	1.18
	3	1,640	NW		159	9.1	1,330	38.8	1.38
	4	1,660	NW		164	9.1	1,433	39.7	1.19
	5	1,690	NE		217	9.1	1,310	42.4	0.97

I_k – density index ($I_k = \frac{\sqrt{N \cdot h_i}}{100}$, where N – number of trees in 1st, 2nd and 3rd social class (Kraft) per ha

II. General characteristics of sample plots – beech

Site unit (Location)	Plot	Altitude (m above sea level)	Exposure	Bedrock	Stand age (mean)	Standard deviation of age	Growing stock (m ³ ·ha ⁻¹)	Top height (m)	I _k
1. <i>Quercus-Luzulo-Fagetum</i> (Q-L-F) (Dietvo Ilirska Bistrica)	1	670	W	coc. flysch	131	8.1	773	33.4	0.94
	2	680	W		134	4.5	804	34.7	0.83
	3	640	N		134	3.9	761	31.8	0.95
	4	650	SW		133	8.9	593	29.9	0.88
	5	650	S		129	10.5	645	27.8	0.97
2. <i>Adenostylo-Fagetum</i> I. (Ad.-F-I.) (Črni dol, Mašun)	1	1,240	S	dolomite	143	11.1	764	24.1	1.27
	2	1,230	SE		143	18.2	628	23.3	1.10
	3	1,240	SE		143	17.2	537	24.1	1.12
	4	1,250	SE		154	16.2	596	23.9	1.05
	5	1,265	SW		146	19.4	571	21.9	1.08
3. <i>Luzulo-Abieti-Fagetum prealp.</i> (L-A-F) (Polamanek, Luče)	1	1,040	NW	flint keratophyre	160	26.9	913	34.8	1.09
	2	960	NW		146	21.8	904	35.6	1.03
	3	920	NW		133	23.8	901	37.4	0.95
	4	880	NW		123	24.9	733	35.2	0.90
	5	900	NW		145	28.7	796	35.9	0.66
4. <i>Luzulo-Fagetum</i> (L-F) (Velika Kopa, Ptuj)	1	530	N	sandstone	107	17.0	1,002	37.4	1.11
	2	560	NE		110	8.0	891	37.7	0.99
	3	540	NE		98	15.6	754	37.8	0.94
	4	550	NE		107	8.0	704	32.4	0.88
	5	600	NE		99	11.3	576	31.3	0.87
5. <i>Abieti-Fagetum din. maian.</i> (A-F maian.) (Jurjeva dolina, Mašun)	1	980	SE	limestone dolomite	129	17.2	499	29.8	0.86
	2	980	SE		129	14.7	614	31.7	0.87
	3	1,020	NE		137	16.6	559	29.8	0.92
	4	1,010	W		135	21.8	542	28.9	0.85
	5	1,020	SW		131	29.4	490	29.0	0.76
6. <i>Quercus-Fagetum</i> (Q-F) (Bukov vrh Straža)	1	510	NW	limestone	161	23.4	804	33.8	0.96
	2	520	NW		157	15.4	768	34.6	0.96
	3	530	NW		146	16.4	961	36.8	1.17
	4	540	NW		160	15.9	895	35.1	1.04
	5	540	NW		160	17.4	754	33.6	0.89
7. <i>Hacquetio-Fagetum</i> (H-F) (Peščenik Novo mesto)	1	800	SW	dolomite	155	24.0	1,006	31.6	1.07
	2	780	SW		142	40.1	914	30.8	0.86
	3	770	SW		130	31.6	637	29.8	0.94
	4	760	SW		159	25.1	797	31.6	0.96
	5	740	SW		137	16.9	830	33.7	0.95
8. <i>Festuco drymeiae-Fagetum</i> (F-F) (Log – Tisovec Rog, Slatina)	1	500	SE	sandstone	121	24.0	1,045	39.5	0.92
	2	500	SE		132	25.0	870	39.2	0.87
	3	510	SE		94	13.8	872	31.3	1.08
	4	500	SE		123	27.3	845	37.5	0.89
	5	510	SE		102	15.8	1,058	33.5	1.29
9. <i>Abieti-Fagetum din. typ.</i> (A-F typ.) (Mošnjevec, Draga)	1	900	NE	dolomite	156	29.3	759	33.4	0.88
	2	890	NE		158	24.8	724	35.8	0.81
	3	910	NE		174	30.7	590	29.8	0.94
	4	1,010	SW		184	48.6	825	30.5	0.95
	5	1,000	SW		196	39.5	778	31.1	0.95
10. <i>Blechno-Fagetum</i> (B-F) (Mamolj, Litija)	1	490	NW	slate and sandstone	187	13.5	693	39.1	0.87
	2	490	NW		190	11.2	694	37.6	0.88
	3	500	NE		184	6.7	802	40.0	0.90
	4	500	NE		188	20.1	764	38.7	0.93
	5	490	NW		185	47.9	633	34.1	0.92

Site unit (Location)	Plot	Altitude (m above sea level)	Exposure	Bedrock	Stand age (mean)	Standard deviation of age	Growing stock $(m^3 \cdot ha^{-1})$	Top height (m)	I_k
11. <i>Lamio orvalae-Fagetum I.</i> (<i>L_o-F-I.</i>) (Ogence, Idrija)	1	600	SW	dolomite	139	13.9	730	40.1	0.97
	2	660	SW	and	147	16.3	847	37.9	1.12
	3	680	W	limestone	143	25.4	684	35.3	1.10
	4	880	NW		119	17.5	904	34.8	1.19
	5	890	NW		136	22.6	997	33.5	1.31
12. <i>Luzulo niveae-Fagetum</i> (<i>L_{niv}-F</i>) (Gozdec, Bovec)	1	1,200	SE	limestone	137	24.9	439	24.9	1.11
	2	1,200	SE		147	34.0	479	24.8	0.99
	3	1,260	SE		161	33.1	410	20.1	1.05
	4	1,270	SE		155	27.3	405	20.4	1.02
	5	1,270	SE		145	27.5	455	21.8	1.22
13. <i>Anemone-Fagetum</i> (<i>An-F</i>) (Krma, Bled)	1	900	NW	limestone	154	11.8	653	32.5	1.06
	2	900	NW		151	9.0	628	35.6	1.07
	3	920	NW		152	4.2	731	37.1	1.18
	4	870	NW		145	5.7	669	31.1	1.16
	5	890	NW		149	10.6	566	32.5	1.04
14. <i>Seslerio-Fagetum</i> (<i>Ses.-F</i>) (Starod Kras-Sežana)	1	610	NE	limestone	112	31.3	364	22.9	0.81
	2	650	E		110	29.2	345	25.9	0.84
	3	650	NW		124	28.0	349	24.2	0.81
	4	700	SE		120	18.9	456	28.1	0.90
	5	580	E		123	24.2	366	26.0	0.85
15. <i>Lamio orvalae-Fagetum II.</i> (<i>L_o-F-II.</i>) (Šoštanj)	1	605	NE	limestone	105	11.9	643	32.1	0.92
	2	605	NE		105	12.2	916	31.1	1.09
	3	600	N		102	13.6	879	29.8	1.05
	4	570	NE		109	8.3	753	31.6	1.01
	5	540	N		102	15.3	558	33.7	0.90
16. <i>Enneaphyllo-Fagetum I.</i> (<i>E-F-I.</i>) (Gače, Črmošnjice)	1	870	NE	dolomite	146	28.2	852	30.6	1.24
	2	860	NE	and	134	24.2	824	31.7	1.21
	3	850	N	limestone	123	24.2	548	28.8	1.03
	4	840	N		132	22.8	677	28.4	1.08
	5	900	N		147	25.5	724	30.6	1.09
17. <i>Enneaphyllo-Fagetum II.</i> (<i>E-F-II.</i>) (Pendirjevka Gorjanci Novo mesto)	1	680	N	marlaceous	128	11.0	810	40.2	1.05
	2	680	N	limestone	127	10.2	788	37.6	1.03
	3	720	N		129	11.0	828	38.0	1.07
	4	700	N		132	4.0	951	38.7	1.07
	5	730	N		132	3.4	891	38.9	1.11
18. <i>Adenostylo-Fagetum II.</i> (<i>Ad.-F-II.</i>) (Ždrolcje Ilir. Bistrica)	1	1,380	SW	limestone	156	18.9	405	20.2	1.22
	2	1,390	NW		178	32.6	405	18.9	1.01
	3	1,375	SW		129	17.2	410	22.2	1.31
	4	1,420	NW		166	21.6	414	21.7	1.19
	5	1,420	NW		155	16.1	366	17.1	1.30

I_k – density index ($I_k = \frac{\sqrt{N \cdot h_k}}{100}$, where N – number of trees in 1st, 2nd and 3rd social class (Kraft) per ha

corresponding mean age. TVP_{0-10} is obtained by means of TVP_0 and CAI_{0-10} : $TVP_{0-10} = TVP_0 - 10 CAI_{0-10}$. The value of CAI_{0-10} is calculated on the basis of the CAI of survivors (growing stock) and the CAI of removed trees (stump survey).

Because the age of the analyzed stands is very close to the age at which the stands have the highest value

of MAI (MAI_{MAX}), the difference between MAI_0 and MAI_{MAX} is quite small. In some cases the highest value of the MAI curve has been reached (spruce) but in most cases it has not been (beech). In the spruce stands the age-point of MAI_{MAX} is established by drawing the MAI and CAI curve through the given points (CAI_{0-10} , CAI_{10-20} , CAI_{20-30} and MAI_0 , MAI_{0-10} , MAI_{10-20}), the

point of intersection gives the value of MAI_{MAX} and age at which the MAI_{MAX} has its highest value (Kotar, 1980). In the beech stands the MAI_{MAX} was calculated by the following formulas (Kotar, 1989):

$$MAI_{MAX} = \frac{MAI_0 + 20 \cdot (2 \cdot CAI_{0-10} - CAI_{10-20})}{A + 20} \quad (a)$$

and

$$MAI_{MAX} = \frac{MAI_0 + 20 \cdot CAI_{0-10}}{A + 20} \quad (b)$$

where: A – mean stand age (other abbreviations are given in text).

Formula (a) was used in cases where $CAI_{0-10} < CAI_{10-20}$ and formula (b) in cases where $CAI_{0-10} > CAI_{10-20}$. In both cases it is supposed that the high point of MAI will be reached in the next 20 years.

In instances where the young stand had grown in the shelter and shade of a mature stand (shelter wood system), which can be seen in the height growth curve, this shading effect should be taken into account. In such cases the chronological age had to be reduced to the growth age when calculating MAI . The difference between the chronological and growth age was considerable in the beech stands because their regeneration periods had been longer than 20 years in most cases (see Tab. II for standard deviations). This shade effect (the difference between chronological and growth age) was established by comparing the height growth curves of the analyzed sample plots and the height growth curve of young stands (pole wood stage forest) which had grown from young age without the shelter and shade of a parent stand.

Besides estimating site productivity on the basis of TVP , site productivity was also determined by means of a site index and yield tables constructed in the Czech Republic and Slovakia (Halaj et al., 1987).

The changes in site productivity over the last three decades were detected by examining CAI trends, i.e. departures from yield table values, and by comparing sample plots within the same site unit where the analyzed stands have different mean ages. The volume CAI in the mature stands, where the effect of aging is very small, can serve as an indicator of site change. Similarly, the analyses of top height growth and radial increment of top height trees were used for detecting eventual changes in site productivity.

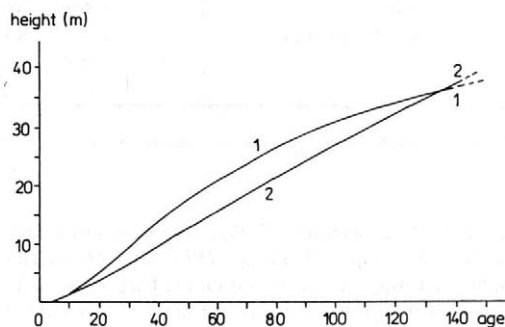
RESULTS

SITE PRODUCTIVITY

The site productivity was determined on the basis of TVP and by means of a site index (SI_{100}). The values are given in Tabs. III and IV. A comparison of these two values [site productivity obtained by means of TVP and by means of (SI_{100}) for the same sample plot] leads to the following conclusions:

1. The height growth curves of the top height trees differ with regard to their convergence (shape) at different sites and their values in mature stands (Fig. 1). If the site index had been estimated in younger stands, the estimated site productivity of these sites could have been higher than that of more productive sites where the top height trees had grown more slowly in their young period (Kotar, 1991).
2. As most forests in Slovenia have regenerated naturally, that is, in most cases – especially beech – in the shelter and shade of mature stands, the difference between growth and chronological (cambial) age is considerable. When estimating SI , growth age is used, but this value for growth age could be imprecise, as the exact effect of having grown in the shade is unknown. For this reason it is more convenient to estimate site productivity on the basis of SI at the age of 100 years (SI_{100}). For establishing SI_{100} , stands which are 100 years old or older should be used.
3. The site productivity values which are obtained with the SI_{100} method and those with the TVP method differ only slightly. We can infer that the SI_{100} method yields a good estimate for site productivity in more or less unevenaged stands too.
4. The shade effect of mature stands on the young growth expressed in years (the difference in age between stands which had grown in the shelter and shade of another mature stand, and stands which had grown during their young period in a clear area at the top height of 10 m) is considerable especially in beech stands. Therefore the chronological age has to be reduced on growth age. In this way the shade effect during the regeneration period is more or less eliminated.

These conclusions are very important because in this way site productivity can be determined in any managed forest. Therefore we can state that site productivity can be established for those sites which are overgrown with stands which are uniform regarding tree height in small areas and approximately 100 years old or older. The use of SI_{100} gives better results than SI_{50} .



1. Age-top height curves in two site units with the different shapes and degrees of convergence to the limit

III. Site productivity, mean and current annual volume increment – spruce

Site unit	Plot	MAI	SP	SI ₁₀₀	YL	SP _(SI100)	CAI ₍₀₋₁₀₎	CAI ₍₁₀₋₂₀₎	CAI ₍₂₀₋₃₀₎
1 <i>L-P_{abiet.}</i>	1	9.5	9.5	32	L-3	10.8	12.6	12.1	11.7
	2	9.5	10.8	32	L-3	10.8	15.1	14.1	14.1
	3	11.2	11.2	30	L-3	9.7	11.4	13.0	14.7
	4	7.6	9.9	28	L-3	8.6	14.5	11.8	15.2
	5	8.0	9.0	32	L-3	10.8	10.4	10.6	12.9
2 <i>L-P</i>	1	8.2	8.2	28	L-3	8.6	10.2	9.8	11.3
	2	10.3	10.3	32	L-3	10.8	14.4	12.0	14.1
	3	11.0	11.1	30	L-3	9.7	14.7	14.7	16.8
	4	7.5	8.0	26	L-2	6.6	9.6	9.3	10.9
	5	6.7	7.3	24	L-3	6.7	10.0	9.7	10.8
3 <i>A-F_{prealp.}</i>	1	11.6	11.7	34	L-3	12.1	15.1	12.7	16.2
	2	11.9	11.9	34	L-3	12.1	12.8	13.8	15.8
	3	10.7	11.4	34	L-3	12.1	15.6	12.9	15.2
	4	9.6	9.6	30	L-3	9.7	11.1	12.0	14.0
	5	11.6	11.7	32	L-3	10.8	14.8	14.2	16.2
4 <i>D-P</i>	1	10.4	10.4	30	L-3	9.7	10.6	10.9	13.2
	2	9.1	9.3	30	L-3	9.7	11.1	10.6	12.2
	3	9.1	9.1	30	L-3	9.7	10.6	10.9	11.8
	4	10.2	10.2	28	L-3	8.6	9.9	9.9	11.5
	5	9.4	9.5	30	L-3	9.7	10.1	8.4	9.5
5 <i>Ad-P_{abiet.}</i>	1	7.3	7.4	22	M-3	6.0	10.3	10.2	10.2
	2	6.8	6.8	22	M-3	6.0	9.3	9.0	10.1
	3	8.0	8.0	22	M-3	6.0	10.8	9.6	10.0
	4	7.7	8.4	22	M-3	6.0	11.7	11.6	11.0
	5	7.4	7.4	22	M-3	6.0	9.5	8.8	8.0
6 <i>L-P_{cat.}</i>	1	7.8	8.5	26	M-3	7.7	12.1	11.6	11.7
	2	5.9	6.0	22	M-3	6.0	7.7	8.7	8.5
	3	8.1	8.2	28	M-3	8.7	10.9	11.4	12.4
	4	7.8	7.8	28	M-3	8.7	11.6	9.1	9.7
	5	8.0	8.0	28	M-3	8.7	8.5	8.0	7.8
7 <i>F_{mont. aden.}</i>	1	9.8	10.4	28	L-3	8.6	12.5	14.8	12.7
	2	8.5	8.6	26	L-3	7.5	9.3	10.5	11.4
	3	11.3	11.3	32	L-3	10.8	12.0	14.2	13.2
	4	10.9	10.9	30	L-3	9.7	13.5	14.1	12.1
	5	10.7	10.7	32	L-3	10.8	13.9	13.5	11.4
8 <i>P_{subalp. din.}</i>	1	8.1	8.3	28	L-2	7.6	7.2	6.8	9.3
	2	6.9	6.9	26	L-2	6.7	7.6	6.6	8.9
	3	5.9	5.9	24	L-2	5.9	6.0	5.9	8.4
	4	5.7	5.7	24	L-2	5.9	6.2	5.8	7.9
	5	5.1	5.1	24	L-2	5.9	5.9	5.2	6.3
9 <i>P_{mont. din.}</i>	1	7.8	7.8	28	L-3	8.6	9.9	8.7	11.8
	2	8.0	8.1	28	L-3	8.6	10.4	9.8	11.8
	3	9.0	9.0	28	L-3	8.6	10.5	9.8	13.0
	4	9.0	9.3	30	L-3	9.7	11.9	9.8	12.6
	5	10.3	10.4	30	L-3	9.7	13.3	12.3	14.6
10 <i>A-F_{moes.}</i>	1	8.2	12.4	30	L-3	9.7	18.4	18.8	14.7
	2	9.5	10.3	32	L-3	10.8	14.4	12.4	12.8
	3	10.3	10.8	32	L-3	10.8	15.0	13.9	13.0
	4	11.7	13.6	34	L-3	12.1	19.0	14.5	13.8
	5	9.0	9.5	32	L-3	10.8	14.4	12.2	13.1

IV. Site productivity, mean and current annual volume increment – beech

Site unit	Plot	MAI	SP	SI ₍₁₀₎	YL	SP _(S100)	CAI ₍₁₀₋₁₀₎	CAI ₍₁₀₋₂₀₎	CAI ₍₂₀₋₃₀₎
1 <i>Q-L-F</i>	1	8.6	9.2	30	3	8.8	14.0	14.7	16.7
	2	8.2	8.7	30	3	8.8	13.4	14.1	15.0
	3	8.1	9.2	28	3	8.0	16.6	16.2	14.0
	4	6.2	7.1	26	3	7.4	12.7	9.6	8.7
	5	6.8	7.6	26	3	7.4	13.1	10.9	9.8
2 <i>Ad-F-I.</i>	1	5.8	6.5	20	3	5.4	11.3	10.6	11.2
	2	5.2	5.7	20	3	5.4	9.0	8.2	9.1
	3	4.9	5.4	20	3	5.4	9.3	9.1	9.4
	4	4.8	5.4	20	3	5.4	9.9	8.9	8.6
	5	4.9	5.4	18	3	4.8	9.1	8.0	8.2
3 <i>L-A-F</i>	1	9.4	9.4	28	3	8.1	10.2	11.4	13.2
	2	10.2	10.2	30	3	8.9	12.0	15.1	16.9
	3	11.9	11.9	34	3	10.4	11.7	15.2	18.9
	4	10.5	10.5	32	3	9.7	10.0	12.1	13.9
	5	10.0	10.0	32	3	9.7	9.6	12.6	16.1
4 <i>L-F</i>	1	11.6	12.5	36	3	11.2	18.8	19.6	15.9
	2	11.7	11.7	36	3	11.2	15.2	18.7	17.2
	3	12.4	12.6	38	3	12.2	18.1	21.3	21.2
	4	10.1	10.1	32	3	9.7	14.3	18.0	19.8
	5	8.9	9.2	32	3	9.7	16.8	20.9	16.6
5 <i>A-F_{maian.}</i>	1	6.2	6.8	26	3	7.4	10.7	10.3	10.1
	2	7.9	8.4	28	3	8.1	11.7	11.9	11.0
	3	6.8	7.1	26	3	7.4	10.9	12.1	13.0
	4	6.1	6.8	26	3	7.4	11.9	10.4	9.3
	5	5.5	5.9	26	3	7.4	9.4	10.2	9.9
6 <i>Q-F</i>	1	6.9	7.0	28	2	7.2	9.2	10.0	10.0
	2	7.2	7.2	28	2	7.2	9.3	11.0	11.8
	3	8.7	8.9	32	2	8.7	11.8	12.8	14.0
	4	7.7	7.7	28	2	7.2	9.3	10.4	11.6
	5	6.5	6.8	28	2	7.2	10.4	11.4	11.6
7 <i>H-F</i>	1	9.2	9.6	26	3	7.4	15.8	17.9	16.2
	2	9.0	9.5	26	3	7.4	15.3	16.6	14.3
	3	6.7	7.2	26	3	7.4	13.4	15.4	12.8
	4	7.4	7.7	26	3	7.4	13.6	16.1	13.8
	5	7.9	8.5	30	3	8.9	15.0	16.6	13.9
8 <i>F-F</i>	1	11.8	11.9	36	3	11.2	15.7	17.7	15.1
	2	10.3	10.5	36	3	11.2	15.1	17.3	15.3
	3	11.6	12.9	32	3	9.7	19.8	20.4	18.0
	4	9.9	10.8	34	3	10.4	17.2	19.6	15.9
	5	13.6	15.0	34	3	10.2	22.1	21.1	19.9
9 <i>A-F_{typ.}</i>	1	7.6	7.9	28	3	8.1	11.4	12.4	10.8
	2	7.0	7.5	30	3	8.9	11.7	12.1	11.8
	3	5.8	6.2	24	3	6.7	10.6	11.5	12.6
	4	7.3	7.4	24	3	6.7	11.7	15.1	16.4
	5	5.2	5.6	24	3	6.7	11.7	13.4	11.7
10 <i>B-F</i>	1	6.6	6.8	30	2	8.0	8.6	8.2	7.8
	2	5.8	6.4	28	2	7.2	12.2	9.6	7.3
	3	7.7	8.0	30	2	8.0	10.9	9.3	8.6
	4	7.7	8.1	30	2	8.0	12.0	8.9	9.2
	5	6.3	6.9	26	2	6.6	12.2	10.8	8.9

Site unit	Plot	MAI	SP	SI ₁₀₀	YL	SP _{SI100}	CAI ₍₀₋₁₀₎	CAI ₍₁₀₋₂₀₎	CAI ₍₂₀₋₃₀₎
11 <i>L_o-F-I.</i>	1	8.0	8.1	34	2	9.4	9.9	10.8	10.1
	2	8.5	8.7	32	2	8.7	11.7	11.6	12.0
	3	6.9	7.1	30	2	8.0	8.4	8.3	8.9
	4	10.4	10.6	32	2	8.7	11.9	11.9	12.7
	5	9.5	10.2	30	2	8.0	14.9	14.4	14.2
12 <i>L_{niv}-F</i>	1	5.4	5.4	22	2	5.3	6.4	10.2	10.5
	2	4.8	4.8	20	2	4.8	6.4	8.9	9.5
	3	3.4	3.4	14	2	3.3	5.3	6.6	6.5
	4	4.4	4.4	16	2	3.7	5.3	9.2	9.5
	5	4.2	4.2	18	2	4.3	5.4	7.0	7.3
13 <i>An.-F</i>	1	6.0	6.0	26	1	5.8	7.7	8.5	9.1
	2	6.3	6.3	30	1	7.1	7.0	8.1	8.6
	3	7.1	7.1	32	1	7.7	8.7	10.4	11.6
	4	6.5	6.6	26	1	5.8	9.3	11.3	11.6
	5	6.2	6.2	28	1	6.4	7.6	9.8	11.0
14 <i>Ses.-F</i>	1	5.8	5.8	22	2	5.3	8.0	12.9	14.0
	2	5.4	5.4	24	2	6.0	8.7	11.5	11.3
	3	4.7	4.9	22	2	5.3	8.5	10.1	9.4
	4	7.8	7.8	26	2	6.6	9.1	12.8	14.2
	5	5.3	5.4	24	2	6.0	8.4	10.5	10.5
15 <i>L_o-F-II.</i>	1	10.0	10.6	32	3	9.7	14.7	13.6	15.2
	2	13.1	13.8	32	3	9.7	17.6	17.4	19.7
	3	12.3	12.9	30	3	8.9	17.8	16.2	16.6
	4	11.0	11.8	32	3	9.7	16.1	14.9	15.6
	5	8.0	8.8	34	3	10.4	13.0	12.8	12.6
16 <i>E-F-I.</i>	1	8.3	8.8	26	3	7.4	13.4	13.9	14.1
	2	8.7	9.2	28	3	8.1	12.7	12.9	12.6
	3	6.0	6.4	26	3	7.4	9.6	10.0	10.1
	4	6.8	7.3	26	3	7.4	12.0	13.1	13.2
	5	7.8	8.3	26	3	7.4	11.6	11.6	11.8
17 <i>E-F-II.</i>	1	13.4	13.4	36	3	11.2	13.2	15.6	20.4
	2	12.7	12.7	34	3	10.4	13.4	17.0	21.7
	3	13.2	13.2	34	3	10.4	15.1	17.1	20.6
	4	12.3	12.4	34	3	10.4	14.9	16.1	18.2
	5	12.4	12.4	34	3	10.4	13.7	15.0	16.8
18 <i>Ad-F-II.</i>	1	4.3	4.5	16	3	4.2	7.0	7.5	7.0
	2	3.5	3.5	14	3	2.8	5.4	6.9	6.0
	3	5.2	5.7	20	3	5.4	9.3	9.7	8.5
	4	3.8	4.2	16	3	4.2	7.1	7.1	7.2
	5	3.7	4.1	16	3	3.6	7.3	7.4	7.4

For tab. III and IV:

MAI – mean annual increment ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)SP – site productivity on the basis of total volume production ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$)SI₁₀₀ – site index at the age of 100 year

YL – yield level (L = lowland, M = mountain-region)

SP_{SI100} – site productivity on the basis of SI₁₀₀ ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$)CAI₍₀₋₁₀₎ – current annual increment in the last decade ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)CAI₍₁₀₋₂₀₎ – current annual increment in the decade before last (etc.) ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)

because the top height curves have different shapes (degree of convergence) for different sites. On some sites the trees grow very quickly during the young period, while on other sites they grow very slowly in spite of being without shade or high competition (Kotar, 1987), but at an age of 110 or 130 years they are of equal height.

Tabs. III and IV give the site productivity values of the analyzed site units. The site units which are overgrown by spruce stands have values ranging from $5.9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ (site unit 8) to $12.1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ (site unit 3). The lowest values were obtained in Trnovski gozd on funnel-shaped holes in the Karst region. As an aside, it is perhaps worth mentioning that the famous forester and inventor of the steamboat-screw, the Czech Josef Ressel (1793–1857) lived and was working in this region. The beech sites reached a site productivity from 2.8 to $11.2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$. The most productive forest sites in Slovenia were not analyzed in this investigation because they are overgrown by silver fir (natural plant community *Dryopterido-Abietetum*).

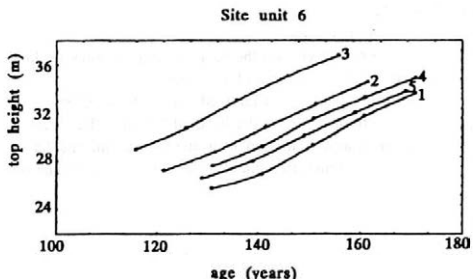
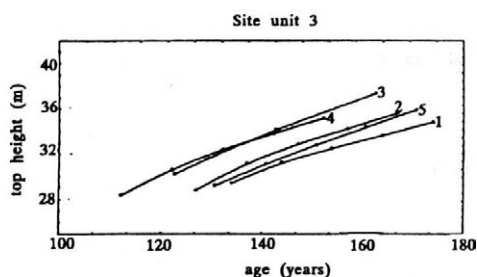
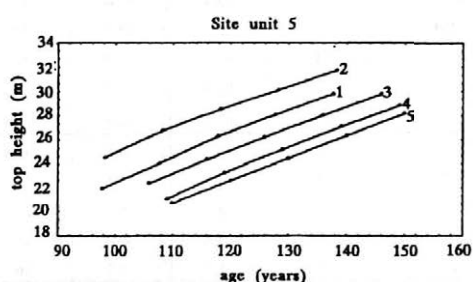
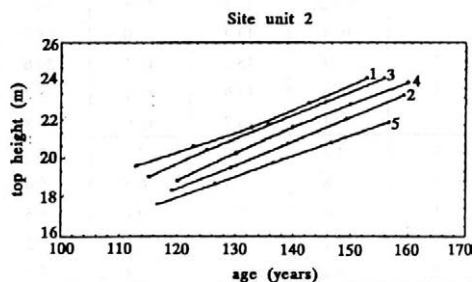
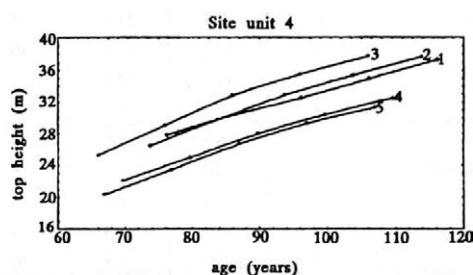
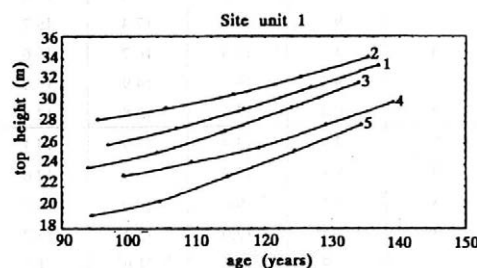
CURRENT ANNUAL VOLUME INCREMENT IN THE LAST THREE DECADES

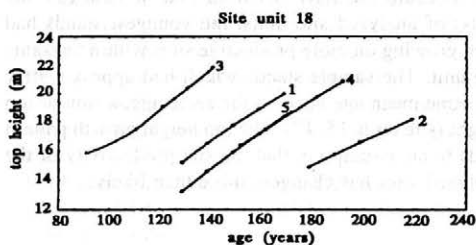
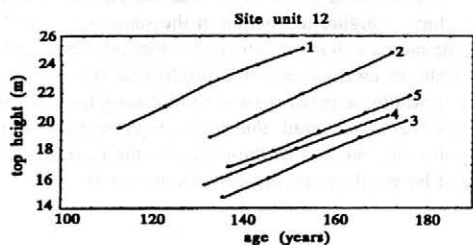
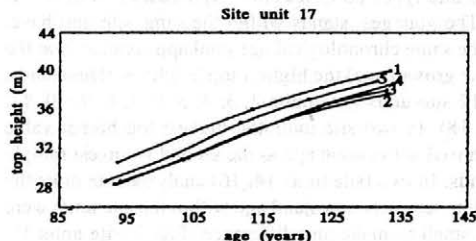
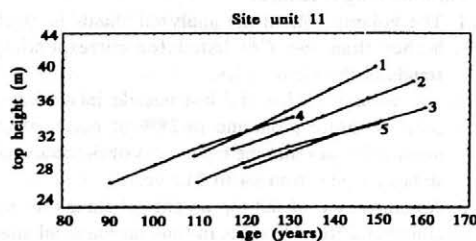
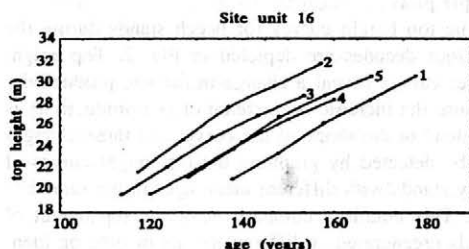
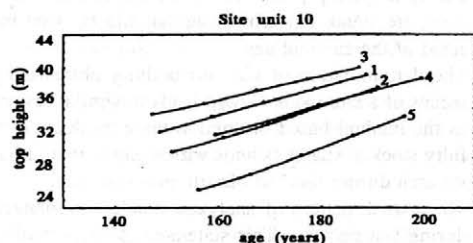
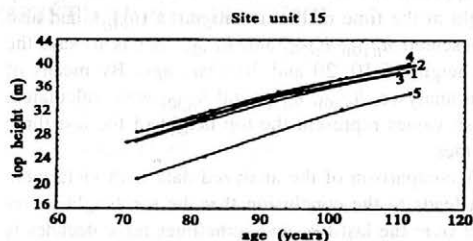
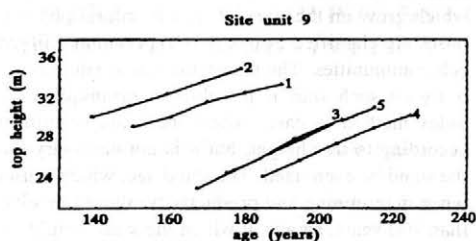
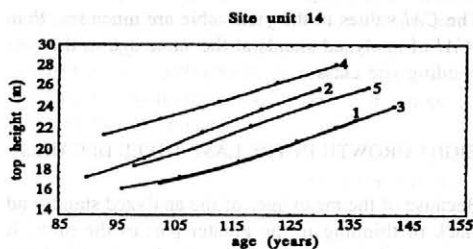
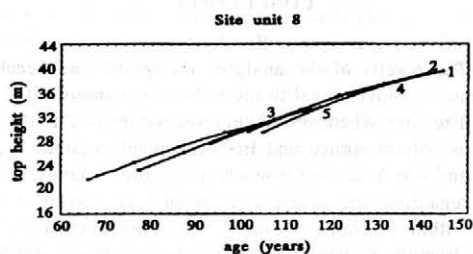
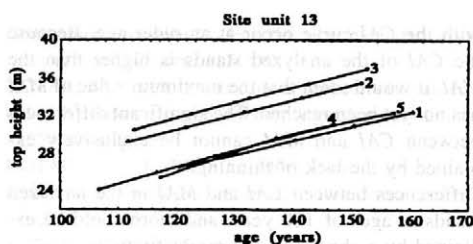
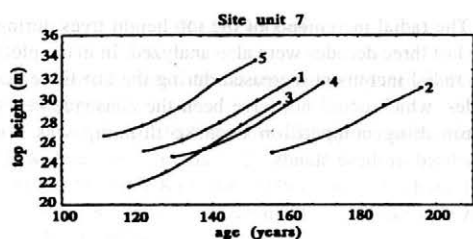
The stem analyses, i.e. disc analyses carried out on all trees in the beech sample plots and stumps survey, provided good information on *CAI*. In the spruce sample plot the values of *CAI* are based on data obtained by increment cores for the last three decades from every tree and the stump survey. The *CAI* in the last decade ($CAI_{(0-10)}$) is the sum of *CAI* of the trees which formed the growing stock at the time the analysis was carried out and the *CAI* of the trees removed during the last decade (stump survey). Analogous figures were calculated for the *CAI* of the decade ending 10 years ago ($CAI_{(10-20)}$) and the *CAI* for the decade ending 20 years ago ($CAI_{(20-30)}$). These *CAI* values are given in Tabs. III and IV.

These unusually large departures of $CAI_{(0-10)}$ from the values of site productivity and *MAI* could be the consequence of two causes, namely:

1. Most of the analyzed stands have not been thinned and in such stands the *MAI* curve and its intersection

2. The development of top height in the analyzed sample plots and site units for the last four decades (1–18 site unit, 1–5 sample plot)





with the *CAI* curve occur at an older age. Because the *CAI* of the analyzed stands is higher than the *MAI*, it would seem that the maximum value of *MAI* has not yet been reached. The significant differences between *CAI* and *MAI* cannot be exclusively explained by the lack of thinning.

2. Differences between *CAI* and *MAI* in the analyzed stands at ages of 100 years and more could be explained by a change in site productivity.

The *CAI* values in the yield table are much less than the *CAI* of analyzed stands at the same age in the corresponding site class.

HEIGHT GROWTH IN THE LAST THREE DECADES

Because of the mean ages of the analyzed stands and the lack of thinning in the greater part of the plots, it is supposed that the same trees which constituted top height at the time of the investigation ($h_{t(0)}$), had also represented $h_{t(10)}$, $h_{t(20)}$ and $h_{t(30)}$, that is to say, the top height of 10, 20 and 30 years ago. By means of stem analyses, $h_{t(10)}$, $h_{t(20)}$ and $h_{t(30)}$ were calculated. These values represent the top height of the last three decades.

A comparison of the analyzed data with yield table data leads to the conclusion that the top height increment over the last two and sometimes three decades is much higher than in yield tables in almost all of the sample plots.

The top height curves for beech stands during the last four decades are depicted in Fig. 2. Top height curves cannot reveal a change in the site productivity because the increase or decrease of site productivity is „hidden“ in the shape of the curve. But these changes can be detected by graphing the top height curves of many stands with different mean ages in the same site unit. This entails a comparison of the top height of stands regenerated at different points in time on identical site types (Unthelm, Spiecker, 1994).

The youngest stands within the same site unit have, at the same chronological age (and approximately at the same growth age) the highest top height as older stands, in 12 site units (site units 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 18). In two site units the highest top height value occurred at the same age as the second youngest sample stands. In two (site units 14, 16) analyzed site units the differences between stand age within the site units were too small to make any difference (Fig. 2, site units 15, 17). It could not have occurred that in 78% (14 site units) of analyzed site units, the youngest stands had been growing on more productive sites within the same site unit. The sample stands which had approximately the same mean age have, at the same age, a similar top height (site units 15, 17). The top height growth pattern leads to an assumption that the site productivity of the analyzed sites has changed, more than likely.

The radial increments of the top height trees during the last three decades were also analyzed. In many plots the radial increment increased during the last three decades, which could not have been the consequence of diminishing competition because thinning was not practised in these stands.

CONCLUSION

The results of the analyses on spruce and beech stands in Slovenia led to the following conclusions:

- The sites where the natural vegetation is classified as natural spruce and fir-beech plant communities and which are overgrown by pure spruce stands, are, regarding age structure, more or less uneven-aged within a relatively small area. This uneven-aged structure is even more evident in pure beech stands which grow on the sites where the natural phytoecenes are classified as oak-beech, beech, and fir-beech communities. The determination of site productivity on such sites is possible by means of a site index method in cases where the stand is uniform according to tree height, but it is not necessary that the stand be even-aged. The stand age, which is used when determining site productivity, should be older than 100 years, an age at which the stand height has nearly reached its final value. If the stand had grown during its young period in the shelter and shade of a mature stand, the growth age should be used instead of the cambial age.
- The determination of site productivity obtained by means of a site index (SI_{100}) leads to similar results as the method based on total volume production in fully stocked stands (stands which had a natural basal area during their whole life period).
- The growth pattern of analyzed stands has changed during last decades. This statement is supported by the following evidence:
 1. The volume *CAI* in the analyzed stands is much higher than the *CAI* listed for corresponding stands in the yield tables.
 2. The volume *CAI* in the last decade increased in 68% of spruce plots and in 28% of beech plots, despite the fact that the mean ages of the analyzed stands ranged from 94 to 217 years.
 3. A comparison of the top heights of stands regenerated at different points in time on identical sites and the same units, shows that the younger stands have a higher top height at the same age.
- The increase in site productivity does not necessarily mean an increase in wood production for Slovenia as a whole; in many regions diminishing tree growth has been discovered, due to the high levels of SO_2 pollution, oak and fir die-back and the damage caused by wind, snow, dry periods and pests.

References

- ASSMANN, E., 1961. Waldertragskunde. München, Bayr. Landw. Verlag.
- HALAJ, J. et al., 1987. Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Bratislava, Príroda: 362.
- KOTAR, M., 1980. Rast smrek [Picea abies (L.) Karst.] na njenih naravnih rastiščih v Sloveniji. Strok. in znanstvena dela 67. IGLG Ljubljana: 250.
- KOTAR, M., 1986. Wachstum und Entwicklung von Buchenbeständen auf natürlichen Buchenstandorten in Slowenien. IUFRO Proceedings, Division I, Vol. II. 18th IUFRO World Congress, Ljubljana: 713–725.
- KOTAR, M., 1987. Prüfung der Verwendbarkeit der Ertrags tafeln in den Buchen- und Fichtenbeständen in Slowenien.

- Conference Proceedings: Functionally integrated management of forest. Zvolen: 117–130.
- KOTAR, M., 1989. Prirastoslovni kazalci rasti in razvoja bukovih gozdov v Sloveniji. Zbornik gozd. in les., Ljubljana, 33: 59–80 + 16 pr.
- KOTAR, M. – ROBIČ, D., 1990: Povezanost proizvodne sposobnosti rastišča z nekaterimi ekološkimi dejavniki. Gozd. vestn., 48: 225–243.
- KOTAR, M., 1991. Zgradba bukovih sestojev v njihovi optimalni razvojni fazi. Zbornik gozd. in les., Ljubljana, 38: 15–40.
- UNTHER, H. – SPIECKER, H., 1994. Single tree data. Paper for the Workshop: Growth Trends of European Forests. EFI Joensuu, Finland.

Arrived on 16th May 1995

PRODUKTIVITA STANOVIŠTĚ NA STANOVIŠTÍCH POROSTLÝCH SMRKOVÝMI A BUKOVÝMI LESY

M. Kotar

Lublaňská univerzita, Fakulta biotechniky, katedra lesnictví, Večna pot 83, 61111 Lublaň

Určení produktivity stanoviště je jedním z nejdůležitějších úkolů nauky o růstu a výnosu a předpokladem rozumného lesního hospodaření. Z mnoha dostupných metod určování produktivity stanoviště dosáhly v Evropě nejlepších výsledků následující dvě metody:

- určení produktivity stanoviště na základě celkové objemové produkce lesních porostů,
- určení produktivity stanoviště pomocí bonitního indexu, tj. horní výšky ve věku sta (padesáti) let.

Porosty sloužící jako základ k určení celkové produkce musí být během své existence plně zakmeněny, tj. musí mít přirozenou výčetní základnu. Maximální hodnota průměrného ročního objemového přírůstu je odhadem pro určení produktivity stanoviště, vyjádřená v $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Tento způsob určení produktivity stanoviště je možný tam, kde byly založeny trvalé zkušné plochy alespoň před sto lety. Celková objemová produkce může být stejně tak určena na základě výběrových ploch v neobhospodařovaných plně zakmeněných porostech; tento postup byl předmětem výzkumu. Určení produktivity stanoviště pomocí bonitního indexu je založeno na předpokladu, že les má stejnověkovou strukturu. Většina lesů ve Slovinsku má nestejnověkovou a nehomogenní strukturu, a tak výsledek použití bonitního indexu k určení produktivity stanoviště často vede k nepřesnostem. Článek se zabývá výsledky získanými z výzkumů vedených na smrkových porostech v 10 stanovištních jednotkách a v bukových porostech v 18 stanovištních jednotkách. Hlavním úkolem výzkumu bylo odpovědět na následující otázky:

- Je horní výška a odvozený bonitní index u takových přirozeně se obnovujících porostů použitelným odhadem produktivity stanoviště?

- Které nezbytné podmínky musí být splněny ohledně struktury porostu a věku porostu v porostech sloužících k určení produktivity stanoviště?

- V jakém věku by měl být určován bonitní index (50 nebo 100 let)?

- Změnily se výšky a objemy v posledních třech decenních tak významně, že můžeme dojít k závěru, že produktivita stanoviště se zde změnila?

Výzkum byl postaven jako statistický experiment s pěti opakováními. Bylo analyzováno 50 smrkových a 90 bukových ploch o ploše 900 m^2 ($30 \times 30 \text{ m}$), přičemž z každého stromu ve smrkových porostech byly odebrány vývrty po tři posledních decennia. V bukových porostech byly skáceny všechny stromy a z každého kmene bylo vzato šest až devět kotoučů, sloužících k další analýze kmene.

Výsledky analýz vedly k následujícím závěrům:

- Určení produktivity stanoviště na základě bonitního indexu dává dobré výsledky v případech, že porost je stejnorodý, ale není nutné, aby byl stejnověký. Tyto výsledky byly ověřeny výsledky získanými metodou založenou na celkové objemové produkci v plně zakmeněných porostech.
- Průměrný věk porostu, ve kterém se určuje bonitní index, by měl být 100 let nebo více, kdy výška porostu dosahuje téměř své maximální hodnoty.
- Pokud porost v mládí vyrůstal jako podrost zralého porostu (podrostní systém), měl by být používán *růstový (hospodářský) věk* místo *chronologického věku*.
- Vzhledem k různým tvarům křivek výšek různých stanovištních jednotek by měl být používán bonitní index ve 100 letech.

Aktuální roční objemový přírůst v analyzovaných zkusných plochách se liší od odpovídajících hodnot přírůstu v růstových tabulkách. Hodnoty ve zkusných plochách jsou tak vysoké, že předpoklad o zvýšení produktivity stanovišť v posledních decenních je více než pravděpodobný.

Aktuální roční objemový přírůst v posledních desetiletích je vyšší než v předchozích desetiletích, a to o 68 % u smrku a o 28 % u buku. Důvodem pro takové vysoké hodnoty přírůstu v tak vysokém věku porostů (94 – 217 let) musí být změna charakteru stanovišť.

Podobně i výškový přírůst vykazuje vyšší hodnoty než odpovídající tabulkové hodnoty.

Při vykreslení křivek výškových přírůstů pro mnohá stanoviště, která mají různé středních věky (ve věku, kdy byly prováděny analýzy), lze určit, že mladší porosty uvnitř stejných stanovištních jednotek mají vyšší hodnoty výšek ve 100 letech, tj. vyšší bonitní index.

Křivka zobrazující hodnoty výšek v posledních čtyřech desetiletích podstatně stoupla v poslední jedné nebo dvou dekadách. Takový vzrůst může být vysvětlen pouze změnou produktivity stanoviště.

produktivita stanoviště; smrkový porost; bukový porost; bonitní index; horní výška porostu; zákonitost růstu; lesy ve Slovinsku

Contact Address:

Prof. Dr. Marijan Kotar, Dipl. Ing., University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry, Večna pot 83, 61111 Ljubljana, Slovenia

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zaslali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF

Redakce časopisu

SITE INDEX MODEL FOR SCOTS PINE ON SAND IN ŠAŠTÍN-STRÁŽE, WESTERN SLOVAKIA

R. Zarnovican, C. Laberge

Natural Resources Canada, Canadian Forest Service – Quebec Region, Sainte-Foy,
Québec, G1V 4C7

A polymorphic site index model for Scots pine [*Pinus sylvestris* (L.)] stands on dune deposits located in Šaštín-Stráže was established. This site index model was derived from stem analysis data using Korf's function. Analysis of the behavior of Korf's equation parameters indicates the possibility of reducing the number of parameters without lack of accuracy in goodness of fit. The results also show a good estimate of site index (height at 50 years) of given stands by Korf's modified function when forest type, top height and age are known.

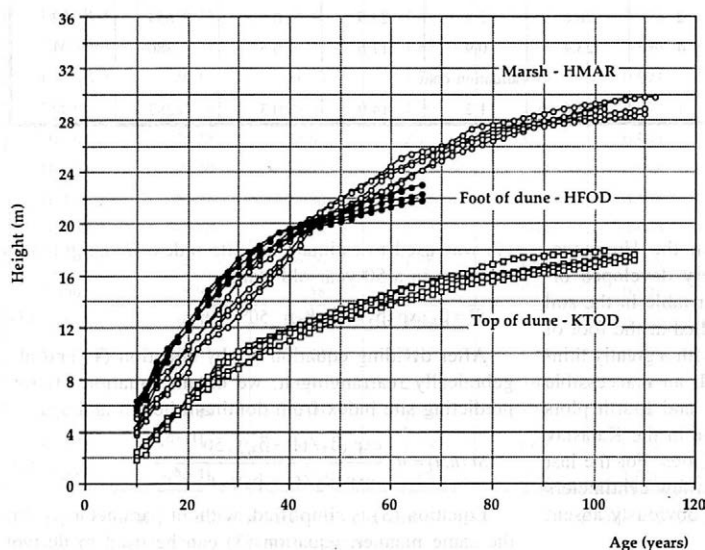
Pinus sylvestris (L.); site index model; Korf's function

INTRODUCTION

A study of Scots pine production in Šaštín-Stráže (Zarnovican et al., 1994b) revealed some important differences with regard to the yield tables of Halaj et al. (1987). In addition to differences in production, the study also highlighted the important differences in height growth with regard to the tables, thus confirming the findings of Hladík (1992).

The observed dominant height growth contradicted the table's site index model (Řehák, 1975) and particularly the hypothesis of anamorphic and proportional growth. Stands with the same height (H) at a given index age, i. e. the same site index (S), may have different heights at other ages because of varying local growth conditions during their development (Smith, Watts, 1987; Zarnovican, 1992). Indeed, the polymorphic growth (Fig. 1) with the crossing of the height curves is what Clutter et al. (1983) call a polymorphic-nondisjoint case. These results raise questions concerning the ability of Řehák's (1975) model to estimate adequately the site quality of the pine on sand in Šaštín-Stráže. It should be noted that the site index model of growth tables for Scots pine (Řehák, 1975) was formulated by the guide curve method (Clutter et al., 1983) from empirical data for height and age using Korf's three-parameter function.

Řehák's model makes it possible to estimate height as a function of age for a site class, but does not make it possible to estimate the site index from height and age. It is a global model with a bundle of the proportional curves for a definite height growth domain.



1. Height growth of Scots pine on three sites

The presence of polymorphism in the height growth and the inapplicability of the table's site index model (Zarnovican et al., 1994b) led to the present study. The purpose of this paper is to:

1. evaluate the importance and behavior of the parameters of Korf's function in fitting the height growth,
2. establish a polymorphic-nondisjoint model for the site index using the dummy variable in terms of ecological characteristics of the stands,
3. validate the accuracy of this model on an independent sample.

METHODOLOGY

STUDY SITES

The Scots pine growth and production data were established from the inventory of circular plots and from stem analysis of dominant trees (Zarnovican et al., 1994a). Four circular plots (500 m²) were established in the homogeneous parts of stands according to the topographic gradient, recognizable in the field using Bublinec's (1974) classification. In this classification, moisture regime plays a determining role in the growth of pine on the sand deposits. The depth of the groundwater table and the thickness of the organic matter determines the site quality of almost sterile sands.

DATA COLLECTION AND ANALYSIS

The height growth data were established by stem analysis of five dominant trees, randomly selected from among the 10% largest trees in each plot. The site index model was developed using height growth data from stem analysis of 15 dominant trees from the HMAR, HFOD and KTOD stands. The model was validated using the height growth data from stem analysis of five dominant trees from the HTOD site. The mensurational characteristics of the analyzed trees are given in Tab. I.

Height growth data on Scots pine were fitted by Korf's function using the nonlinear least squares procedure (NONLIN) from SYSTAT (1992).

SITE INDEX MODEL DERIVATION

Scots pine is considered to be an intolerant species and it appears that in this case 50 years is a more adequate reference age (Clutter et al., 1983) than 100 years. The height growth was fitted using the three parameters in Korf's function (1), where h equals height in meters at age t and β_1 , β_2 , β_3 are parameters to be estimated.

$$h(t) = \beta_1 \exp(\beta_2 / (1 - \beta_3)) \cdot t^{(1 - \beta_3)} \quad (1)$$

It should be noted that in (1), parameter β_1 is associated with the asymptote and that β_2 and β_3 define the shape of the curve and its point of inflection. Equation

I. Mensurational characteristics of analyzed trees

Stand	Number	Age		dbh (cm)		Height (m)		Volume (dm ³)	
		$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x
		Construction data							
HMAR	5	106	4	37.6	3.9	29.1	1.1	1,580	320
HFOD	5	64	2	28.6	2.4	22.5	0.6	654	93
KTOD	5	104	4	23.4	0.9	17.6	0.5	380	31
		Validation data							
HTOD	5	66	1	22.6	1.2	14.9	0.3	287	44

$\bar{x}$ - arithmetic mean, s_x - standard deviation

The first plot was established in the Humence-Močiar (HMAR) locality, with a very developed organic layer and with the groundwater table in the soil profile. The second plot was established at the foot of a dune in the same locality (HFOD) with a greatly thinner organic layer (<10 cm) and with an inaccessible groundwater table. Finally, the third and fourth plots were established on the top of a dune in the Kalastav (KTOD) and Humence (HTOD) localities. For the last stands, the organic layer consists of a few centimeters of litter and the groundwater table is obviously absent from the soil profile.

(1) was used to estimate the site index SI (height) for the trees in a 50-year-old stand:

$$SI = \beta_1 \exp(\beta_2 / (1 - \beta_3)) \cdot 50^{(1 - \beta_3)} \quad (2)$$

After dividing equation (2) by equation (1) and algebraically rearranging it, we obtain equation (3) for predicting site index from dominant height and age:

$$SI(h, t) = h \cdot \frac{\exp(\beta_2 / (1 - \beta_3)) \cdot 50^{(1 - \beta_3)}}{\exp(\beta_2 / (1 - \beta_3)) \cdot t^{(1 - \beta_3)}} \quad (3)$$

Equation (3) is simplified, without parameter β_1 . In the same manner, equation (3) can be used to derive

a height curve model for a given site index and age using equation (4):

$$h(SI, t) = SI \cdot \frac{\exp(\beta_2 / (1 - \beta_3)) \cdot t^{(1 - \beta_3)}}{\exp(\beta_2 / (1 - \beta_3)) \cdot 50^{(1 - \beta_3)}} \quad (4)$$

RESULTS AND DISCUSSION

BEHAVIOR OF THE PARAMETERS OF KORF'S FUNCTION

Generally, three parameters or more are needed in growth functions to describe height growth (Řehák, 1975; Pánek, 1976; Rod, 1979; Halaj et al., 1987; Clutter et al., 1983). Meanwhile, Karish, Borden (1976) found that only two linear combinations are required to account for almost all the effects of three or four parameters for widely adopted growth functions. This was because of the presence of high correlation between them (at least one parameter is a function of the others).

The behavior of Korf's function parameters was analyzed by modeling height growth curves of 15 trees (5 trees by stand). Tab. II shows the estimates for the three parameters of Korf's function, site index and age of the inflection point. Despite the common origin of five trees from the same stand, the estimates of Korf's function parameters vary widely. These results show that even small variations in height growth (Fig. 1) could be result in large variations of the parameter estimates.

However, it appears possible to control this variability of the parameters by decreasing the number of parameters to be estimated. In this respect, it seems judicious to fix one parameter (Karish, Borden, 1976; Zeide, 1978) and to estimate two others.

Considering the strong correlation between β_2 and β_3 ($r > 0.95$ for the three sites), the value of β_3 was fixed to the mean value of the fifteen curves, 1.9. Tab. III shows the modeling results of different curves for the three studied sites with parameter β_3 fixed. By fixing β_3 , the variability of the parameter β_1 and β_2 estimates decreases noticeably, consequently their greater stability, the residual sum of squares increases slightly and the site index varies only very little.

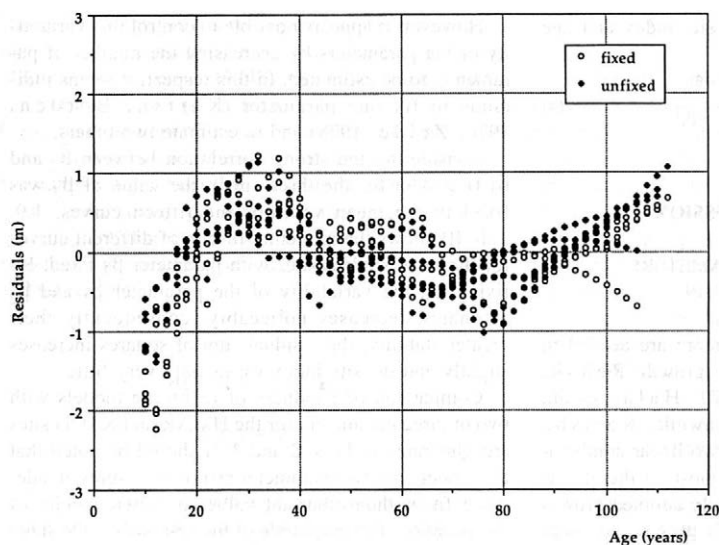
Comparison of goodness of fit by the models with two or three parameters for the HMAR and KTOD sites are illustrated in Figs. 2 and 3. It should be noted that the model with two parameter estimates insures an adequate fit, without aberrant values or heterogeneity of the variance. The amplitude of the residuals is the same whether β_3 is fixed or not. These figures also show the presence of strong autocorrelation of the residuals in chronological series established by stem analysis. Strong autocorrelation of the residuals greatly influences the use of confidence interval tests, but does not affect the values of the parameter estimates. Study of the parameters leads us to conclude that Korf's function with two parameters allows:

1. adequate modeling of height growth;
2. stable parameter estimates for a given stand;
3. accurate estimation of site index.

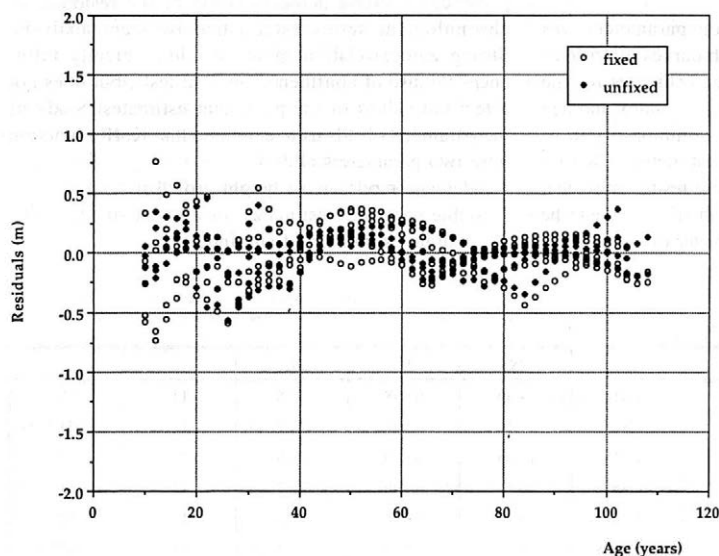
II. Korf's function with unfixed β_3 parameter

Site-tree	β_1	β_2	β_3	RSS	R^2	SI	t_1	n
HMAR-1	56.17	6.86	1.61	4.35	0.998	20.5	11	49
HMAR-2	43.91	13.35	1.80	9.16	0.997	20.9	12	51
HMAR-3	46.25	8.38	1.71	10.53	0.995	21.8	10	47
HMAR-4	39.72	14.07	1.85	10.14	0.996	21.7	11	51
HMAR-5	50.14	11.73	1.74	20.40	0.994	20.8	13	52
Mean	49.14	9.01	1.70	5.98	0.998	21.1	11	47
HFOD-1	26.35	23.80	2.13	3.15	0.995	20.5	8	29
HFOD-2	29.40	21.52	2.05	1.62	0.998	21.1	9	29
HFOD-3	27.29	25.60	2.13	3.53	0.995	20.8	9	29
HFOD-4	35.66	8.38	1.77	0.68	0.999	20.9	8	28
HFOD-5	28.72	16.20	1.98	1.47	0.998	20.2	8	28
Mean	28.96	17.58	2.01	1.28	0.998	20.7	9	28
KTOD-1	30.53	8.73	1.69	1.55	0.998	13.2	11	47
KTOD-2	22.01	20.84	1.97	1.54	0.998	13.5	11	48
KTOD-3	21.17	31.94	2.07	0.93	0.999	13.5	13	47
KTOD-4	28.45	8.89	1.70	0.68	0.999	12.6	11	50
KTOD-5	22.94	13.90	1.85	1.62	0.998	12.8	11	50
Mean	24.21	14.55	1.85	0.36	1.000	13.1	11	47

$\beta_{1,2,3}$ – estimates of the parameters; RSS – residual sum of squares; t_1 – age of inflection point; R^2 – coefficient of determination; SI – site index (height at 50 years); n – number of measurements



2. Residual errors of height prediction for five trees from the Marsh site (HMAR) according to the third parameter of Korf's function



3. Residual errors of height prediction for five trees from the Kalastav site (KTOD) according to the third parameter of Korf's function

These results justify the following formulation of the site index model for Scots pine on sand in the Šaštín-Stráže region.

FORMULATION OF SITE INDEX MODEL

The goodness of fit and stability of the parameter estimates appear particularly interesting for formulating a model of the site index for Scots pine. Indeed, after substitution of 1.9 for β_3 in (4), the site index for one tree or one stand can be estimated using the following model:

$$SI(t, h) = h \cdot \frac{\exp(\beta_2 / (-0.9)) \cdot 50^{(-0.9)}}{\exp(\beta_2 / (-0.9)) \cdot t^{(-0.9)}} \quad (5)$$

This model is valid for a tree, or for an even-aged forest stand and it gives an estimate of its site index, or height at 50 years. From practical point of view, this model requires the field data for dominant height (h) and age (t) and the knowledge of a reasonable value of parameter β_2 . In the case of the eolian sands in Šaštín-Stráže, as elsewhere where there exists a functional forest type classification, it is possible to associate parameter value with a specific forest type. The integration of forest types (s) into the site index model (6) is possible using a dummy variable ($T\Psi$):

III. Korf's function with fixed β_3 parameter

Site-tree	β_1	β_2	β_3	RSS	R^2	SI	t_1
HMAR-1	40.63	20.14	1.9	16.61	0.994	21.0	14
HMAR-2	40.33	19.68	1.9	10.86	0.996	21.1	13
HMAR-3	38.92	17.18	1.9	15.85	0.993	22.1	12
HMAR-4	38.26	17.17	1.9	10.58	0.996	21.8	12
HMAR-5	43.07	21.74	1.9	25.02	0.992	21.1	15
Mean	40.30	19.21	1.9	11.79	0.995	21.4	13
HFOD-1	29.54	11.13	1.9	4.82	0.992	20.5	7
HFOD-2	32.27	12.89	1.9	2.48	0.997	21.1	8
HFOD-3	30.80	11.96	1.9	5.31	0.992	20.8	8
HFOD-4	31.92	12.89	1.9	1.25	0.998	20.9	8
HFOD-5	30.29	12.28	1.9	1.69	0.997	20.2	8
Mean	30.99	12.24	1.9	1.66	0.997	20.7	8
KTOD-1	24.89	18.88	1.9	3.88	0.996	13.4	13
KTOD-2	22.91	16.34	1.9	1.75	0.998	13.4	11
KTOD-3	23.37	17.12	1.9	2.27	0.997	13.3	12
KTOD-4	23.65	18.72	1.9	2.87	0.997	12.8	13
KTOD-5	22.19	16.58	1.9	1.73	0.998	12.9	11
Mean	23.33	17.45	1.9	0.48	0.999	13.2	12

For details see Tab. II

IV. Mean absolute and relative error of site index model

Age class	HMAR		HFOD		KTOD	
	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)
<20	5.1	17.0	-0.2	-0.8	0.5	3.5
21-30	-0.5	-2.3	0.1	0.6	0.4	2.9
31-40	-0.7	-3.3	0.5	2.5	0.2	1.4
41-50	-0.1	-0.3	0.3	1.3	0.1	0.5
51-60	0.0	0.1	-0.1	-0.3	0.0	0.2
61-70	0.2	1.0	-0.1	-0.6	0.2	1.5
71-80	0.4	1.9	-	-	0.3	1.9
81-90	0.3	1.6	-	-	0.2	1.9
91-100	0.1	0.7	-	-	0.2	1.6
>101	0.1	0.3	-	-	0.2	1.7

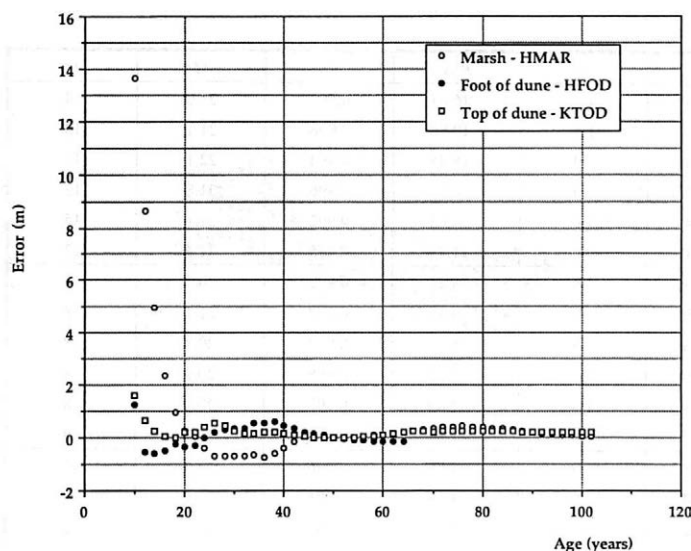
$$SI(t, h, s) = h \cdot \frac{\exp(T\Psi/(-0.9)) \cdot 50^{(-0.9)}}{\exp(T\Psi/(-0.9)) \cdot t^{(-0.9)}} \quad (6)$$

where: $T\Psi = 19.21 \cdot s_1 + 12.24 \cdot s_2 + 17.45 \cdot s_3$,
 s_1 - 1 if forest type is HMAR, 0 otherwise,
 s_2 - 1 if forest type is HFOD, 0 otherwise,
 s_3 - 1 if forest type is KTOD, 0 otherwise.

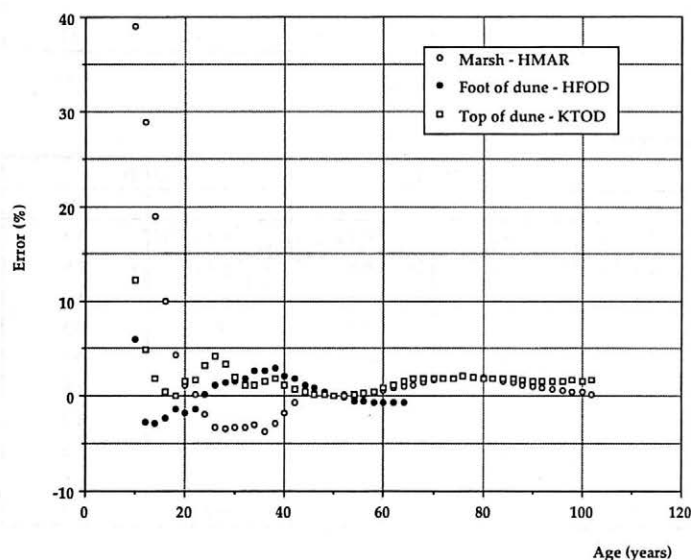
Such a model does not have a closed growth domain. It is possible to integrate into the model the new forest types for which the site index will be different from that of the types included in the model. In order to statistically evaluate the differences between the site indexes of forest types, the profile analysis (Zarnovican et al., 1994a) appears very suitable.

Finally, the precision of model (6) for estimating the site index of three forest types was evaluated using the mean absolute and relative error. This error was calculated by classes of ten years and the results are given in Tab. IV. Graphic illustration of absolute and relative error as a function of age for the three sites is provided in Figs. 4 and 5.

It should be noted (Tab. IV) that the accuracy of the site index model is adequate for the HFOD and KTOD stands: the absolute error never exceeds ± 0.5 m and the relative error is less than 5% for all age classes. In the case of site HMAR, the model is imprecise for ages less than 20 years. However for the remainder of the age classes, the model is adequate: the estimation error never exceeds $\pm 5\%$, or ± 1 m.



4. Absolute error of site index prediction for Scots pine on three sites



5. Relative error of site index prediction for Scots pine on three sites

VALIDATION OF MODEL

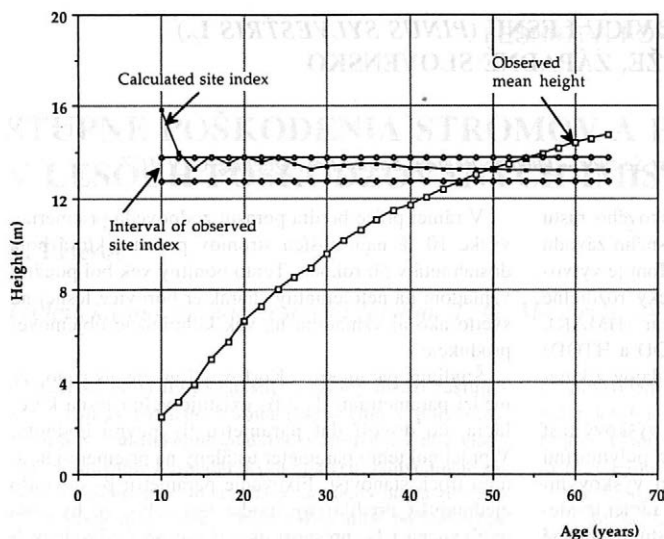
The validation of model (6) was made using the estimate of parameter β_3 for KTOD and using the mean height and age series (Tab. V) from stem analysis of five dominant trees (Fig. 6) for stand located on the top of a dune in Humence locality (HTOD).

For the mean data of (V), model (6) estimates the site index at 13.2 m and in comparison with the observed site index (13.3 m), the difference is -0.11 m. In the case of height growth series, the results of site index estimation by the model are illustrated in Fig. 6. It should be noted that between 10 and 30 years, in the

V. Summary of validation data for five dominant Scots pines from stand HTOD

Data	Mean	Standard deviation
Age (years)	65.6	0.9
Height (m)	14.9	0.3
Height at 50 years (m)	13.3	0.3

majority of cases, the estimated site index is located within the limits or two standard deviations interval (mean ± 2 standard deviation of five trees) and after 30 years, it is close to the observed site index.



6. Mean height, calculated site index with two standard deviations interval of observed site index for validation data of top of dune - HTOD

CONCLUSION

Korf's function was tested on Scots pine data from Šaštín-Stráže to derive an appropriate equation for height growth and a prediction model for site index using nonlinear least squares procedures. The results indicate that it is possible to model the height growth of Scots pine using Korf's three parameter function with parameter β_3 fixed, without any change to goodness of fit. It is possible, but remains to be verified, that parameter β_3 can be constant for one growth region.

A polymorphic-nondisjoint site index model was developed for Scots pine from three sites using Korf's function. In this model, in addition to average height of dominant trees and stand age, the forest type would have to be assigned to estimate the site index. The results show that the site index model adequately estimates the site index for developmental data. The model performance for three sites is adequate for ages over 20 years and standard estimation errors do not exceed $\pm 5\%$, or ± 1 m.

Validation of the site index model by means of independent data from a site located on the top of a dune showed that model (6) performs fairly well and in the majority of cases, the estimated site index followed the limits of two standard deviations interval.

References

- BUBLINEC, E., 1974. Podzolový pôdotvorný proces pod borovicovými porastami Záhoria. *Nauka o zemi*. Bratislava, SAV: 121.
- CLUTTER, J. L. - FORTSON, J. C. - PIENNAR, L. V. - BRISTER, G. H. - BAILEY, R. L., 1983. *Timber management: a quantitative approach*. New York, John Wiley and Sons: 331.
- HALAJ, J. - GRÉK, J. - PÁNEK, F. - PETRÁŠ, R. - ŘEHÁK, J., 1987. Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Bratislava, *Príroda*: 362.
- HLADÍK, M., 1992. Problematika bonitovania lesných porastov v produkčnom výskume. In: *Metodológia v produkčnej ekológii*. Zbor. ref. ÚD SAV, Vieska nad Žitavou: 111-116.
- KARISH, J. F. - BORDEN, F. Y., 1976. Parameter correlation effects in non-linear mathematical models for biological growth. *Penn. State Univ., School For. Resour., Res. Briefs*, 10: 11-15.
- PÁNEK, F., 1976. Konstrukce bonitního vějře pomocí Korfovy růstové funkce. *Lesn. Čas.*, 22: 129-139.
- ŘEHÁK, J., 1975. Metodické otázky konstrukce růstových tabulek pro borovici. *Lesnictví*, 21: 851-868.
- ROD, J., 1979. Návrh konstrukce bonitních výškových křivek. *Lesnictví*, 25: 911-925.
- SMITH, V. G. - WATTS, M., 1987. An assessment of the structural method of deriving a black spruce site equation. *Can. J. For. Res.*, 17: 1181-1189.
- ZARNOVICAN, R., 1979. Fonction de la croissance de Korf. *For. Chron.*: 194-197.
- ZARNOVICAN, R., 1992. Croissance en hauteur de l'épinette noire: région Lebel-sur-Quévillon et de Dolbeau au Québec. *Can. J. For. Res.*, 22: 1378-1386.
- ZARNOVICAN, R. - VALTÝNI, J. - TOMA, P., 1994a. Perspektívna analýza objemového prírastku borovice lesnej a duba letného-slavónskeho v Záhorскеj nížine. *Lesn. Čas. - Forestry Journal*, 40: 11-25.
- ZARNOVICAN, R. - VALTÝNI, J. - TOMA, P., 1944b. Rámcové porovnanie reálneho rastu borovice lesnej na záhorských pieskoch s údajmi v rastových tabuľkách. *Lesn. Čas. - Forestry Journal*, 40: 193-202.
- ZEIDE, B., 1978. Standardisation of growth curves. *J. For.*, 76: 289-292.
- SYSTAT: Statistics, Version 5.2 Edition. Evanston, IL; SYSTAT, Inc., 1992: 724.

Arrived on 21st February 1995

BONITNÝ MODEL PRE BOROVICU LESNÚ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) NA PIESKOCH ŠAŠTÍN-STRÁŽE, ZÁPADNÉ SLOVENSKO

R. Zarnovican, C. Laberge

Prírodné zdroje Kanady, Canadian Forest Service – Quebec Region, Sainte-Foy, Québec, G1V 4C7

Predmetom práce je modelovanie výškového rastu borovice lesnej na viatych pieskoch u Lesného závodu Šaštín-Stráže, Západné Slovensko. Jej cieľom je vytvorenie bonitného modelu pre tri ekologicky rozdielne stanovišťa viatych pieskov, a to močiar (HMAR), úpätie duny (HFOD) a vrchol duny (KTOD a HTOD) pomocou Korfovej funkcie a rastových údajov z kmeňových analýz.

Analýza rastových údajov ukázala, že výškový rast borovice lesnej na troch stanovištiach má polymorfnú temporárnu štruktúru s pretínajúcimi sa výškovými krivkami. Je treba sa zmieniť o tom, že v rámci triedenia temporárnej štruktúry výškového rastu je možné rozlíšiť tri základné formy. Prvá, alebo anamorfná, štruktúra je charakterizovaná proporcionálnym vývojom jednotlivých výškových kriviek, ktoré sa nikdy nepretínajú. Druhá temporárna štruktúra je polymorfná, pretože vývoj výškových kriviek nie je proporcionálny a výškové krivky sa nepretínajú. Nakoniec tretia temporárna štruktúra je polymorfná, lebo vyjadruje neproporcionálny vývoj výškových kriviek, ktoré sa navzájom pretínajú. Tento posledný prípad bol popísaný pre výškový rast borovice lesnej na viatych pieskoch u LZ Šaštín-Stráže.

Skutočnosť, že rast borovice lesnej nie je proporcionálny a výškové krivky sa pretínajú, jasne postavila otázku použiteľnosti bonitného modelu rastových tabuliek na hodnotenie bonity borovicových porastov na viatych pieskoch. Nepotvrdenie základnej hypotézy bonitného modelu rastových tabuliek, t. j. proporcionálny a monomorfný výškový rast, zároveň zdôraznilo nutnosť skúmania modelácie bonity rastovou funkciou s použitím iných faktorov (napr. s použitím jednotiek funkčnej typologickej klasifikácie). V takejto perspektíve bola modelovaná aj výšková bonita borovice lesnej na viatych pieskoch u LZ Šaštín-Stráže pomocou Korfovej funkcie, do ktorej sa integrovali stanovištné charakteristiky viatych pieskov.

V rámci práce bonita porastu zodpovedá priemernej výške 10 % najhrubších stromov porastu, ktorá bola dosiahnutá v 50 rokoch. Tento bonitný vek bol použitý vzhľadom na netolerantný charakter borovice lesnej na svetlo ako aj vzhľadom na vek kulminácie objemovej produkcie.

Štúdium parametrov Korfovej funkcie ukázalo, že medzi parametrami β_2 a β_3 existuje veľmi tesná korelácia, čo dovoľí dať parametru β_3 pevnú hodnotu. V práci bol tento parameter ustálený na priemernú hodnotu troch stanovišť. Fixovanie parametru β_3 dovolilo zjednodušiť prediktívny model bez toho, že by bola ovplyvnená jeho presnosť ako aj presnosť odvodených rastových charakteristík (vek inflexného bodu, výška v 50 rokoch).

Na základe zjednodušenej Korfovej funkcie odvodil sa algebraickou úpravou tzv. polymorfný ucelený model (6), ktorý sa použil na odhad bonity. Tento model dovoľí odhadnúť bonitu stanovišťa pomocou troch premenných, a to meranej priemernej hornej výšky (h_{10}) porastu, veku porastu a pomocou tzv. „dummy“ nemej premennej (TP), ktorá predstavuje odhad parametra β_2 pre príslušné stanovište. Tento model nie je uzavretý, ale dovoľuje pričlenenie ďalších lesných typov, ktorých výškový rast je štatisticky rozdielny. Pre posúdenie, či nové stanovište predstavuje naozaj rozdielny výškový rast, mnohonásobná profilová analýza predstavuje výhodnú testovaciu charakteristiku.

Výsledky s použitím bonitného modelu (6) sú pozitívne, čo ukazuje možnosť jeho použitia na praktické účely. V rámci porovnania regresných chýb (okrem stanovišťa Humence-Močiar) regresná chyba bonitného modelu neprekročila ± 1 m alebo ± 5 %. Pre stanovište Humence-Močiar sa takáto chyba dosiahne iba po 20 rokoch. Skúška presnosti modelu na nezávislých údajoch kmeňových analýz z temena duny ukázala, že model je dostatočne presný a po 20 rokoch neprekročil interval $\pm 1,1$ m.

Pinus sylvestris (L.); bonitný model; Korfova funkcia

Contact Address:

Dr. Richard Zarnovican, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service – Quebec Region, P.O. Box 3800, Sainte-Foy, Québec, G1V 4C7, Canada

STUPNE POŠKODENIA STROMOV A PORASTOV V LESOCH POŠKODZOVANÝCH IMISIAMI

A. Priesol

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

V práci sa potvrdili stochastické vzťahy medzi zastúpením stromov rôzneho stupňa poškodenia v porastoch. Preto je v praktickej hospodárskej úprave pre diferencované plánovanie hospodárskych opatrení odôvodnené zaraďovanie porastov do stupňa poškodenia podľa zisteného relatívneho podielu silne a veľmi silne poškodených stromov (3 + 4). Pre kvantifikáciu strát na prírastku a zároveň sa v práci podáva návrh metódy na definovanie stupňov poškodenia porastu percentom defoliácie. Metóda sa zakladá na poznatku, že pre rovnaké ukazovatele zdravotného stavu U_z (vypočítané bez váhy rozpätia a s uvažovaním váhy rozpätia stupňov poškodenia stromov) je percentuálna defoliácia stupňov poškodenia porastov rovnaká.

stupne poškodenia stromov a porastov; imisie; defoliácia; Slovensko

ÚVOD A CIEĽ PRÁCE

*Podkladom pre plánovanie v hospodárskej úprave lesov poškodzovaných imisiami sú imisné typy, pásma ohrozenia a stupne poškodenia stromov a porastov.

Imisné typy určujú hlavné chemické zložky imisií. Na Slovensku rozlišujeme kyslé imisné typy, ktoré sú najviac rozšírené (98,5 %), zásaditý imisný typ magnéziový, ktorý je síce málo rozšírený (len 0,66 %), ale jeho vplyv na porasty je výrazný, a imisný typ čpavkový, ktorý sa vyskytuje na nepatrnej ploche na málo zalesnenom území listnatej oblasti.

Pásma ohrozenia (A, B, C, D) charakterizuje predovšetkým intenzita imisného zaťaženia územných celkov, ktoré spôsobuje určitú dynamiku poškodzovania lesných porastov a ovplyvňuje ich životnosť. Orientačné hodnoty zaťaženia územia SO_2 a životnosti porastov udávajú predpisy a príslušná literatúra.

Stupne poškodenia jednotlivých stromov sú definované rozpätím percenta defoliácie. Stupne poškodenia porastov sú definované zastúpením silne, prípadne i stredne poškodených stromov. To znamená, že nie sú definované percentom defoliácie, ktoré je rozhodujúce pre kvantifikáciu strát na produkcii v dôsledku dlhodobého poškodzovania lesov imisiami. Okrem toho stup-

ne poškodenia jednotlivých stromov majú rôzne rozpätie defoliácie a teda aj rôznu váhu, ktorú je potrebné brať do úvahy pri výpočte priemerného poškodenia porastu. Cieľom práce je:

- preskúmať zastúpenie stupňov poškodenia stromov v stupňoch poškodenia porastov,
- definovať stupne poškodenia porastov percentom defoliácie.

MATERIÁL A METODIKA

Podkladový empirický materiál tvorí 148 smrekových porastov z oblasti Kysucko-Oravských Beskyd, Spiša a 50 trvalých monitorovacích plôch (TMP) Lesníckeho výskumného ústavu vo Zvolene.

V porastoch rôznej imisnej záťaže vo veku nad 50 rokov v nadväznosti na popis porastov sa hodnotilo poškodenie stromov, biosociologické postavenie stromov a kvalita kmeňa (A, B, C, D) na 10 stromových stanoviskách a zisťoval sa i hrúbkový prírastok pre stredný kmeň.

Na monitorovacích plochách sa zisťuje defoliácia poškodených stromov s 10% odstupňovaním, na základe ktorého sa jedince zaraďujú do stupňov poškodenia stromov.

Takto sa získalo 10 626 stromov smreká ohodnotených podľa stupňov poškodenia stromov (0, 1, 2, 3, 4) pre účel tejto práce. Z empirického materiálu sa vypočítalo relatívne zastúpenie počtu stromov v jednotlivých stupňoch poškodenia stromov v závislosti od priemerného stupňa poškodenia (U_z), ktoré sa matematicky vyrovnalo funkciou polynómu vhodného stupňa. Pre určenie priemerného poškodenia porastov sa uvažuje rôzna váha rozpätia defoliácie stupňov poškodenia stromov (0 = 1; 1 = 1,5; 2 = 3,5; 3 = 3; 4 = 1) a stred rozpätia defoliácie stupňov poškodenia stromov (0 = 5 %; 1 = 17,5 %; 2 = 42,5 %; 3 = 75 %; 4 = 95 %).

Defoliácia stupňa poškodenia porastu sa vypočíta ako zväžený aritmetický priemer relatívneho zastúpenia počtu stromov a stredy rozpätia defoliácie príslušných stupňov poškodenia stromov v závislosti od priemerného stupňa poškodenia stromov U_z . Odôvodnenosť tohoto postupu sa overila na monitorovacích plochách Lesníckeho výskumného ústavu vo Zvolene.

Klasifikačný systém poškodzovania stromov a porastov v rámci hospodárskej úpravy lesov v SR a ČR je systém dvojstupňový. Stupeň poškodenia jedného stromu sa určuje podľa percentuálnej straty ihličia (defoliácie). Táto metóda však neumožňuje kvantifikovať rozdiely poškodenia pre konkrétne porasty. Preto sa zvolil druhý krok nášho systému – stupne poškodenia porastov (Henžlík, Žlábek, 1988; Henžlík, 1991). V praxi hospodárskej úpravy lesov sa zaraďovanie konkrétnych porastov zakladá na percentuálnom zastúpení silne a viac poškodených porastov, prípadne aj stredne a slabšie poškodených stromov, čo vyplýva zo stochastických vzťahov medzi zastúpením stromov rôzneho stupňa poškodenia v poraste (Kučera, 1978; Henžlík, 1989).

Stupne poškodenia stromov sú definované percentom defoliácie a platia pre ne rozpätia defoliácie a ich stredné hodnoty v tab. I.

I. Rozpätie defoliácie stupňov poškodenia stromov – The defoliation range for the degrees of damage to trees

Stupeň poškodenia ¹	Defoliácia ² (%)	Stred ³
0	0–10	5,0
1	11–25	17,5
2	26–60	42,5
3	61–90	75,0
4	91–100	95,0

¹degree of damage, ²defoliation, ³median

Stupne poškodenia porastov nie sú definované podľa priemerného poškodenia (defoliácie), ale zastúpením stromov poškodených určitým stupňom zatriedovania porastov do stupňov poškodenia sa vykonáva podľa kritérií v tab. II.

II. Klasifikácia stupňov poškodenia porastov – Classification of the degrees of damage to stands

Stupeň poškodenia porastu ¹	Stupeň poškodenia jedného stromu ² (max. %)			
0	0	1	2+	3+
0/I	100			
I		20		
II			32 alebo	5
IIIa			64 alebo	30
IIIb				70
IVa				100

¹degree of damage to stand, ²degree of damage to a tree in %

Vzťah stupňov poškodenia stromov a stupňov poškodenia porastov sa skúmal v závislosti na priemernom stupni poškodenia stromov v poraste, ktorý označujeme ako ukazovateľ zdravotného stavu porastu (U_z).

U_z sa vypočíta ako zväžený aritmetický priemer stupňov poškodenia stromov a ich relatívneho zastúpenia podľa vzťahu

$$U_z = (0.n_0\% + 1.n_1\% + 2.n_2\% + 3.n_3\% + 4.n_4\%) : 100 \quad (1)$$

kde: U_z – ukazovateľ zdravotného stavu,

$n\%$ – relatívne zastúpenie počtu stromov v stupňoch poškodenia stromov 0, 1, 2, 3, 4.

Relatívne zastúpenie stupňov poškodenia stromov v závislosti na U_z sa matematicky vyrovnalo tak, aby vyrovnané údaje všetkých stupňov poškodenia pre každý ukazovateľ U_z dávali v súčte 100 %. Úlohou matematického vyrovnania bolo nájsť také funkcie, ktoré by čo najlepšie prechádzali empirickými údajmi a dosahovali pritom najnižšie kvadratické odchýlky a najvyššie hodnoty indexu korelácie. Daným podmienkam a empirickým údajom najlepšie vyhovovala funkcia polynómu 2. až 4. stupňa, pri ktorom index korelácie všetkých stupňov poškodenia je štatisticky vysoko významne rozdielny od nuly $r_{0,01}$ ($22 = 0,515$) a stredné relatívne chyby sa pohybuju od 18 do 44 %.

Grafické znázornenie zastúpenia stupňov poškodenia stromov v stupňoch poškodenia porastov v závislosti na priemernom stupni poškodenia stromov (U_z) je na obr. 1.

URČENIE PERCENTA DEFOLIÁCIE STUPŇA POŠKODENIA PORASTOV

Vzhľadom na skutočnosť, že stupne poškodenia stromov majú rôzne rozpätie defoliácie, bolo potrebné preskúmať vplyv rôznej váhy stupňov poškodenia na určenie percentuálnej defoliácie stupňa poškodenia porastov. Zistené percentá zastúpenia stupňov poškodenia stromov v závislosti na U_z sa vynásobili váhou stupňa poškodenia stromov ($0 = 1, 1 = 1,5, 2 = 3,5, 3 = 3, 4 = 1$) a vypočítali sa hodnoty U_z pre zväžené zastúpenie stupňov poškodenia stromov v porastoch. Ukázalo sa, že pre rovnaké U_z (vypočítané bez váhy rozpätia a s uvažovaním váhy rozpätia stupňa poškodenia stromov) sú percentá defoliácie stupňov poškodenia porastov rovnaké. Váha rozpätia stupňov poškodenia stromov sa prejavuje posunom hraníc rozpätia stupňov poškodenia porastov v závislosti na U_z , ako to ilustruje obr. 2.

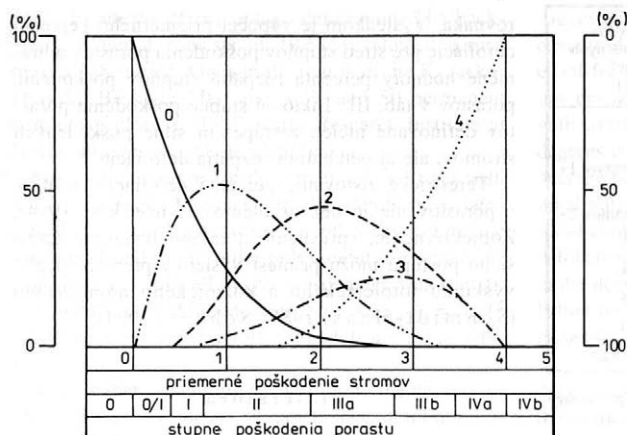
Priemerné poškodenie porastu udané percentom defoliácie možno preto vypočítať ako zväžený aritmetický priemer percentuálnej defoliácie pre stred rozpätia stupňov poškodenia stromov (tab. I) a percentuálneho zastúpenia stupňov poškodenia stromov v stupňoch poškodenia porastov podľa vzorca

$$D_{por} = \sum_{i=0}^4 \frac{p_i \cdot n_i}{100} \quad (2)$$

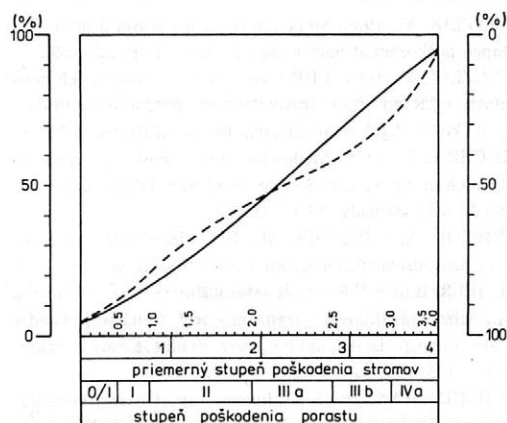
kde: D_{por} – defoliácia porastu (%),

p_i – percento defoliácie pre stred rozpätia stupňov poškodenia stromov,

n_i – percento zastúpenia stupňov poškodenia stromov v stupňoch poškodenia porastov.



1. Zastúpenie stupňov poškodenia stromov v stupňoch poškodenia porastov v závislosti na priemernom stupni poškodenia stromov (U_z) – The share of the degrees of damage to trees in the degrees of damage to stands as depending upon the average degree of tree damage (U_z)



2. Priebeh percent defoliácie stupňov poškodenia porastov v závislosti na U_z (bez váhy rozpätia – plná čiara, s váhou rozpätia – prerušovaná čiara) – Percentage defoliation of the degrees of damage to stands as depending upon U_z (without the weight of the range – solid line, with the weight of the range – broken line)

Priemerné percento defoliácie pre stred stupňov poškodenia porastov a hraničné hodnoty percent rozpätia stupňov poškodenia porastov udáva tab. III.

Pre overenie návrhu metódy na určenie percentuálnej defoliácie stupňov poškodenia porastov sa použil empirický materiál 50 TMP Lesníckeho výskumného ústavu vo Zvolene. Na TMP sa zisťuje defoliácia poškodených stromov s 10% odstupňovaním, na základe ktorého sa jedince zaraďujú do stupňov poškodenia stromov. Porovnanie výsledkov obidvoch postupov určenia defoliácie porastu ukázalo, že odchýlky v jednotlivých prípadoch nepresahujú $\pm 3\%$.

Navrhovaná metóda umožňuje zaradenie hodnotených porastov do stupňov poškodenia podľa tab. III na základe hraničných hodnôt (rozpätia) defoliácie stupňov poškodenia porastu, ktoré odpovedajú priemernému stupňu poškodenia stromov U_z .

Zatriedenie poškodzovaného porastu do stupňa poškodenia možno teda vykonať:

- podľa percenta silne a viac poškodených stromov,
- podľa priemerného stupňa poškodenia stromov (U_z),
- podľa rozpätia percenta defoliácie stupňov poškodenia porastov, podľa kritérií, ktoré možno napísať takto:

III. Výpočet priemernej defoliácie stupňa poškodenia porastu – Calculation of average defoliation of the degree of stand damage

Stupeň poškodenia stromov ¹	Defoliácia pre stred ² (%)	Percentuálne zastúpenie stupňov poškodenia stromov v stupňoch poškodenia porastov ³												
		0/I		I		II		IIIa		IIIb		IVa		IVb
4	95	–	–	–	–	–	1	8	14	22	31	42	68	100
3	75	–	–	–	–	4	9	17	20	22	23	23	16	–
2	42,5	–	–	2	11	19	38	44	44	41	36	30	16	–
1	17,5	–	–	25	44	51	52	42	27	20	13	8	4	–
0	5	100	75	54	37	25	10	4	2	2	2	1	–	–
Priemerné percento defoliácie ⁴		8,1		16,2		31,7		50,3		63,5		83,4		100
Hraničné percento defoliácie ⁵		5,0–11,2		11,3–21,4		21,5–44,0		44,1–57,2		57,3–70,7		70,8–95,0		
Ukazovateľ zdravotného stavu ⁶ : U_z		0,0–0,5		0,51–1,0		1,01–2,0		2,01–2,5		2,51–3,0		3,01–4,0		sucháre ⁷

¹degree of damage to trees, ²defoliation for median, ³share of the degrees of tree damage in the degrees of stand damage, ⁴average percentage defoliation, ⁵marginal percentage defoliation, ⁶health indicator, ⁷dead standing trees

Stupeň poškodenia porastu ¹	U_z^2	Percento roz- pätia defo- liácie stupňa poškodenia porastu ³	Percento silne a viac poškodených stromov ⁴ (3 + 4)
0	0	0	0
0/I	0,00–0,5	5–11	0 max. 46 % stromov 1+
I	0,51–1,0	12–21	0–4 max. 23 % stromov 2+
II	1,01–2,0	22–44	5–25
IIIa	2,01–2,5	45–57	26–44
IIIb	2,51–3,0	58–71	45–65
IVa	3,01–4,0	72–95	66–100
IVb	sucháre	100,0–sucháre	100 % sucháre

¹degree of stand damage, ²health indicator, ³marginal percentage defoliation, ⁴share of the degrees of damage to trees (3 + 4)

Percentá defoliácie pre stred stupňa poškodenia porastu možno použiť na kvantifikáciu prírastkových strát v dôsledku poškodzovania porastov imisiami (index objemového prírastku, index koeficienta očakávaných zásob).

ZÁVER

V práci sa potvrdili stochastické vzťahy medzi zastúpením stromov rôzneho stupňa poškodenia v porastoch a podáva sa návrh na metódu definovania stupňov poškodenia porastu percentom defoliácie.

Vzťahy medzi percentom silne a viac poškodených stromov a stupňov poškodenia porastu možno preto využiť v praxi hospodárskej úpravy lesov, lebo sú založené na znakoch výraznej defoliácie korún stromov dobre rozpoznateľných v teréne.

Metóda definovania stupňov poškodenia porastov percentom defoliácie porastu (jeho hraničnými hodnotami) sa zakladá na poznatku, že pre rovnaké U_z (vypočítané bez váhy percenta rozpätia a s uvažovaním váhy percenta rozpätia stupňov poškodenia stromov) je percentuálna defoliácia stupňov poškodenia porastov

rovnaká. Výsledkom je výpočet priemerného percenta defoliácie pre stred stupňov poškodenia porastov a hraničné hodnoty percenta rozpätia stupňov poškodenia porastov v tab. III. Takto sú stupne poškodenia porastov definované nielen zastúpením silne poškodených stromov, ale aj percentom rozpätia defoliácie.

Terestrické zisťovanie percenta defoliácie stromov a porastov nie je bez problémov (Šmelko, 1994). Zobjektívnenie, spresnenie a racionalizáciu doterajšieho postupu môžu priniesť výsledky prebiehajúceho výskumu fotoleteckého a kozmického monitoringu (Schmidt-Haas, 1986; Scheer, 1994).

Literatúra

- HENŽLÍK, V. – ŽLÁBEK, J., 1988. Hospodárska úprava lešů v oblastiach postihovaných exhalacemi v ČSR. Lesn. Práce, 67: 345–349.
- HENŽLÍK, V., 1989. Stupeň poškození porostu a průměrný stupeň poškození stromů v porostu. Lesn. Práce, 68: 382.
- HENŽLÍK, V., 1991. LHP v změnách ekologických podmínek ČR. In: Zbor. Hospodárska úprava lesov v zmenených ekologických podmienkach. Považská Bystrica: 73–80.
- KUČERA, J., 1978. Sledování vývoje poškození porostů hlavních dřevin se znečištěným ovzduším. [Závěrečná zpráva.] Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 37.
- PRIESOL, A. – HLADÍK, M., 1993. Hospodárska úprava lesov poškodzovaných imisiami. Zvolen, ES Techn. Univ.: 131.
- SCHEER, L., 1994. Rastrový informačný systém poškodenia na podklade družicových scén. In: Zbor. Aktuálne problémy v rozvoji hospodárskej úpravy lesov. Zvolen, Lesnícka fakulta TU: 133–139.
- SCHMIDT-HAAS, P., 1987. Inventur und Überwachung des Gesundheitszustandes des Waldes. Schweiz. Z. Forstwes., 138: 837–853.
- ŠMELKO, Š., 1994. Dosiahnuteľná presnosť terestrického odhadu straty asimilačných orgánov stromov v rámci jednotlivých porastov. In: Zbor. Aktuálne problémy v rozvoji hospodárskej úpravy lesov. Zvolen, Lesnícka fakulta TU: 145–152.

Došlo 8. 6. 1995

DEGREES OF DAMAGE TO TREES AND STANDS IN FORESTS EXPOSED TO AIR POLLUTION EFFECTS

A. Priesol

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

A classification system of damage to forests used in the forest management in the Czech Republic and in the Slovak Republic is a system relying on two degrees of damage. Degrees of damage to a tree (0, 1, 2, 3, 4) are determined by percentage defoliation (Tab. I). Degrees of damage to stands (0, 0/I, I, II, IIIa, IIIb, IVa, IVb) are determined by the percentage of heavily dam-

aged trees (Tab. II), which is a satisfactory criterion for management planning. But the degrees of damage to stands should also be determined by percentage defoliation in order to quantify the loss of volume yield.

The objective of the paper: review of the share of the degrees of damage to trees in the degrees of damage to stands and definition of the degree of damage to

stands by means of percentage defoliation. The background material consists of 10,626 evaluated spruce trees in 148 spruce stands in the region of the Kysucko-Oravské Beskydy Mts. and Spiš, and 50 permanent monitoring plots of the Forestry Research Institute at Zvolen all over the whole of Slovakia.

Stochastic relations for the percentages of trees with various degrees of damage in the stands have been proved. Empirical data were smoothed by fitting the function of 2nd to 4th order polynomial, for which the correlation index of all degrees of damage was statistically significantly different from zero: $r_{0.01(22)} = 0.515$ and relative standard errors ranged from 18 to 44% (Fig. 1).

In the paper a method of determining the degrees of stand damage by means of percentage defoliation is

suggested. The method is based on the fact that percentage defoliation of the degrees of stand damage is equal for the same U_z – formula (1) – calculated without considering the weight of percentage range and with considering the weight of percentage range of the degrees of damage to trees (Fig. 2). Tab. III shows the average percentage defoliation for the median and marginal values of the defoliation range of the degrees of stand damage calculated according to formula (2). The defoliation range makes it possible to include the stands in the degrees of damage, the values of percentage defoliation for the median of the degree of stand damage can be used to quantify the loss of volume yield.

degrees to damage to trees and stands; air pollutants; defoliation; Slovakia

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., Technická univerzita, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika

Palomäki, V. – Holopainen, J. K. – Holopainen, T.: Effects of drought and waterlogging on ultrastructure of Scots pine and Norway spruce needles (Účinky sucha a zamokření na ultrastrukturu jehlic borovice lesní a smrku ztepilého)

Trees, 1994, s. 98–105 – 21 obr., 5 tab., lit. 29

Prohláží rozsáhlé studie vlivu imisí na fyziologii jehlic jehličnanů, ale až dosud se věnovala menší pozornost výzkumu přirozených stresů na ultrastrukturu těchto jehlic. V práci je informace o výzkumu účinků stresu spojeného s vodou na ultrastrukturu dvouletých semenáčků borovice lesní a pětiletých semenáčků smrku ztepilého. Pokusy byly skleníkové. U stresu způsobeného suchem byla pozorována plazmolýza mezofylu a transfuzních parenchymatických pletiv, agregace chloroplastového stroma a jeho oddělení od thylakoidů, snížená velikost abundance škrobových zrn v jehlicích obou dřevin. Byly zjištěny koncentrace lipidních tělísek kolem chloroplastů v jehlicích borovice. Při zamokření bylo pozorováno bobtnání floémových buněk u jehlic borovice. U obou dřevin byla zjištěna velká škrobová zrna, mírné bobtnání thylakoidů, zvýšená translucence plastoglobulí v chloroplastech. Koncentrace fosforu byla vyšší než u jehlic borovice. Koncentrace fosforu, vápníku a hořčíku byla u smrkových jehlic nižší při zamokření ve srovnání s kontrolou. Výsledky ukazují, že počáteční příznaky stresu sucha se dají zjistit v jehlicích. Oddělení chloroplastového stroma od thylakoidů je nejcharakterističtější příznak sucha. U zamokření se příčina stresu dá zjistit mikroskopickými metodami jen s velkými obtížemi. Ultrastrukturální příznaky u jehlic zamokřených jedinců mají vztah k vyvíjející se nerovnováze živin v jehlicích. – *M. Pagač*

Innes, J. L.: Influence of air pollution on the foliar nutrition of conifers in Great Britain (Vliv imisí na listovou výživu jehličnanů ve Velké Británii)

Environmental Pollution, 1995, s. 183–192 – 4 obr., 6 tab., početná lit.

V mnoha studiích se dozvídáme o problémech výživy v evropských lesích. Poruchy jsou spojeny s vizuálními efekty, zvláště s odbarvením listů a transparentností korun. Ukazuje se, že mnoho těchto karentních jevů vzniklo jako důsledek kombinace pěstebních zásahů a klimatických podmínek. V Británii založila Forestry Commission v r. 1984 síť monitorovacích ploch. Předložená zpráva se týká stavu výživy jehlic smrku sitky, smrku ztepilého a borovice lesní v celkem 108 porostech. Hladina draslíku byly běžně zcela nízké. Analýza některých těžkých kovů jako olova a mědi nevykázala pravděpodobné problémy toxicity. Hladina síry, dusíku a železa v listech a na listech měla vztah k různým mírám znečištění sítou a dusíkem. Přímé znečištění ovzduší má větší vliv na listovou analýzu síry, dusíku a železa než mokré dispozice. Vzorky byly odebrány ze stojících stromů. Jeden vzorek větve byl odříznut ze sedmého přeslenu, počítáno od vršku každého vzorku. Na základě získaných výsledků se prokazuje, že bude třeba citlivějších ukazatelů než jsou chemické poměry, když se mají použít zásady teorie kritického zatížení. – *M. Pagač*

INTERPRETAČNÝ KĽÚČ – TOPOGRAFICKÉ PRVKY A DREVINY NA FAREBNÝCH SYNTÉZACH

Š. Žihlavič, J. Paľaga

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

Výsledkom vizuálnej interpretácie farebných syntéz vyhotovených z čiernobielych snímok zonálnych z leteckého fotografického multispektrálneho snímkovania je zostrojenie interpretačného kľúča pre topografické prvky a dreviny. Skladá sa z troch častí: 1. základné farebné vyjadrenie interpretovaného prvku v príslušnej farebnej syntéze; 2. slovný opis – podrobnejšia charakteristika interpretovaných prvkov; 3. vhodnosť použitia jednotlivých farebných syntéz pre rôzne topografické prvky a dreviny. Interpretačný kľúč je prakticky využiteľný vo viacerých oblastiach lesníckej činnosti, najmä: pri identifikácii hraníc lesných porastov a ďalších líniových prvkov; pri určovaní niektorých druhov drevín; pri posúdení plošného rozmiestnenia niektorých jednotlivých drevín a skupín listnatých a ihličnatých drevín na ploche porastu; pri identifikácii plôch s rôznym krytom povrchu.

multispektrálne snímkovanie; farebné syntézy; vizuálna interpretácia; interpretačný kľúč; identifikácia topografických prvkov a drevín

ÚVOD A PROBLEMATIKA

V rozvoji vedného odboru diaľkového prieskumu Zeme (DPZ) došlo v posledných rokoch pri získavaní informácií o objektoch a javoch na zemskom povrchu k výraznému pokroku. Okrem klasických čiernobielych a farebných fotografických snímok sa začali využívať v rôznych oblastiach ľudskej činnosti ďalšie fotografické i nefotografické snímky, resp. záznamy z lietadiel i družíc. Sú to najmä infračervené, multispektrálne, spektrozónálne, termálne a radarové snímky, ktoré poskytujú veľké množstvo kvantitatívnych, ale najmä kvalitatívnych informácií.

Jednou z oblastí, kde je široká možnosť využitia týchto informácií, je lesnícke mapovanie, ktoré má prevažne charakter tematického účelového mapovania. Na požiadavkám na primeranú kartografickú presnosť pristupujú požiadavky na zobrazenie rôznych špeciálnych lesníckych prvkov. Pritom tieto prvky tvoria buď samostatnú tematickú náplň mapy (napr. farebné vyjadrenie veku porastov v porastových mapách), alebo sú podkladom pre určenie kartografických prvkov (napr. určenie hraníc porastov pri fotogrametrickom vyhodnotení za pomoci interpretácie). Snaha o racionalizáciu

mapovacích prác vedie k tomu, aby sa pri tvorbe máp vychádzalo z podkladov, ktoré umožnia ich využitie pre tvorbu polohopisnej a výškopisnej zložky mapy ako aj pre tvorbu tematického obsahu mapy.

V posledných rokoch je časť výskumu Katedry hospodárskej úpravy lesov a geodézie Lesníckej fakulty Technickej univerzity vo Zvolene zameraná na posúdenie možnosti využitia rôznych materiálov DPZ pre účely lesníckeho mapovania. Jedným z týchto materiálov sú aj snímky z leteckého fotografického multispektrálneho snímkovania. Tieto snímky možno vyhodnocovať buď ako klasické čiernobiele, ale možno ich použiť aj na tvorbu farebných syntéz, čím sa výrazne zlepšia ich interpretačné možnosti.

Materiálom z oblasti multispektrálneho snímkovania sa doteraz venovala pozornosť prevažne v oblasti zisťovania stavu lesa a využívajú sa najmä družicové snímky, menej letecké snímky. Na ilustráciu možno uviesť niektoré práce – napr. Faiman (1988), Hildebrandt et al. (1987), Koch et al. (1984), Račko, Scheer (1985).

V príspevku je uvedená časť z výskumnej úlohy Katedry HÚL a geodézie LF TU vo Zvolene *Mapovanie rozmiestnenia kvantitatívnych a kvalitatívnych znakov lesa s využitím metód diaľkového prieskumu Zeme* (Žihlavič et al., 1993), ktorá sa zaoberá vizuálnou interpretáciou farebných syntéz s výsledkom v podobe interpretačného kľúča *Topografické prvky a dreviny na farebných syntézach*.

PODKLADOVÝ MATERIÁL

Na vizuálnu interpretáciu sa použili farebné syntézy, ktoré boli vyhotovené z čiernobielych snímok zonálnych z leteckého fotografického multispektrálneho snímkovania v letnom období (august) z oblasti Školského lesného podniku TU vo Zvolene. Tieto snímky boli vyhotovené multispektrálnou komorou Zeiss MSK-4 so štyrmi kanálmi (vlnové dĺžky 460–500 nm, 520–560 nm, 640–680 nm, 790–890 nm) v mierke 1 : 15 000 a vo formáte 9 x 7 cm.

Farebné syntézy boli vyhotovené na multispektrálnom projektore Zeiss MSP-4. Z možných kombinácií farebných syntéz sa použila syntéza v nepravých farbách (označovaná ako FALS). Už pri tvorbe farebných

syntézu sa posúdila vhodnosť farebného podania na matnici projektora tak, aby vynikli tie prvky, ktoré boli predmetom interpretácie. Ako najvýhodnejšie sa javili tri syntézy z kombinácie troch kanálov: zeleného (2), červeného (3) a infračerveného (4) takto:

- 1. kombinácia – poradie kanálov 4, 3, 2 ... syntéza A,
- 2. kombinácia – poradie kanálov 3, 4, 2 ... syntéza B,
- 3. kombinácia – poradie kanálov 2, 3, 4 ... syntéza C.

Obrazy týchto troch kombinácií kódovaných zeleným, červeným a modrým svetlom boli zachytené na fotografický pozitívny materiál v mierke 1 : 3000.

Kvôli zjednodušeniu sú v ďalšej časti príspevku tieto farebné syntézy označované ako syntézy A, B, C.

Ako podkladový materiál boli použité aj výsledky terénnej interpretácie a doplňujúce údaje z lesného hospodárskeho plánu a porastová mapa záujmového územia.

VIZUÁLNA INTERPRETÁCIA

Interpretáciu vykonalo nezávisle päť pozorovateľov, ktorí sa zamerali na určenie topografických prvkov a niektorých druhov drevín. Vyhodnotenie sa vykonalo len vizuálne (voľným okom a pomocou lupy) ako jednosnímokove, teda bez uplatnenia priestorových znakov.

Určovali sa tieto prvky: plochy s porastom a iné plochy s rôznym krytom povrchu, ihličnaté a listnaté porasty, jednotlivé druhy drevín, plošné rozmiestnenie drevín v rámci porastu, hranice lesných porastov a iné líniové prvky.

Výsledky interpretácie boli porovnané s priamym meraním a šetrením v identických porastoch, ktoré bolo vykonané v čase pred, počas a po uskutočnení snímokacieho letu (v mesiacoch jún, júl, august a prvá polovica septembra) v období troch rokov. Predmetom terestrického merania boli hranice lesných porastov, ostatné šetrenia spočívali v určení jednotlivých drevín, v zakreslení plošného rozmiestnenia drevín v poraste, v identifikácii plôch s rôznym krytom povrchu a líniových prvkov (cesta, potok a pod.).

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

- a) Jednoznačne sú odlišiteľné plochy s lesným porastom a ostatné plochy. Vcelku dobre možno rozlišovať aj listnaté a ihličnaté porasty, najmä podľa farby a farebného odtieňa, tvaru a štruktúry korún. Pomerne dobre možno podľa farby a štruktúry rozlíšiť ve-

kove veľmi rozdielne porasty (mladšie porasty majú jemnejšiu štruktúru a svetlejšie sfarbenie). Pri plochách s rastlinným krytom je intenzita farby silnejšia (na lúčnych enklávach je možné rozlíšiť pokosené časti).

- b) Interpretácia jednotlivých druhov drevín je výrazne lepšia pri ihličnatých drevinách, z ktorých najlepšie identifikovateľné sú borovica, smrek a smrekovec. Pri listnatých drevinách je interpretácia jednotlivých druhov sťažená (napr. na syntéze C možno ešte slabšie identifikovať dub a buk, na ostatných syntézach už nie).
- c) Pri posúdení plošného rozmiestnenia skupín listnatých a ihličnatých drevín sa na syntéze C prakticky dosiahla zhoda so skutočným stavom podľa terénneho šetrenia. Na syntéze A bola úspešnosť asi 80 %, na syntéze B asi 60 %.

Z troch vyhodnocovaných farebných syntéz sa ako najvýhodnejšie ukázala syntéza C, čo je dokumentované v tab. I.

INTERPRETAČNÝ KLÚČ

Pre topografické prvky a niektoré dreviny na farebných syntézach bol zostavený interpretačný kľúč, ktorý sa skladá z troch častí:

1. základné farebné vyjadrenie interpretovaného prvku v príslušnej syntéze,
2. slovný opis – podrobná charakteristika interpretovaných prvkov,
3. vhodnosť použitia jednotlivých farebných syntéz pre rôzne topografické prvky a dreviny.

Interpretačný kľúč je uvedený v tabuľkách IIa, IIb a IIc.

K zostaveniu interpretačného kľúča treba poznamenať:

- jednotlivé prvky sa interpretovali v čase od júna do prvej polovice septembra a do úvahy sa zobrali iba tie výsledky, ktoré zodpovedali tomuto obdobiu;
- v prvej časti interpretačného kľúča sa uvádza tá farba interpretovaného prvku, ktorá je prevládajúca. Určité odchýlky a niektoré špecifiká pre príslušný prvok sú uvedené v druhej časti interpretačného kľúča;
- pri slovnom opise v druhej časti interpretačného kľúča sa uvádzajú prevažne len tie interpretačné značky, ktoré sú charakteristické pre farebnú multispektrálnu syntézu alebo sú do určitej miery odlišné od

I. Vhodnosť interpretácie na multispektrálnych syntézach – The suitability of the interpretation on multispectral syntheses

Syntéza ¹	Interpretácia drevín ²									Odlíšenie listnatých od ihličnatých ³	Plochy s rôznym krytom ⁴
	bo ⁵	sm ⁶	smc ⁷	jd ⁸	db ⁹	bk ¹⁰	lp ¹¹	br ¹²	su ¹³		
C	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1
A	2	2	2	4	4	4	1	1	1	2	2
B	2	2	2	4	4	4	2	2	2	2	2

Hodnotenie¹⁴: 1 – dobre¹⁵ (70–100 %), 2 – stredne¹⁶ (30–70 %), 3 – slabšie¹⁷ (do 30 %), 4 – neidentifikovateľné¹⁸

¹ synthesis, ² interpretation of tree species, ³ discrimination of broadleaves and conifers, ⁴ areas with various cover, ⁵ pine, ⁶ spruce, ⁷ larch, ⁸ fir, ⁹ oak, ¹⁰ beech, ¹¹ lime, ¹² birch, ¹³ dead trees, ¹⁴ assessment, ¹⁵ 1 – good, ¹⁶ 2 – medium, ¹⁷ 3 – weak, ¹⁸ 4 – unidentifiable

Interpretovaný prvok ¹	Syntéza ² A	Syntéza ² B	Syntéza ² C
1. Cesta asfaltová ³	ružová	zelená	žltá
2. Cesta štrková ⁴	ružová	žltá	žltá
3. Plochy bez vegetácie ⁵	ružová	žltá	žltá
4. Plochy s nízkou vegetáciou ⁶	zelená	červená	modrá
5. Budovy ⁷	ružová až biela	žltá	žltá
6. Vodné toky a plochy ⁸	fialová	žltozelená	žltá
7–8. Porast listnatý ⁹	zelená	červená	modrá
9–10. Porast ihličnatý ¹⁰	zelená	červená	zelená
11. Borovica ¹¹	hráškovozelená	červená	žltohnedá
12. Smrek ¹²	modrozelená	červená	modrozelená
13. Smrekovec ¹³	zelená	ružová	modrozelená
14. Jedľa ¹⁴	–	–	modrozelená
15. Dub ¹⁵	–	–	modrá
16. Buk ¹⁶	–	–	modrá
17. Lipa ¹⁷	zelená	červená	fialovohnedá
18. Breza ¹⁸	zelená	oranžová	modrofialová
19. Sucháre ¹⁹	fialová	žltozelená	oranžová

¹interpreted element, ²synthesis, ³asphalt surfaced road, ⁴gravel surfaced road, ⁵areas without vegetation, ⁶areas with low vegetation, ⁷buildings, ⁸rivers and water surfaces, ⁹broadleaved stand, ¹⁰coniferous stand, ¹¹pine, ¹²spruce, ¹³larch, ¹⁴fir, ¹⁵oak, ¹⁶beech, ¹⁷lime, ¹⁸birch, ¹⁹dead trees

znakov z interpretácie klasických čiernobielych, príp. farebných meračských leteckých snímok uvádzaných v početnej literatúre (napr. Číhla, Hromádka, 1980; Huss, 1984; Žíhla, Scheer, 1990). Pri tvorbe tohoto interpretačného kľúča sa predpokladá, že jeho užívateľ by mal mať skúsenosti s interpretáciou klasických fotografických snímok;

- originálne vyhotovenie interpretačného kľúča má v druhej časti (tab. IIb) pri slovnom opise pre každý interpretovaný prvok obrazovú ukážku v príslušnej farebnej syntéze, čo z technických príčin v tomto príspevku chýba.

DISKUSIA A ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Vizuálna interpretácia farebných multispektrálnych syntéz ukázala, že najvýhodnejšia pre lesnícku interpretáciu je syntéza C. Pri drevinách možno jednoznačne rozlíšiť listnaté a ihličnaté dreviny. Z ihličnatých najlepšie identifikovateľné sú borovica, smrek a smrekovec. V rámci listnatých sa druh dreviny interpretuje ťažšie. Pri plochách sa dosiahla široká škála interpretácie podľa krytu povrchu.

Konkrétnym výsledkom je interpretačný kľúč *Interpretácia topografických prvkov a drevín na farebných syntézach*, ktorý je využiteľný pre rôzne úlohy, najmä:

- pri identifikácii hraníc lesných porastov a ďalších líniových prvkov,
- pri určovaní niektorých druhov drevín,
- pri posúdení plošného rozmiestnenia skupín listnatých a ihličnatých drevín v rámci porastov,

– pri identifikácii plôch s rôznym krytom povrchu.

Je zrejmé, že využívanie čiernobielych snímok zozbieraných z leteckého fotografického multispektrálneho snímkovania len jednoducho na vytvorenie farebných syntéz a následnú interpretáciu by bolo vzhľadom na veľké náklady ich vyhotovenia neekonomické. V rámci už spomenutej výskumnej úlohy (Žíhla et al., 1993) bola preukázaná aj možnosť ich využitia na fotogrametrické polohopisné vyhodnotenie pre tematické lesnícke mapovanie (zároveň bola preukázaná aj lepšia identifikácia hraníc lesných porastov na fotogrametrickom modeli pomocou interpretácie farebných syntéz).

Veľmi dobré výsledky sa dosiahli aj pri tvorbe digitálneho modelu terénu z týchto snímok (Chudý, Žíhla, 1994; Žíhla, Chudý, 1995). Aktuálnosť a hospodárnosť týchto snímok je práve v ich mnohoúčelovom využití. Na farebných syntézach interpretované topografické i špeciálne lesnícke prvky pomocou interpretačného kľúča možno doplniť do fotogrametricky určeného polohopisu i na digitálny model terénu, čím sa výrazne zvyšuje ich informačný obsah.

V rámci riešenia výskumnej úlohy (Žíhla et al., 1993) bola skúmaná aj možnosť automatizovanej interpretácie digitalizáciou snímok z leteckého multispektrálneho snímkovania pomocou systému Pericolor 3400 (firmy Matra, Francúzsko), ktorý bol vybavený softwarom Geopercolor. Pri použití snímok v mierke 1 : 15 000 sa dosiahol menší počet interpretovaných prvkov ako vizuálnou interpretáciou. Bol obmedzený na určenie plošných a líniových prvkov a ihličnatého a listnatého porastu, bez identifikácie jednotlivých druhov drevín. Tu bude zrejme žiaduce preskúmať možnosti vyhodnotenia snímok väčších mierok (čo je však

Interpretovaný prvok ¹	Slovný opis na syntézach A, B, C ²
1. Cesta s asfaltovým krytom ³	A Javí sa v sýto ružovej, miestami vo fialovej farbe. Rovnomerné zafarbenie, avšak pomerne veľká zrnitosť, z čoho vyplýva aj značne znížená schopnosť pozorovania detailov. Kvôli dobrému kontrastu ružovej farby voči ostatným farbám na snímke sa dajú asfaltové cesty dobre identifikovať ako na voľnej ploche, tak aj v medzerách porastu. Znížená schopnosť identifikácie v poraste je v miestach so zatienením.
	B Javí sa vo výraznej zelenej farbe, ktorá veľmi dobre kontrastuje s okolím. Asfaltová cesta je oveľa lepšie odlišiteľná od holých plôch ako na zelenej syntéze. Zrnitosť je nepatrná. Oveľa lepšie sú znázornené detaily ako na zelenej syntéze. Znížená schopnosť identifikácie v poraste je v miestach so zatienením.
	C Javí sa vo farbe jasnožltej. Zrnitosť je takmer nepostrehnuteľná, preto rozoznateľnosť detailov je na tejto syntéze najlepšia. Avšak odlišnosť od niektorých ďalších topografických prvkov (ako holé plochy) je podstatne znížená pre veľmi podobné sfarbenie. Znížená schopnosť identifikácie v poraste je v miestach so zatienením.
2. Cesta so štrkovým krytom ⁴	A Farba je ružová ako pri ceste asfaltovej, je však vidieť užší prechod od kraja cesty ku vegetácii. V strede cesty možno postrehnúť zelený trávnatý pás.
	B Farba je žltá až jemne žltozelená. Červený pás trávnatého krytu uprostred cesty. Dobré odlíšenie od cesty asfaltovej.
	C Farba žltá, modrý pruh uprostred cesty. Farebne zhodná s cestou asfaltovou. Cesta poľná, tak isto ako aj cesta asfaltová, je na tejto syntéze viditeľná i v medzerách porastu aj v takých miestach, kde ju na ostatných dvoch syntézach nemožno identifikovať.
3. Plochy bez vegetácie ⁵	A Farba ružová. Čím viac sa stráca charakter holej plochy, tým viac sa strácajú prvky ružovej farby (jemnejšia a rozptýlenejšia zrnitosť), prechod až do bielej farby. V miestach so začínajúcou nízkou vegetáciou vidno jemné zelené zafarbenie.
	B Farba zelenožltá až žltá. Čím viac sa stráca charakter holej plochy, tým viac sa farba blíži k žltej.
	C Javí sa vo farbe žltej. Je tu len malý rozdiel od farby štrkových ciest.
4. Plochy s nízkou vegetáciou ⁶	A Bledozelená farba, veľmi jemná textúra. Čím je bylinný kryt vyšší a rôznorodejší, tým viac sa jemnosť textúry vytráca.
	B Farba svetlo červená, žltoredeň, červenozltá. Jemná textúra. S nárastom bylinného krytu sa textúra stáva škvrnitejšou a zvyšuje sa plošné členenie farebnosti.
	C Javí sa vo farbe bledomodrej až žltomodrej. Textúra od jemnej až po mierne škvrnitú (len pod lupou).
5. Budovy ⁷	A Javí sa vo farbách od fialovej až po bielu v závislosti od druhu budovy. Dôležitým znakom pri identifikácii budovy je vrhnutý tieň.
	B Farba žltá, žltozelená až do biela. Dobré postrehnuteľné detaily budov. Charakteristický je vrhnutý tieň.
	C Farba žltá až bledožltá. Dobré viditeľné ostré, jasné detaily. Charakteristický je vrhnutý tieň.
6. Vodné plochy a toky ⁸	A Farba fialová až ružová. Identifikácia potokov je väčšinou sťažená, lebo na snímkach sú zakryté brehovými porastami. Výraznejší interpretovaný znak ako farba je tu zobrazenie priebehu – väčšinou zreteľný krivolák pás brehového porastu. Interpretácia na základe farby len na miestach s redším porastom, kde vidno hladinu vodného toku. Pri väčších vodných plochách (jazerá, nádrže) farebné vyjadrenie má veľké rozpätie – od svetlého tónu zobrazenia ružovej, červenej a fialovej farby až po tmavý tón v závislosti od viacerých činiteľov (hlbka a čistota vody, umiestnenie plochy na voľnom priestranstve alebo väčšinou v tieni porastu a pod.). Identifikácii vodných plôch výrazne napomáha tvar plochy a prípadne okolitý brehový porast.
	B Farba žltozelená až do hneda. Pri väčších vodných plochách veľké rozpätie od svetlého po tmavý tón. Ostatný opis vodných tokov a plôch je zhodný s opisom pre syntézu A.
	C Farba žltá až tmavožltá. V tónovom podaní farieb nie sú tak výrazné rozdiely ako na syntézach A a B. Ostatný opis vodných tokov a plôch je zhodný s opisom pre syntézu A.
7. Porast listnatý asi do 40 rokov ⁹	A Bledozelená farba. Jemne škvrnitá textúra. Koruny stromov možno rozlíšiť len ojedinele.
	B Farba sýto červená. Jemne škvrnitá textúra. Slabšia rozoznateľnosť detailov ako na syntéze A. Koruny stromov sa nedajú prakticky vôbec rozlíšiť.
	C Farba modrá. Jemne škvrnitá textúra. Oproti ostatným syntézam lepšie rozoznateľné detaily i koruny stromov.
8. Porast listnatý asi nad 40 rokov ¹⁰	A Farba sýto zelená až biela (podľa druhu dreviny). Textúra je výrazne škvrnitá. Dobrá rozoznateľnosť korún stromov.
	B Farba sýto červená, bledočervená až žltoredeň. Textúra škvrnitá. Dobrá rozoznateľnosť korún stromov.
	C Farba modrá, rôznych odtieňov. Textúra škvrnitá. Dobrá rozoznateľnosť korún stromov.
9. Porast ihličnatý asi do 40 rokov ¹¹	A Farba tmavozelená až biela. Charakteristické sú výrazné kontrasty vyplývajúce jednak z druhu dreviny, ale hlavne z tvaru koruny ihličnatých drevín. Osvetlené vrcholky stromov vytvárajú charakteristickú jemnú bodovú textúru, ktorá umožňuje identifikovať jednotlivé stromy už v mladom poraste.
	B Farba červená, tmavočervená v kontraste s bledočervenými až ružovými vrcholkami stromov. Bodová textúra. Možnosť identifikácie jednotlivých stromov.
	C Farba zelená až žltá. Bodová textúra. Možnosť identifikácie jednotlivých stromov.

Interpretovaný prvok ¹	Slovný opis na syntézach A, B, C ²	
10. Porast ihličnatý asi nad 40 rokov ¹²	A	Farba tmavozelená až tmavomodrá, tmavofialová. Osvetlené vrcholky stromov sú farby svetložltej až bielej. Možnosť identifikácie jednotlivých stromov. Výrazná hrubšia bodová textúra.
	B	Farba tmavočervená, tieň vytvárajú až čiernu farbu. Textúra výrazne hrubšie bodová. Možnosť identifikácie jednotlivých stromov.
	C	Farba svetlozelená, tmavozelená až žltozelená. Výrazne hrubšia bodová textúra. Možnosť identifikácie jednotlivých stromov.
11. Borovica ¹³	A	Farba svetlá ružovofialová a zelenofialová. Mladé borovice (žŕdkovina) tmavšia hráškovozelená. Nemá taký výrazný vrchol ako smrek (najmä staršie stromy). Koruna je tupšie ukončená. Na snímke má kruhovitý tvar so zvlneným okrajom, bez výraznej textúry.
	B	Farba oranžovočervená a svetlá fialovočervená. Ostatné znaky ako pri syntéze A.
	C	Farba svetlá ružovohnedá (okrová) až žltohnedá. Mladšie stromy žltá-zelená až modrá farba. Ostatné znaky ako pri syntéze vo farbe zelenej.
12. Smrek ¹⁴	A	Farba tmavá modrozelená až zeleno-modrofialová. Osvetlený vrchol svetlo fialový až ružový. Lúčovitá až hviezdicovitá textúra. Zreteľný vrcholec, konáre vytvárajú lúče.
	B	Farba s postupným prechodom od svetlej do tmavej fialovočervenej. Priamo osvetlené časti fialovoružové. Ostatné znaky ako pri syntéze A.
	C	Farba modrozelená až modrožltozelená. Ostatné znaky ako pri syntéze A – sú však výraznejšie.
13. Smrekovec ¹⁵	A	Farba žltozelená až zelená. Žŕdkovina ružovo (fialovo) zelená až svetlá modro-zelená farba. Koruna má hviezdicovitý tvar. Žŕdkovina – hustá bodová textúra.
	B	Farba fialovoružová. Žŕdkovina oranžovoružová farba. Ostatné znaky ako pri syntéze A – sú však menej výraznejšie.
	C	Farba modrozelená, zelenomodrá až žltomodrá. Žŕdkovina žltohnedá farba. Ostatné znaky ako pri syntéze A – sú však výraznejšie.
14. Jedľa ¹⁶	A	Nedá sa identifikovať.
	B	Nedá sa identifikovať.
	C	Farba modrozelená až modrožltozelená. Priamo osvetlené časti majú fialovozelený nádych. Väčšinou nemá výrazný vrchol. Koruna vyzerá plochá („bocianie-hniezdo“). Nemá výraznú textúru.
15. Dub ¹⁷	A	Nedá sa identifikovať.
	B	Nedá sa identifikovať.
	C	Farba fialovomodrá, modrá až zelenomodrá. Priamo osvetlené časti majú svetlo zelenú (až do biela) farbu. Škvrnitá textúra (striedanie tmavších a svetlejších častí).
16. Buk ¹⁸	A	Nedá sa identifikovať.
	B	Nedá sa identifikovať.
	C	Farba fialovomodrá, modrá až zelenomodrá. Veľmi podobná s dubom a preto tieto dreviny sa ťažko odlišujú. jemnejšia textúra ako u duba.
17. Lipa ¹⁹	A	Farba svetlá žltozelená, bieložltá. Škvrnitá textúra.
	B	Farba oranžovočervená až žltáčervená. Škvrnitá textúra menej výrazná ako na syntéze A.
	C	Farba svetlá fialovohnedá až žltofialová. Škvrnitá textúra veľmi výrazná.
18. Breza ²⁰	A	Farba hráškovozelená až šedožltá. Textúra jemne škvrnitá.
	B	Farba oranžovoružová až oranžovočervená. Textúra jemne škvrnitá, menej výrazná ako na syntéze C.
	C	Farba svetlá modrofialová až ružovofialová. Textúra jemne škvrnitá, veľmi výrazná.
19. Sucháre ²¹	A	Farba ružovofialová až fialová. Jasne odlišiteľné od zdravých stromov.
	B	Farba žltozelená až zelená. Jasne odlišiteľné od zdravých stromov.
	C	Farba oranžová, žltoranžová. Jasne odlišiteľné od zdravých stromov.

¹interpreted element, ²verbal description syntheses A, B, C, ³asphalt surfaced road, ⁴gravel surfaced road, ⁵areas without vegetation, ⁶areas with low vegetation, ⁷buildings, ⁸rivers and water surfaces, ⁹broadleaved stand younger than 40 years, ¹⁰broadleaved stand older than 40 years, ¹¹coniferous stand younger than 40 years, ¹²coniferous stand older than 40 years, ¹³pine, ¹⁴spruce, ¹⁵larch, ¹⁶fir, ¹⁷oak, ¹⁸beech, ¹⁹lime, ²⁰birch, ²¹dead trees

Interpretovaný prvok ¹	Poradie vhodnosti použitia jednotlivých syntéz ²		
1. Cesta asfaltová ³	1. syntéza B	2. syntéza A	3. syntéza C
a) na voľnej ploche ⁴	1. syntéza C	2. syntéza B	3. syntéza A
b) v medzerách porastu ⁵			
2. Cesta štrková ⁶	1. syntéza A	2. syntéza C	3. syntéza B
a) na voľnej ploche ⁴	1. syntéza C	2. syntéza A	3. syntéza B
b) v medzerách porastu ⁵	1. syntéza B	2. syntéza A	3. syntéza C
3. Plochy bez vegetácie ⁷	1. syntéza B	2. syntéza A	3. syntéza C
4. Plochy s nízkou vegetáciou ⁸	1. syntéza B	2. syntéza A	3. syntéza C
5. Budovy ⁹	1. syntéza B	2. syntéza C	3. syntéza A
6. Vodné toky a plochy ¹⁰	1. syntéza C	2. syntéza A	3. syntéza B
7–10. Listnaté a ihličnaté porasty ¹¹	1. syntéza C	2. syntéza A	3. syntéza B
11–13. Borovica ¹² , smrek ¹³ , smrekovec ¹⁴	1. syntéza C	2. syntéza A	3. syntéza B
14–16. Jedľa ¹⁵ , dub ¹⁶ , buk ¹⁷	len syntéza C		
17–19. Lipa ¹⁸ , breza ¹⁹ a sucháre ²⁰	1. syntéza C a A	2. syntéza B	

¹interpreted element, ²order of suitability of utilization of individual syntheses, ³asphalt surfaced road, ⁴on open area, ⁵in the gaps of the stand, ⁶gravel surfaced road, ⁷areas without vegetation, ⁸areas with low vegetation, ⁹buildings, ¹⁰rivers and water surfaces, ¹¹broadleaved and coniferous stands, ¹²pine, ¹³spruce, ¹⁴larch, ¹⁵fir, ¹⁶oak, ¹⁷beech, ¹⁸lime, ¹⁹birch, ²⁰dead trees

otázka hospodárnosti), prípadne hľadať iné programové postupy digitalizácie.

Cieľom príspevku nie je robiť rozbor digitalizácie interpretácie. Vizualná i automatizovaná interpretácia majú svoje výhody i nevýhody, ktoré závisia od účelu využitia výsledkov interpretácie. Vyhodnotenie interpretačného kľúča pre farebné syntézy a jeho následné uplatnenie pri vizualnej interpretácii topografických prvkov a drevín sleduje predovšetkým praktickú stránku získavania prvotných informácií o stave lesa bez finančne nákladného prístrojového vybavenia najmä na vonkajších lesníckych pracoviskách (lesné závody, lesné správy, pobočky Lesoprojektu a pod.).

ZÁVER

Interpretačný kľúč *Topografické prvky a dreviny na farebných syntézach* je prakticky využiteľný vo väčších oblastiach lesníckych činností. Vhodný je najmä pre identifikáciu rôznych plôch, hraníc lesných porastov, niektorých líniových prvkov, určovanie niektorých drevín a ich plošného rozmiestnenia v poraste.

Z hľadiska hospodárnosti mapovacích prác i ďalších lesníckych činností pri zisťovaní stavu lesa je optimálne, ak sa snímky z leteckého multispektrálneho snímkovania využijú nielen na tvorbu farebných syntéz a ich interpretáciu, ale aj na ďalšie účely. Ide najmä o fotogrametrické vyhodnotenie polohopisu pri tematickom lesníckom mapovaní, tvorbu digitálneho modelu terénu a tvorbu fonotárctov. Vizualná interpretácia topografických prvkov a drevín na farebných syntézach pomocou interpretačného kľúča jednak uľahčuje postup pri uvedených prácach (napr. identifikáciu hraníc lesných porastov pri vyhodnotení polohopisu), jednak umožňuje vyššiu informačnú hodnotu vyhodnoteného polohopisu, digitálneho modelu, prípadne fonotárctu doplnením o niektoré interpretované prvky.

Literatúra

- ČIHAL, A. – HROMÁDKA, F., 1980. Lesnícká fotogrametrie. Brno, VŠZ: 157.
- FAIMAN, Z., 1988. Detekce eroze v lesním komplexu prostředky dálkového průzkumu Země. Lesn. Práce, 67: 23–27.
- HILDEBRANDT, G. – KADRO, A. – KUNTZ, S. – KIM, C., 1987. Entwicklung eines Verfahrens zur Waldschadensinventur durch multispektrale Fernerkundung. Forschungsbericht. Kernforschungszentrum Karlsruhe: 97.
- HUSS, J., 1984. Luftbildmessung und Fernerkundung in der Forstwirtschaft. Karlsruhe, Herbert Wichmann Verlag GmbH: 406.
- CHUDÝ, F. – ŽÍHLAVNÍK, Š., 1994. Ausnutzung der Luftbilder bei der Schaffung des digitalen Geländemodells. Numeryczny model terenu i jego wykorzystanie. Konferencja naukowo-techniczna, SGGW Warszawa-Rogów: 130–137.
- KOCH, B. – AMMER, U. – KRITIKOS, G. – KÜBLER, D., 1984. Untersuchungen zur Beurteilung der Vitalität von Fichten anhand multispektralen Scannerdaten. Forstwiss. Cbl., 103: 214–231.
- RAČKO, J. – SCHEER, L., 1985. Určenie zastúpenia drevín z koronových projekcií porastu multispektrálnym snímkovaním. Lesn. Čas., 31: 177–183.
- ŽÍHLAVNÍK, Š. – CHUDÝ, F., 1995. Tvorba digitálneho modelu terénu na podklade fotogrametrického vyhodnotenia leteckých multispektrálnych snímok. Acta Fac. for. zvoľen., XXXVII, v tlači.
- ŽÍHLAVNÍK, Š. – CHUDÝ, F. – PALAGA, J., 1993. Mapovanie rozmiestnenia kvantitatívnych a kvalitatívnych znakov lesa využitím metód DPZ. [Záverečná správa.] Zvoľen, LF: 62.
- ŽÍHLAVNÍK, Š. – SCHEER, L., 1990. Diaľkový prieskum Zeme v lesníctve. Zvoľen, TU: 198.

Došlo 25. 5. 1995

INTERPRETATION KEY – TOPOGRAPHIC ELEMENTS AND TREE SPECIES ON COLOUR SYNTHESES

Š. Žihlavič, J. Paľaga

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

Three colour syntheses based on black-and-white photos from aerial multispectral snapping (in scale 1 : 15,000) during the summer (in August) were used for visual interpretation and for subsequent developing of interpretation key for the topographic elements and tree species. The syntheses were prepared by the multispectral projector Zeiss MSP-4 in false colours, from the combination of three channels: green, red and infrared. Their pictures were encoded by green, red and blue light, recorded on the positive photographic material at the scale 1 : 3,000, and labelled as synthesis A, B and C, respectively.

Only a visual evaluation (by sight or using a magnifying glass) on one photograph was performed. Following elements were identified: forested vs. other areas, conifers vs. broadleaves, individual tree species, spatial distribution of tree species within the forest stand, boundaries of forest stands and other line elements.

The following can be briefly stated concerning individual topographic elements after the comparison with the actual situation:

- Forested areas can unambiguously be distinguished from other areas. Coniferous and broadleaved forests can be distinguished fairly well, mainly by colour, shape, and structure of crowns. Forest stands differing much in age can be distinguished relatively well (younger stands exhibit a lighter colour and a finer structure on photos). The areas covered with vegetation are more intensively coloured (mowed parts can be identified on meadow enclaves).
- Interpretation of individual tree species is much better in the case of conifers, among which pine, spruce and larch can be most easily identified. In the case of broadleaves, the interpretation of individual species is difficult (e.g., oak and beech can yet be identified on the synthesis C, but not on the other syntheses).
- Considering the spatial distribution of groups of conifers and broadleaves, the interpretation of the synthesis C corresponded almost completely to the actual situation as proven by the terrain investigation.

The coincidence was 80% for the synthesis A, and 60% for synthesis B.

Among the three multispectral syntheses evaluated, the most suitable proved to be the synthesis C, as documented in Tab. I. The result of the visual interpretation of colour syntheses based on the black-and-white zonal photos from aerial multispectral snapping is the developing of the interpretation key for topographic elements and tree species. It is composed of three parts:

- basic colour expression of the interpreted element in the relevant colour synthesis (Tab. IIa),
- verbal description – a detailed characteristics of the interpreted elements (Tab. IIb),
- suitability of utilization of individual colour syntheses for different topographic elements and tree species (Tab. IIc).

The interpretation key can be utilized for several spheres of forestry practice, especially:

- for the identification of boundaries of forest stands and other line elements,
- for identification of some tree species,
- for evaluation of the spatial distribution of some individual trees and/or groups of conifers and broadleaves within the forest stand,
- for identification of areas with different cover.

Utilization of the black-and-white photos exclusively for the preparing of colour syntheses and for the subsequent interpretation would not be economic. They can be utilized for the photogrammetric evaluation for thematic forestry surveying (Žihlavič et al., 1993) as well as for the development of digital terrain model (Chudý, Žihlavič, 1994; Žihlavič, Chudý, 1995). Photogrammetry-based maps and digital terrain models can be completed by the topographic and special forestry elements, identified on colour syntheses using the interpretation key. This can enhance their information content.

multispectral snapping; colour synthesis; visual interpretation; interpretation key; identification of topographic elements and tree species

Kontaktná adresa:

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

ANALÝZA VÝPOČTU SÚČINITEĽA BYSTRINNOSTI NA PRÍKLADE VYSOKOHORSKÉHO POVODIA

M. Jakubis

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

Článok sa zaoberá problematikou stanovenia charakteru vodného toku (potok – bystrina) metódou výpočtu súčiniteľa bystrinnosti K_b vzťahom (1), ktorý na tento účel podľa práce Gavriloviča (1972) upravil Škopek (1989). Tento postup bol zakotvený aj v Zmene a-7/1989 ČSN 73 6820 *Úpravy vodných toků* (v Slovenskej republike STN 73 6820 *Úpravy vodných tokov*), ktorá sa stala účinnou 1. 9. 1989. Výpočet súčiniteľa bystrinnosti povodia K_b sme uskutočnili pre typickú vysokohorskú bystrinu Račková v Západných Tatrách. Vzhľadom na extrémne hydraulické, hydrologické, klimatické, morfológické, erózne a iné charakteristiky toku a povodia sme vypočítali hodnoty K_b , ktoré sa v štyroch skúmaných povodiach pohybovali od $K_b = 1,113$ do $K_b = 1,567$, čo sú najvyššie hodnoty, ktoré sme doteraz vo výskume zistili, a možno ich vzhľadom na existujúce extrémne charakteristiky považovať za blízke hraničným hodnotám K_b v podmienkach Slovenska. V práci je obsiahnutý aj postup získavania vstupných údajov do vzťahu (1) a niektoré názory autora na ich objektívnosť.

bystriny; charakter toku; súčiniteľ bystrinnosti povodia; výpočet

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Už dlhú dobu je v Slovenskej i Českej republike mimoriadne aktuálnym problémom rozlíšenie charakteru toku. Toto rozlíšenie má podstatný vplyv na projektovanie konkrétnych druhov protieróznych opatrení vo vodných tokoch a ich povodiach a návrh činností v procese starostlivosti o tieto toky.

Rozlíšenie charakteru toku (potok – bystrina) je v niektorých prípadoch nesporné a dá sa uskutočniť vcelku jednoznačne v rámci terénneho prieskumu toku a povodia. Niekedy je toto rozlíšenie zložité, môže byť zaťažené subjektívnym názorom posudzovateľa a to najmä vtedy, ak pri terénnom prieskume nie je možné jednoznačne posúdiť charakter toku podľa jeho vlastností. Uvedený problém sa vzťahuje aj na prípady, keď je potrebné posúdiť nielen tok ako celok, ale jeho konkrétne úseky, ktoré sa podľa existujúcich terénnych podmienok môžu významne meniť.

Odlišnosť charakteru toku je rešpektovaná aj v technickej normalizácii. Rieka je v návrhu OTN 75 2103 –

Úpravy riek definovaná orientačne ako vodný tok s prevažne riečnym prúdením, pre ktorý platia informatívne vzťahy: $Q_{90d} > 0,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a $Q_{330d} > 0,15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Potok je v návrhu OTN 75 2102 – *Úpravy potokov* orientačne definovaný ako vodný tok s riečnym alebo bystrinným prúdením, pre ktorý platia informatívne vzťahy: $Q_{90d} < 0,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a $Q_{330d} < 0,15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Návrhy uvedených OTN boli spracované v Slovenskej republike. V návrhu STN 48 2506 – *Hradenie bystrín a strží* je bystrina charakterizovaná len slovom a to ako prirodzený tok s malým povodím, s trvalým prietokom vody a s nepravidelným výskytom strmých prietokových vln, ktoré prehlbujú koryto, podmieňajú svahové úpätia a vyvolávajú ich zosúvanie, premiestňujú škodlivé množstvá splavenín, ktoré potom dočasne ukladajú v korytových nánosoch, na zaplavovanom území, alebo ich odnášajú do toku vyššieho rádu. V návrhu ODN 75 2102 – *Úpravy potoků*, ktorý bol spracovaný v Českej republike, sa bystrinou chápe tok s plochou povodia menšou ako 35 km^2 , s nadmorskou výškou vyššou ako 200 m, stredným sklonom dna toku vyšším ako 30 promile, pričom sklon toku je veľmi premenlivý, pozdĺžny profil je neustálený s častými zmenami. Charakteristická je veľká rozkolísanosť prietokov, transport a v nižších úsekoch usadzovanie splavenín všetkých veľkostí, štrkové lavice, drobné nepravidelné lavice. Ide o pstruhové rybie pásma. Rýchlosť prúdenia vody je $1,0$ až $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ za normálnych prietokov, pri prietokoch veľkej vody do $3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Koryto charakterizuje kamenité až balvanité dno, štrkové a piesčité akumulácie ako aj početné akumulácie väčších splavenín, ktoré tvoria stupne nivelety, početné nepravidelné výmole malých rozmerov pod stupňami, pred balvanmi i za nimi, kamenité až balvanité nepravidelné brehy. Koryto je značne členité, vyskytuje sa v ňom veľké množstvo prúdových tieňov a úkrytov.

Ako vyplýva z uvedeného, veľká väčšina údajov sa pri charakterizovaní bystriny udáva v Českej i Slovenskej republike v literatúre slovne, bez podrobnejšej číselnej kvantifikácie, čo umožňuje vo veľkej miere uplatňovanie subjektívnych názorov posudzovateľov. Miesto, ktoré oddeľuje horský potok od bystriny, je podľa Venanta (in Skatula, 1960) možné určiť pomocou kritéria, vyjadreného vzťahom pre kritický sklon: $I > g \cdot (\alpha \cdot c^2)^{-1}$, alebo podľa Boussinesqa (in Skatula, 1960) vzťahom pre kritickú rýchlosť:

$v^2 > (g \cdot h) \cdot \alpha^{-1}$, kde $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$, $\alpha = 1,1$; c – rýchlostný súčiniteľ, h – hĺbka koryta, l – pozdĺžny sklon (%0,01), v – priemerná profilová rýchlosť (m.s^{-1}).

Problémom kvantifikácie bystrinných charakteristík sa v zahraničí podrobne zaoberal Aulitzky (1973); zameriaval sa na alpské bystriny, ktoré sa od našich podmienok výrazne odlišujú. Z podobného hľadiska sa bystrinami v Japonsku zaoberal Ishibashi (1973) a v Číne Lixian et al. (1984). Pre podmienky v bývalej Juhoslávii riešil problém Gavrilovič (1972), ktorý navrhol empirický vzťah na výpočet súčiniteľa bystrinnosti, podľa ktorého je možné výpočtom určiť, či má tok charakter bystriny, alebo nie. Škopek (1984, 1989) upravil Gavrilovičov vzorec do tvaru (1) a hodnoty niektorých vstupných údajov do tohto vzťahu tabelizoval. Z uvedených riešení vznikla Zmena a-7/1989 ČSN 73 6820 *Úpravy vodných toků* (v Slovenskej republike STN 73 6820 *Úpravy vodných tokov*), ktorá sa stala účinnou od 1. 9. 1989.

Vzťah (1) odporúča na výpočet súčiniteľa bystrinnosti K_b z nových prameňov aj Ráplík et al. (1989).

Rozlíšenie charakteru toku ako aj následné vyčíslenie súčiniteľa bystrinnosti K_b vzťahom (1) má význam z viacerých dôvodov. Ako uvádza Škopek (1989), zahrádzanie bystrín sa od úprav ostatných vodných tokov (riek, potokov, odvodňovacích kanálov) líši svojou koncepciou, ktorá zahŕňa nielen zahradenie koryta bystriny, ale aj biologické a protierózne opatrenia v povodí. Podľa Krešľa (1989) je potrebné zahrádzanie bystrín chápať komplexne, ako súčasť ochrany celého povodia, pričom je nutné obmedzovať vznik povrchového odtoku po svahu od dopadu atmosférických zrážok na povrch vegetácie retenciou a retardáciou tejto vody zvýšeným vsakom do pôdy pomocou hospodárskych zásahov v povodí.

MATERIÁL A METODIKA

CHARAKTERISTIKA POVODÍ

Výskum charakteru toku a jeho povodia s podrobnejšou analýzou vzťahu (1) na výpočet súčiniteľa bystrinnosti K_b sme uskutočnili na príklade bystriny Račková v Západných Tatrách. Ide o typickú vysokohorskú bystrinu so všetkými znakmi, ktoré bystrinný tok a povodie charakterizujú. Sú to najmä časté zmeny vodných stavov v určitých časových obdobiach a tvorba, transport a ukladanie splavenín, malé povodie, nízka lesnatosť, neustálené smerové a výškové charakteristiky toku atď. Cieľom bolo získanie hodnôt súčiniteľa bystrinnosti K_b výpočtom podľa vzťahu (1), pričom predpokladáme, že tieto hodnoty môžu byť buď hornou hranicou, alebo aspoň blízke hornej hranici hodnôt K_b pre podmienky Slovenska. Za zaujímavé považujeme aj to, že v povodí sa vyskytujú extrémne klimatické, hydrologické, morfológické a iné charakteristiky, ktoré tvorbu odtoku ovplyvňujú mimoriadne významne.

Podrobný popis prírodných pomerov v sledovanej oblasti (klimatické, geologické, pedologické, porastové, erózne, morfológické, hydraulické, hydrologické atď.) bol detailne uvedený v samostatnej práci (Jakubis, 1995), v ktorej bola riešená problematika výpočtov stupňa ustálenosti toku Račková na základe súčiniteľa kvázirôvnomerného prúdenia s následným vplyvom na morfoгену tejto bystriny. Uvedená práca s touto nesporné súvisia a jedna na druhú nadväzujú. Z týchto dôvodov autor nepokladal za nevyhnutné spomenuté prírodné pomery sledovaných povodí v tejto práci opakovane uvádzať. Zameriaval sa preto len na niektoré nevyhnutné údaje, ktoré bližšie charakterizujú štyri sledované povodia a predchádzajúcu prácu dopĺňajú.

Bystrina Račková sa nachádza v Západných Tatrách v Tatranskom národnom parku. Je pravostranným prítokom rieky Belá, do ktorej sa vlieva asi 0,5 km severovýchodne od obce Pribylina v nadmorskej výške 775 m. Račková patrí do povodia SVP-VIII-Váh a jeho čiastkového povodia č. 4-21-01. Súčasťou celkového povodia Račkovej je aj Jamnícky potok – mohutný bystrinný prítok z Jamníckej doliny, ktorý sa do Račkovej vlieva v km 5,570 od ústia v nadmorskej výške 959 m. Plocha povodia Račkovej po sútoku s Jamníckym potokom je $15,253 \text{ km}^2$, plocha povodia Jamníckeho potoka po uvedený sútok je $18,559 \text{ km}^2$. Celková dĺžka Račkovej od prameňa po ústie do rieky Belá je 12,12 km. Bystrina Račková pramení v nadmorskej výške 1 780 m nad Račkovými plesami medzi vrcholmi Končistá (2 071 m n. m.) a Hrubý vrch (2 137 m n. m.). Na rozvodnici sa nachádza viac dôležitých dominánt Západných Tatier, z ktorých najvyššia je Bystrá (najvyšší vrch Západných Tatier) s nadmorskou výškou 2 248 m. Bystrá spolu s Blyšťom (2 169 m n. m.), Suchým zadkom (2 153 m n. m.), Ježovou (2 043 m n. m.) a Kečkou (1 489 m n. m.) tvoria východnú hranicu povodia, ktorá je vlastne mohutnou rázsochou – výbežkom z hlavného hrebeňa Západných Tatier smerom na juh. Severnú hranicu povodia tvorí hlavný hrebeň pohoria s dominantami Sivá veža (1 945 m n. m.), Klin (2 176 m n. m.), Končistá (2 071 m n. m.) a Hrubý vrch (2 137 m n. m.). Západnú hranicu povodia tvorí mohutná rázsocha Otrhancov, začínajúca Hrubým vrchom a pokračujúca južným smerom. V tejto rázsoche sa nachádza druhý najvyšší vrch Západných Tatier – Jakubín s výškou 2 194 m n. m. V rázsoche Otrhancov sa ďalej nachádzajú Vyšná Magura (2 093 m n. m.), Ostredok (2 050 m n. m.) a Nižná Magura (1 921 m n. m.). Južnú hranicu povodia tvorí vyústenie doliny na relatívne vyrovnanú planinu asi 3,7 km severne od obce Pribylina, a to medzi lokalitami Slabejka, Radište a Pred Račkovou. Toto vyústenie sa nachádza v nadmorskej výške približne 880 m.

Tematiku rozsiahlych a rôznorodých erózných procesov v Západných Tatrách podrobne a prehľadne rozobrali vo svojich prácach Midriak (1983, 1994) a Kňazovický (1970). Midriak (1983) kladie dôraz na kategórie deštruktívnych javov, ich druhy, morfoгенeticke procesy, resp. formy prejavu a hlavné čini-



1. Prírodný stupeň v hornom úseku bystriny Račková so zachytenými kmeňmi drevín – A natural part in the upstream section of the Račková torrent with caught tree stems

tele deštrukcie. Podrobne analyzuje geografické vplyvy na vznik a rozšírenie deštruktívnych javov, ich foriem v Západných Tatrách, ale aj konkrétne v Račkovej a Jamníckej doline.

Povodie č. 1 – Račková v km 4,920 od ústia

Je to povodie, ktoré zahŕňa vyššie položené povodia č. 2, 3 a 4. Jeho súčasťou je aj povodie mohutného bystrinného prítoku – Jamnícky potok, ktorý sa nachádza v Jamníckej doline. Jamnícku dolinu delí od Račkovej doliny rászocha Otrhancov s dominantou Jakubína (2 194 m n. m.). Povodie č. 1 má uzavierajúci prietokový profil v km 4,920 od ústia do rieky Belá. Uzavierajúci profil povodia sa nachádza v nadmorskej výške 932 m. Povodie má rozlohu 34,23 km², lesnatosť predstavuje 51,97 %. Pod lesnatosťou rozumieme percentuálny podiel plochy lesa vrátane kosodreviny z celkovej plochy povodia. Priemerná nadmorská výška povodia je 1 595 m. Dĺžka hlavného toku je 7,200 km, dĺžka prítokov je 31,415 km, čo pri ploche povodia predstavuje priemernú hustotu tokov 1,128 km⁻¹. Tvar povodia (pomer šírky ku dĺžke) je 1 : 2,45, pričom sme uvažovali s priemerom hodnôt pre Račkovú dolinu (1 : 2,6) a Jamnícku dolinu (1 : 2,3), nakoľko údaj pre celé povodie č. 1 by bol skreslený v dôsledku existencie rászochy Otrhancov, ktorá obe mohutné povodia od seba oddeľuje. Náhradný sklon svahov povodia je 22,49 %. Vypočítaný objem extrémneho transportu dnových splavenín je $W_s = 120\,366,9 \text{ m}^3$. Maximálny špecifický odtok podľa Duba predstavuje $q_{\max} = 2,50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$; maximálny odtok z celej plochy povodia $Q_{\max} = Q_{100} = 85,57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Povodie č. 2 – Račková v km 5,610 od ústia

Toto povodie má uzavierajúci prietokový profil v km 5,610 od ústia. Uzavierajúci profil povodia je umiestnený nad sútokom Račkovho a Jamníckeho potoka, nachádza

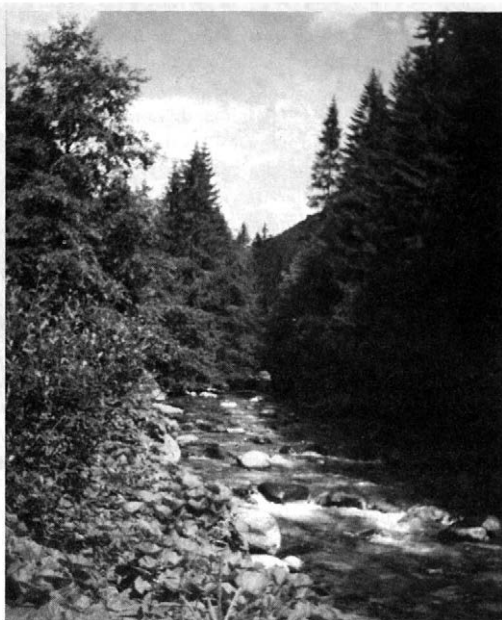
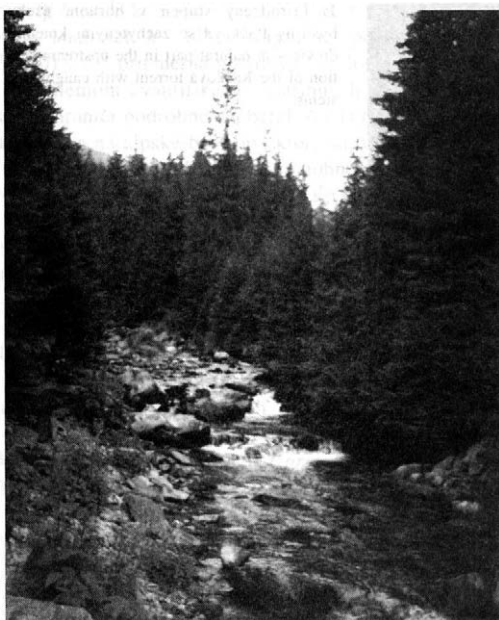
sa v nadmorskej výške 961 m. Plocha povodia je 15,025 km², lesnatosť povodia predstavuje 48,42 %. Priemerná nadmorská výška povodia je 1 627 m. Náhradný sklon svahov povodia je 33,17 %. Dĺžka hlavného toku po uzavierajúci profil je 6,510 km, dĺžka prítokov 7,945 km, čo znamená hustotu tokov 0,962 km⁻¹. Tvar povodia je v pomere 1 : 2,4. Vypočítaný objem extrémneho transportu dnových splavenín je $W_s = 78\,693,5 \text{ m}^3$. Maximálny špecifický odtok $q_{\max} = 3,78 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$; $Q_{100} = Q_{\max} = 56,79 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Povodie č. 3 – Račková v km 7,420 od ústia

Uzavierajúci profil povodia sa nachádza v nadmorskej výške 1 135 m v km 7,420 od ústia. Plocha povodia je 12,439 km², lesnatosť predstavuje 37,95 %. Priemerná nadmorská výška povodia je 1 698 m, náhradný sklon svahov povodia je 31,53 %. Tvar povodia je v pomere 1 : 1,7. Dĺžka hlavného toku po uzavierajúci profil je 4,700 km, dĺžka prítokov je 6,175 km, čo znamená hustotu tokov 0,874 km⁻¹. Vypočítaný objem extrémneho transportu dnových splavenín $W_s = 74\,319,7 \text{ m}^3$. Maximálny špecifický odtok $q_{\max} = 4,42 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$; $Q_{100} = Q_{\max} = 54,98 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Povodie č. 4 – Račková v km 8,910 od ústia

Povodie č. 4 má uzavierajúci profil v km 8,910 od ústia v nadmorskej výške 1 260 m. Plocha povodia je 8,910 km², lesnatosť predstavuje 20,05 %, pričom je sústredená do spodných častí povodia. Priemerná nadmorská výška povodia je 1 759 m. Tvar povodia sme zistili v pomere 1 : 1. Náhradný sklon svahov povodia je 34,78 %. Dĺžka hlavného toku je 3,210 km, dĺžka prítokov 2,575 km, čo znamená hustotu tokov 0,717 km⁻¹. Vypočítaný objem extrémneho transportu dnových splavenín je $W_s = 61\,409,4 \text{ m}^3$. Maximálny špecifický odtok $q_{\max} = 6,23 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$; $Q_{100} = Q_{\max} = 50,23 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.



2. Stredný úsek bystriny Račková – The middle section of the Račková torrent

3. Bystrina Račková nad sútokom s Jamníckym potokom. Koryto je výškovo i smerovo vyrovnannejšie (Foto 1 až 3 M. Jakubis) – The Račková torrent above the point of confluence with the Jamnícky creek. The bed is more uniform in its height and direction (Photo 1 to 3 by M. Jakubis)

Hlavným zdrojom splavenín v koryte bystriny Račková sú torenčialnou eróziou narušované horné úseky toku a prítoky, ktoré do hlavného toku vtekajú zo strmých svahov. Splaveniny však pochádzajú nielen z dna a svahov koryta rázsoch, ale aj z príľahlých strmých strání, kde dochádza k ich vzniku a zosunom do koryta vplyvom rôznorodých deštruktívnych procesov veľkej intenzity (Midriak, 1983, 1994; Kňazovický, 1970; Jakubis, 1995). Splaveniny sú postupne (najmä počas vyšších vodných stavov) transportované do nižšie položených úsekov toku, kde sú dočasne akumulované vo forme početných prirodzených splaveninových prahov i stupňov rôznych výšok, na ktorých sa veľmi často zachytávajú najmä kmene odumretých drevníc, ale aj iný organický materiál. Tieto prekážky môžu pomiestne spôsobiť aj vylievanie sa vody z prietokového profilu. V prípade pretrhnutia týchto prekážok sa materiál postupne dostáva až do akumuláčného a retenčného priestoru masívnej prehrádzky pod sútokom Račkovho a Jamníckeho potoka. Smerové pomery Račkovej sú nevyrovnané, často sa mení tvar a tým aj hĺbka prietokového profilu. Pozdĺžny profil je tiež nepravidelný. Spočiatku sa vyskytujú prirodzené stupne (vo vyššie položených úsekoch toku), ktoré majú výšku aj viac ako 1,0 m. Smerom nadol sa výška prirodzených stupňov i prahov znižuje, nad ústím do rieky Belá sa vyskytujú výnimočne a len s minimálnymi výškami, pričom ich poloha sa často po vyšších vodných stavoch mení. Vo vyššie položených úsekoch Račkovej sú cha-

rakteristické početné výmole rôznej hĺbky a brehové nátrže. Možno uviesť, že hĺbka výmoľov smerom k ústiú klesá. Rozsah a veľkosť brehových nátrží závisí od existencie a kvality vegetácie na svahoch koryta a v jeho blízkosti ako aj od výskytu väčších splavenín až balvanov v päte svahov na oboch stranách prietokového profilu. Splaveniny sa v päte svahu vyskytujú prirodzene.

Z ďalších charakteristík, ktoré pre Západné Tatry uvádza Midriak (1983, 1994) a možno ich zovšeobecniť aj pre Račkovú a Jamnícku dolinu, ktoré sú typickými zástupcami dolín v tomto pohorí, považujeme za zaujímavé a ovplyvňujúce tvorbu odtoku v povodiach najmä nasledovné. Priemerná výška hornej hranice lesa v Západných Tatrách je 1 478 m n. m.; v Račkovej a Jamníckej doline to je 1 498 m n. m. Priemerný potenciálny odnos pôdy v jednotlivých vegetačných (geoeologických) stupňoch Západných Tatier pre vyššiu časť lesného stupňa (od 1 000 m n. m. po hornú hranicu lesa) je $8,51 \text{ mm.r}^{-1}$; pre subalpínsky stupeň (koso-drevinový) je to $9,32 \text{ mm.r}^{-1}$ a pre alpínsky stupeň $9,63 \text{ mm.r}^{-1}$. Autor ďalej uvádza, že ak hodnotíme globálne ohrozenie územia vysokých pohorí Slovenska od nadmorskej výšky 1 000 m po ich najvyššie položené časti, sú Západné Tatry ohrozené najväčšou intenzitou potenciálneho odnosu pôdy vplyvom tečúcej vody. O nadpriemerné ohrozenie ide vo vyššej časti lesného stupňa, v subalpínskom stupni i alpínskom stupni Západných Tatier, pričom lavínami a eróziou deštruovaný

povrch v tomto pohorí predstavuje 47 % plochy. V novšej práci autora (M i d r i a k, 1994) sa uvádza, že v Západných Tatrách predstavuje glaciálno-hôňny reliéf až 66,3 % ich výmery; fluvialne rezaný rázsochový reliéf 21,6 % výmery; hôňny reliéf 6,9 % výmery; glaciálny reliéf 4,3 % výmery a pedimentový fluvialno-denudačný reliéf 0,9 % výmery. Pri hodnotení výskytu súčasných reliéfových procesov (J a k á l, 1980, in M i d r i a k, 1984) možno plošný podiel reliéfových procesov v Západných Tatrách rozdeliť podľa percenta výmery na fluvialne stráňové procesy (49,2 %), rozpúšťacie a kombinované procesy (16,4 %), periglaciálne procesy (32,8 %) a zosuvné procesy (1,6 %). Podľa výsledkov planimetrickej analýzy (M i d r i a k, 1983) Račkovej a Jamníckej doliny je priemerný sklon svahov v tejto oblasti 30°12'; v jednotlivých 100-metrových výškových stupňoch dosahujú priemerné sklonov 28° 24' až 34° 54'.

METODIKA

V rámci terénnych prác sme vykonali rekognoskáciu popisovaných tokov a povodí a to ako v Račkovej, tak i v Jamníckej doline. Tento problém podstatne uľahčili turistické chodníky, vedúce takmer po celej dĺžke rozvodnice na hlavnom hrebeni Západných Tatier i v rázsochách Baranca (2 184 m n. m.), Jakubinej (2 194 m n. m.) a Bystrej (2 248 m n. m.), ktoré vytvárajú rozvodnicu uvedených povodí. Rozsiahle erózne procesy boli čiastočne spomenuté; podrobne sú popísané v samostatnej práci (J a k u b i s, 1995). Račková predstavuje v celej skúmanej dĺžke neustálený tok bystrinného charakteru. V rámci kancelárskeho spracovania sme z mapových podkladov (1 : 25 000, 1 : 10 000) zistili väčšinu vstupných charakteristík do vzťahu (1). Súčiniteľ bystrinnosti K_b sme vypočítali vzťahom, ktorý uvádza na tento účel Š k o p e k (1989) a R a p l í k et al. (1989) v tvare:

$$K_b = \frac{H \cdot O \cdot V_s \cdot P \cdot E \cdot (S+1)^{0.5}}{L \cdot (S_v+1)^{0.5}} \quad (1)$$

kde: H – hustota tokov v povodí (km^{-1}); vypočítali sme ju vzťahom:

$$H = \frac{L_c}{S} \quad (\text{km}^{-1}) \quad (2)$$

kde: L_c – celková dĺžka tokov v povodí (km), zistili sme ju odmeraním z mapy,

S – plocha povodia (km^2), zistili sme ju digitálnym planimetrom na mape,

O – dĺžka rozvodnice (km), zistili sme ju odmeraním na mape,

V_s – stredný výškový rozdiel v povodí (km), ktorý sme vypočítali vzťahom:

$$V_s = V_p - V_n \quad (\text{km}) \quad (3)$$

kde: V_p – priemerná nadmorská výška povodia (km), ktorú sme získali pomocou hypsometrickej krivky, zostrojenej pre každé povodie,

V_n – nadmorská výška uzavierajúceho profilu povodia (km), ktorú sme určili z mapy,

S – plocha povodia (km^2), ktorú sme zistili planimetromom z mapy,

P – súčiniteľ vyjadrujúci priemernú priepustnosť pôd v jednotlivých povodiach.

Konkrétne pôdne druhy sme zistili z pedologickej mapy v mierke 1 : 10 000 pre každé povodie. Súčiniteľ P sme potom vypočítali ako vážený aritmetický priemer podľa zistených druhov pôd a k nim príslušiacim hodnotám P z tabuľky P1 Zmeny a-7/1989 ČSN 73 6820 Úpravy vodných toků (STN 73 6820), pričom váhou boli veľkosti plôch (km^2), na ktorých boli jednotlivé pôdne druhy v povodí zastúpené. Vzhľadom k tomu, že v tabuľke P1 citovanej Zmeny sa nenachádza súčiniteľ P , ktorý by vyjadroval celkom nepriepustné materiály, uvažovali sme pre skaly a skalné steny v povodiach s hodnotou $P = 1,0$.

E – súčiniteľ, vyjadrujúci rozsah erózie v povodiach i koryte toku.

Určili sme ho jednak pomocou tabuľky P2 citovanej Zmeny ($E_z = 0,6$), pričom táto hodnota je najvyššou hodnotou, ktorá sa v tabuľke vyskytuje. Charakterizuje povodie s intenzívnymi formami erózie, ktoré sú zdrojmi hrubých splavenín, sklon svahov nad 30 %, smerove a výškove nevyrovnané koryto, v ktorom sa prejavuje silná hĺbková a priečna erózia, dno je balvanité, za povodňových prietokov je charakteristický silný transport a sedimentácia hrubých splavenín. Okrem toho sme stanovili aj inú hodnotu erózneho súčiniteľa ($E_p = 0,8 - 1,0$), ktorá podľa nášho názoru pre jednotlivé povodia výstižnejšie charakterizuje erózne procesy v nich. S uvedenými hodnotami počítal autor vzťahu (1) v pôvodnom návrhu Zmeny, pričom pri hodnote $E = 1,0$ uvažoval s povodím, ktoré je zasiahnuté všetkými druhmi erózie, koryto toku je devastované priečnou i pozdĺžnou eróziou, prebieha vznik, transport a usadzovanie hrubých splavenín, pričom prevažuje pôdny povrch bez dostatočného vegetačného krytu. Pri hodnote $E = 0,9$ ide o povodie, kde je až 80 % povodia narušené rýhovou a stržovou eróziou, v koryte toku prevažuje transport a akumulácia hrubých splavenín. Pri hodnote $E = 0,8$ je až 50 % plochy povodia zasiahnutého brázdovou, rýhovou a stržovou eróziou, sklon svahov presahuje 30 %, v koryte toku je výrazný transport a akumulácia hrubých splavenín. Hodnoty E_z a E_p sú pre jednotlivé povodia podrobne uvedené v tab. I.

S_v – plocha protierozne účinného vegetačného krytu v povodí (km^2), ktorú sme zistili planimetromom ako plochu lesa a kosodreviny v povodí,

L – dĺžka hlavného toku od prameňa po uzavierajúci prietokový profil (km), ktorú sme zistili odmeraním z mapy.

Hodnoty maximálneho špecifického odtoku $q_{\max}$ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$) a maximálneho odtoku z povodia $Q_{\max}$ sme vypočítali orientačne pomocou Dubovho vzorca s tým, že súčiniteľ $A_o = 15,0$ a $n_o = 0,500$ (Š t ě r b a, 1988).

Náhradný sklon svahov povodia sme vypočítali vzťahom, ktorý uvádza H r á d e k et al. (1988) a tiež R a p l í k et al. (1989) v tvare:

Povo- die č. ¹	Názov toku a staničenie od ústia v km ²	H (km ⁻¹)	O (km)	V_s (km)	P	E_z	E_p	S (km ²)	L (km)	S_p (km ²)	K_b (E_z) K_b (E_p)	Kategória ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Račková km 4,920	1,128	24,20	0,663	0,569	0,600	0,800	34,230	7,20	17,790	1,175 1,567	V. V.
2	Račková km 5,610	0,962	17,25	0,666	0,589	0,600	0,800	15,025	6,51	7,275	0,835 1,113	IV. V.
3	Račková km 7,420	0,874	14,70	0,563	0,598	0,600	0,900	12,439	4,70	4,720	0,846 1,270	IV. V.
4	Račková km 8,910	0,717	11,80	0,499	0,606	0,600	1,000	8,063	3,21	1,617	0,890 1,483	IV. V.

¹watershed no., ²name of the stream and distance from the mouth in km, ³category

$$I_{s\text{ pov}} = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{\sqrt{S}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (4)$$

Objem extrémneho transportu dnových splavenín sme orientačne (informatívne) vypočítali podľa vzťahu, ktorý uvádza Kronnfeldner – Kraus (1989):

$$W_s = S \cdot I \cdot K \quad (\text{m}^3) \quad (5)$$

kde: S – plocha povodia (km²),

I – priemerný pozdĺžny sklon toku od prameňa po uzavierajúci prietokový profil povodia (%),

K – koeficient erózne náchylnosti, určený z tabuľky vypracovanej autorom a vzťahu:

$$K = \frac{k}{e^{fS}} \quad (6)$$

kde: $k = 540$ (pre veľhory s výškami nad 1 400 m n. m.),

$e = 8,718$ (konštanta),

$f = 0,008$ (pre veľhory s výškami nad 1 400 m n. m.).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zo získaných výsledkov považujeme za dôležité najmä nasledovné:

– Výpočet súčiniteľa bystrinnosti K_b sme uskutočnili pre každé povodie s použitím dvoch rozdielnych hodnôt súčiniteľa E . V prvom rade to bola maximálna hodnota $E_z = 0,6$ z tab. P2 Zmeny a-7/1989 pre všetky povodia, v druhom rade hodnota $E_p = 0,8 - 1,0$. Pri použití hodnôt E_p , ktoré sa javia pre povodie s takými extrémnymi charakteristikami, aké má povodie Račkovej, podstatne objektívnejšie a lepšie vystihujú celkový charakter povodia napr. v porovnaní s inými povodiami v rôznych geomorfologických celkoch Slovenska, sme zistili, že sa hodnoty vypočítaného súčiniteľa K_b bystrinnosti pohybovali od $K_b = 1,113$ (povodie 2) po $K_b = 1,567$ (povodie 1). Hodnota K_b pre povodie 3 je 1,270 a pre povodie 4 $K_b = 1,483$.

S použitím hodnoty $E_z = 0,6$ pre všetky povodia sme vypočítali hodnoty súčiniteľa bystrinnosti v rozpätí od $K_b = 0,835$ (povodie 2) po $K_b = 1,175$ (povodie 1).

– Podľa klasifikácie, ktorú uvádza Škopek (1989), možno na základe súčiniteľa bystrinnosti K_b rozdeliť toky do piatich kategórií: ak je $K_b < 0,1$, tok nemá charakter bystriny a označujeme ho ako vodný tok I. kategórie. Ak sa hodnota K_b pohybuje v rozpätí od 0,1 do 0,4, ide o bystrinu II. kategórie. Hodnota $K_b = 0,4$ až 0,7 určuje bystrinu III. kategórie. Hodnota $K_b = 0,7$ až 1,0 určuje bystrinu IV. kategórie a hodnota $K_b > 1,0$ zodpovedá bystrine V. kategórie. V prípade použitia hodnôt E_p sme zistili, že podľa uvedeného triedenia toky vzťahujúce sa k všetkým štyrom skúmaným povodiam možno zaradiť do poslednej – V. kategórie, nakoľko K_b je u všetkých povodií vyššie ako 1,0. S použitím hodnoty E_z sme zistili, že do V. kategórie možno zaradiť tok, ktorý sa vzťahuje k povodiu 1. Toky, ktoré sa vzťahujú k povodiam 2, 3 a 4, možno zaradiť do IV. kategórie.

V našom doterajšom výskume súčiniteľa bystrinnosti na iných územiach Slovenska sme sa doteraz nestretli s hodnotami $K_b > 1,0$. Pri výskume piatich vodných tokov (bystrín) napr. v južnej časti Kremnických vrchov sa hodnoty súčiniteľa bystrinnosti pohybovali od $K_b = 0,111$ do 0,313, čo podľa uvedeného triedenia znamená bystriny II. kategórie. Pri výskume troch tokov v západnej časti tohto pohoria boli vypočítané hodnoty K_b od 0,135 do 0,284, čo znamená tiež bystriny II. kategórie. Pri výskume toku Hučava v oblasti Poľany sme vypočítali koeficient bystrinnosti $K_b = 0,871$, čo predstavovalo bystrinu IV. kategórie (Jakubis, 1994; Jakubis, Jakubisová, 1993).

– Pri celkovom hodnotení charakteru toku a povodia Račkovej (myslíme tým všetky sledované povodia) a porovnaní s vypočítanými hodnotami súčiniteľa bystrinnosti K_b ako aj pri porovnaní s doteraz zistenými hodnotami K_b možno veľku uviesť, že výsledné hodnoty, ktoré sme zistili pre Račkovú, je možné považovať za reálne a akceptovateľné.

– Zisťovanie väčšiny vstupných údajov do vzťahu (1) je v prípade dostupných a dostatočne presných mapových podkladov pracné, ale často aj problematické. Ide o hodnoty H , O , V_s , S , S_p , L a P . Pre detailnejšie spracovanie a objektivizáciu výsledkov by však podľa

Povodie č. ¹	Nadmorská výška uzavierky profilu ² (m n. m.)	Absolútny spád toku ³ ΔH_t (m)	Priemerný pozdĺžny sklon toku ⁴ $I \text{ } \varnothing$ (%)	Absolútny spád povodia ⁵ ΔH_p (m)	Priemerná nadmorská výška povodia ⁶ $\bar{H}_p$ (m n. m.)	Náhradný sklon svahov povodia ⁷ $I \text{ } \varnothing_s$ (%)	Lesnatosť ⁸ l (%)	Tvar povodia ⁹ ($\bar{z} : d$)	q_{max} (m ³ ·s ⁻¹ ·km ⁻²)	Q_{max} (m ³ ·s ⁻¹)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	932	848	11,78	1 316	1 595	22,49	51,97	1 : 2,45	2,50	85,57
2	961	819	12,58	1 287	1 627	33,17	48,42	1 : 2,4	3,78	56,79
3	1 135	645	13,72	1 113	1 698	31,53	37,95	1 : 1,7	4,42	54,98
4	1 260	520	16,20	988	1 759	34,78	20,05	1 : 1,0	6,23	50,23

¹watershed no., ²height above sea level of the profile closure, ³absolute stream gradient, ⁴average longitudinal slope of the stream, ⁵absolute gradient of the watershed, ⁶average height above sea level of the watershed, ⁷substitute inclination of watershed slopes, ⁸forest percentage, ⁹watershed shape

III. Charakteristiky tokov a povodí – The characteristics of streams and watersheds

Povodie č. ¹	Dĺžka prítokov ² L_p (km)	Celková dĺžka tokov L_c (km)	Dĺžka údolnice ⁴ L_d (km)	$\alpha = \frac{S}{L_d^2}$	$A = 0,195 \cdot \frac{O}{L_d}$	W_p (m ³)	$O_\alpha = 0,282 \cdot \frac{O}{\sqrt{S}}$	$B_p = \frac{S}{L_d}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	31,415	38,615	7,750	0,570	0,609	120 366,9	1,167	4,417
2	7,945	14,455	7,060	0,301	0,476	78 693,4	1,254	2,128
3	6,175	10,875	5,250	0,451	0,546	74 319,7	1,174	2,369
4	2,575	5,785	3,760	0,570	0,612	61 409,4	1,172	2,144

¹watershed no., ²length of tributaries, ³total length of streams, ⁴valley line length

nášho názoru bolo potrebné bližšie špecifikovať napr. hodnotu V_s , ktorá by sa mohla korigovať a tak aj presnejšie stanoviť napr. podľa ročného úhrnu zrážok, priemerného sklonu údolia a svahov povodia atď. Hodnotu súčiniteľa P je možné určiť presne z existujúcich pedologických máp (1 : 10 000), kde sa vyskytujú pôdne druhy i typy. Je však nutné brať v úvahu percento konkrétneho pôdneho druhu z celkovej plochy povodia. Plocha konkrétneho druhu sa následne použije ako váha pri výpočte celkovej hodnoty súčiniteľa P . Tabuľku P1 v Zmene a-7/1989 by však bolo potrebné doplniť aj o hodnotu úplne nepriepustných vrstiev (skaly), kde $P = 1,0$. Práve na príklade povodia Račkovej je vidieť, že tento údaj môže pri posudzovaní vysokohorských bystrín chýbať, nakoľko skalný-nepriepustný materiál tvorí významný plošný podiel v najvyššom – 4. povodí a tým aj v ostatných povodiach.

Uvedomujeme si však, že i tento názor môže byť oponovaný a to z toho dôvodu, že ani v skalných terénach nemusí byť odtok plošne absolútny a veľmi rýchly, aj keď zrýchlený s najväčšou pravdepodobnosťou bude. Okrem toho je v tab. P1 Zmeny a-7/1989 potrebné poopraviť hodnoty P pre hliniopiesočnaté a piesočnatohlinité pôdy. V hliniopiesočnatých pôdach prevládajú piesočnaté častice (priepustnejšie), v piesočnatohlinitých je prevaha prachových (menej priepustných) častíc, no v tabuľke P1 je údaj P obrátený. Správne by

malo byť pre hliniopiesočnaté pôdy $P = 0,50$ a pre piesočnatohlinité pôdy $P = 0,55$. Zaujímavé sa javí aj bližšie skúmanie a špecifikovanie hodnoty S_v s otázkou, čo je v konkrétnych prípadoch možné považovať za protierozné účinný vegetačný kryt. Je potrebné doložiť, že určovanie hodnoty S_v podľa lesnatosti – ako činiteľa tvorby odtoku – tiež nemusí byť vždy presné. Určité poznatky z hydrológie dokazujú, že v niektorých situáciách pri odvádzaní príválových vôd je tlmenie kulminácií vplyvom lesa nie jednoznačne stanoviteľné.

– Najviac diskutovaným problémom pri výpočte súčiniteľa bystrinnosti podľa vzťahu (1) je objektívne stanovenie hodnoty E , ktorá je síce v tab. P2 citovanej Zmeny uvedená pre rôzne charakteristiky erózných procesov v povodí a toku, ale bolo by ju potrebné prepracovať podstatne detailnejšie, lebo príliš obecný popis, ktorý táto tabuľka obsahuje, nemusí posudzovateľa viesť k úplne objektívnemu rozhodnutiu pri výbere hodnoty E . Tento dôležitý problém by bolo potrebné riešiť v ďalšom výskume a to nielen všeobecne, ale v konkrétnych oblastiach Slovenskej i Českej republiky. Ide najmä o presnejšie rozlíšenie intenzity a druhov erózie s následnou ďalšou potenciálnou eróziou, lebo súčasný stav toku povodia nemôže byť konštantný, pretože ide o dynamický proces, v ktorom hydraulické a hydrologické prvky toku a povodia nemajú v čase konštantnú hodnotu. Podobne by bolo potrebné prehod-

notí aj vplyv sklonu svahov na hodnotu E , pretože tento v prípade vytvoreného vegetačného protierozné účinného krytu nemôže mať pri výbere hodnoty E rozhodujúci, resp. dominantný vplyv. Ďalej sa domnievame, že v tab. P2 Zmeny a-7/1989 by bolo potrebné zvlášť rozlišovať intenzitu erózných procesov v toku a v povodí. Uvedená tabuľka obsahuje šesť samostatných skupín údajov o intenzite erózie spoločne pre tok a povodie, pričom sme zistili, že tieto spoločné údaje vo viacerých prípadoch (v rôznych povodiach v rámci SR) nevystihovali buď charakter toku, alebo charakter povodia, pričom je problematické určiť, ktorým eróznym procesom je potrebné priradiť pri definitívnom výpočte hodnoty E do vzťahu (1) väčšiu dôležitosť a tým aj stanoviť ich váhu. Načrtnutý problém môže byť riešený len pomocou rozsiahleho výskumu.

– Napriek uvedenému konštatovaniu možno uviesť, že výpočet súčiniteľa bystrinnosti K_b podľa vzťahu (1) sme získali v doterajšom výskume vcelku prijateľné a reálne výsledky, ktoré zodpovedali stavu konkrétnych tokov a povodí. Uplatnenie uvedeného vzťahu po jeho ďalšom overovaní môže byť značné. Ide najmä o určovanie priorít pri návrhu konkrétnych melioračných zásahov v toku a povodí, ale aj v procese starostlivosti o tok a povodie. Výsledok vzťahu (1) by mal byť súčasťou a tým aj jedným z podkladov pre všetky konkrétne návrhy na zásahy do malých vodných tokov ich povodí a ich následnú realizáciu.

ZÁVER

Treba si uvedomiť, že práca so vzťahom (1), ktorého verifikácia sa v podmienkach Slovenskej republiky začala uskutočňovať len nedávno, nie je jednoduchá, ako aj skutočnosť, že špecifikovať podľa konkrétnych (a početných) vplyvujúcich faktorov zložité dynamický systém bystriny a jej povodia klasifikáciou týchto faktorov nie je možné bez určitých subjektívnych rozhodnutí.

Určenie charakteru toku má dôležitú úlohu pri návrhoch zásahov do korýt tokov v procese starostlivosti o tieto toky. Bystrinné toky sa od iných tokov odlišujú svojimi charakteristikami, najmä kolísaním vodných stavov v určitých časových obdobiach a tvorbou, transportom a ukladaním splavenín.

Až do nedávnej minulosti sa charakter toku zisťoval na základe terénneho prieskumu toku a povodia bez podrobnejšej kvantifikácie a špecifikácie súvisiacich vstupných charakteristík.

Článok je príspevkom k overovaniu možnosti použitia vzťahu (1), ktorý na výpočet súčiniteľa bystrinnosti navrhol Šk o p e k (1989) a ktorý je zakotvený aj v Zmene a-7/1989 ČSN 73 6820 *Úpravy vodných toků* (STN 73 6820), ktorá nadobudla platnosť 1. 9. 1989.

Výpočtami súčiniteľa bystrinnosti K_b vo viacerých oblastiach (povodiach) Slovenska sme zistili, že pomocou vzťahu (1) je možné získať v rozhodovaní o charaktere toku vcelku reálne a akceptovateľné výsledky.

Podľa nášho názoru je potrebné v overovaní vzťahu (1) pokračovať aj v ďalšom výskume, a to v rôznych oblastiach Českej i Slovenskej republiky. Okrem toho je potrebné aj detailnejšie rozpracovanie metodických postupov pri určovaní niektorých vstupných charakteristík do uvedeného vzťahu.

Literatúra

- AULITZKY, H., 1973. Berücksichtigung der Wildbach und Lawinengefahrgebiete als Grundlage der Raumordnung von Gebirgsländer. In: Zbor. sem. Wildbach und lawienkundliche Grundlagen der Raumplanung und Raumordnung in Gebirge. Wien, Hochschule für Bodenkultur: 81–118.
- GAVRILOVIČ, S., 1972. Inžiniering o bujičným tokovima i eroziji. Beograd, Izgradna: 292.
- ISHIBASHI, H., 1973. Wildbachverbauungsarbeiten in Japan. In: Zbor. sem. Wildbach und lawienkundliche Grundlagen der Raumplanung und Raumordnung in Gebirge. Wien, Hochschule für Bodenkultur: 189–206.
- HRÁDEK, F. et al., 1988. Hydrologie. Praha, VN MON, VŠZ: 307.
- JAKUBIS, M., 1994. Overovanie vzťahu pre výpočet súčiniteľa bystrinnosti na vodných tokoch v oblasti ŠLP TU vo Zvolene. Lesn. Čas. – Forestry Journal, 40: 125–139.
- JAKUBIS, M., 1995. K problematike morfogénzy korýt vodných tokov na príklade bystriny Račková v Západných Tatrách. Lesnictví-Forestry, 41: 273–284.
- JAKUBIS, M. – JAKUBISOVÁ, M., 1993. Hodnotenie vodných tokov vnútra kaldery v Chránenej krajinej oblasti – biosférickej rezervácii Poľana. Lesnictví-Forestry, 39: 349–356.
- KŇAZOVICKÝ, L., 1970. Západné Tatry. Bratislava, Vydavateľstvo SAV: 216.
- KREŠL, J., 1989. Lesotechnický systém protieroznej ochrany pôdy při hrazení bystrin. In: Zbor. ref. z konf. Přírodní prostředí a vodní toky '89. Chomutov, Povodí Ohře: 52–59.
- KRONFELLNER – KRAUS, G., 1989. Nové směry v hrazení bystrin. In: Zbor. ref. z konf. Přírodní prostředí a vodní toky '89. Chomutov, Povodí Ohře: 60–68.
- LIXIAN, W., – WIYING, H. – JINGCAI, Z., 1984. Über die Wildbachklassifikation in Nordchina. In: Interpraevent 1984, Tagungspublikation, Band 2, Koordinierung in der Wasserwirtschaft. Buch und Offsetdruckerei Kreiver, Villach: 303–317.
- MIDRIAK, R., 1983. Morfogénza povrchu vysokých pohorí. Bratislava, Veda: 516.
- MIDRIAK, R., 1994. Geoeológia vysokých pohorí Slovenska. Zvolen, ES TU: 113.
- RAPLÍK, M. – VÝBORA, P. – MAREŠ, K., 1989. Úprava tokov. Bratislava, ALFA.
- SKATULA, L., 1960. Hrazení bystrin a strží. Praha, SZN: 430.
- ŠKOPEK, V., 1984. Kritéria pro rozlišování vodního toku a bystriny z hlediska platnosti ČSN 73 6820, ČSN 73 6823 a ON 48 2506. Vod. Hospod.: 301–305.
- ŠKOPEK, V., 1989. Jak rozlišit, zda je nebo není vodní tok bystrinou. In: Zbor. ref. z konf. Přírodní prostředí a vodní toky '89. Chomutov, Povodí Ohře: 1–9.

ANALYSIS OF THE CALCULATION OF TORRENT ACTIVITY COEFFICIENT ON AN EXAMPLE OF A HIGH-MOUNTAIN WATERSHED

M. Jakubis

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

The article deals with the problems of determining the nature of a water stream (creek – torrent) using the method of calculation of torrent activity coefficient of a watershed K_b according to equation (1). This equation was modified by Škopek (1989) on the basis of the work of Gavrilovič (1972) for the conditions of the Czech Republic. This modification was embodied in Amendment a-7/1989 to the standard ČSN 73 6820 *Water Stream Management* (the standard STN 73 6820 in the Slovak Republic), which took effect on 1st September 1989.

The torrent activity coefficient of a watershed K_b was calculated according to the above procedure for the typical high-mountain torrent Račková in the West Tatras, which are part of the Tatras National Park. As a result of the extreme hydraulic, hydrologic, climatic, morphologic, erosion and other characteristics of the Račková torrent and watershed we obtained the values K_b ranging from $K_b = 1.113$ to $K_b = 1.567$ for four watershed observed, which have been the highest values until now determined in the conditions of the Slovak Republic. With respect to the existence of the extreme characteristics of torrent and watershed in the conditions of the Slovak Republic these results can be considered as approaching the limit values.

In this article equation (1) is analyzed in form of an assessment of objectivity and accuracy of determining the particular input data. The most problematic appears to determine the value E in an objective way that shows the extent of erosion processes in the torrent and in the

watershed. It would be appropriate to specify the value E by quantification of various erosion processes in concrete geomorphological units and their typical watersheds, considering not only the present situation but also other possible erosion threats to the stream and watershed.

Research into the torrent activity coefficient of a watershed conducted before now in various regions of the Slovak Republic has brought about much lower values K_b than those obtained by research into the Račková torrent. Eg. research into five torrents in the South-East part of the Kremnické vrchy Hills showed the values K_b ranging from $K_b = 0.111$ to $K_b = 0.313$. The Hučava torrent in the Poľana region had the values $K_b = 0.871$.

A comparison of the results K_b calculated until now from equation (1) in various regions of Slovakia with the actual shape of streams and watersheds indicates that the results obtained from the above equation are fairly realistic and may be excepted. The results can be applied when making proposals of concrete measures to be taken in the torrent and watershed within management of concrete water streams and their watersheds as well as when deciding on the rank of urgency of these measures. In spite of the results obtained before now equation (1) should continue to be verified in various regions both of the Czech and the Slovak Republic.

torrents; stream nature; torrent activity coefficient; calculation

Kontaktná adresa:

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

KAREL KOŘISTKA (1825-1906)

Karel Kořistka, jeden z autorů či hlavních autor novátorských a důkladných příspěvků ku statistice lesů v Čechách z roku 1885, byl Čechem rodem z Moravy. Nebyl sice praktickým provozním lesníkem, ale s lesnictvím se seznámil díky povolání svého otce, vrcholného velkostatkářského úředníka, dále za studií v Banské Štiavnici, encyklopedii lesnictví přednášel na technice v Brně a v Praze a pasáž o lesnictví se objevila i v jeho zeměpisné a statistické díle o markrabství moravském a vévodství slezském a přímo se ho dotýkaly Tafeln zur Statistik der Land- und Forstwirtschaft des Königreiches Böhmen. Již tento výčet by stačil k naplnění pracovního života. K. Kořistka však dále proslul jako vynikající geodet, topograf, orograf, geograf i statistik přinejmenším evropské úrovně. Zasloužil se i o povznesení našeho průmyslového, hospodářského, zemědělského a technického školství. Sám byl i znamenitým učitelem, nejdéle na pražské německé technice, provedl mj. měření výšek zemského povrchu od Jadrana po Krkonoše a sestavil několik geodetických přístrojů. Letos si připomínáme již 170. výročí od jeho narození a 110 let od vydání statistiky lesů v Čechách.

Karel František Edvard Kořistka se narodil dne 7. 2. 1825 v Březové nad Svitavou (Brüsa, okres Svitavy). Pocházel ze staré fojtské rodiny v Holasovicích (Kreuzendorf) u Opavy ve Slezsku. Jeho otec František K. byl nejprve hospodářským správcem v Baníně (Bohna) u Bystře v Čechách, odtud přešel do Křižanova (okres Žďár nad Sázavou), kde v letech 1825 až 1844 působil jako vrchní a ředitel velkostátu. Při stěhování z Banína do Křižanova se K. Kořistka narodil Rosálii, rozené Langerové, v Březové. V r. 1835 začal studovat na jihlavském gymnáziu, vyšší třídy ale absolvoval v Brně. Zde se díky seznámení např. s Kláelem a Ohérem dostal do českého prostředí. Přestože byl vychován německy, přilnul k němu a celý život vystupoval jako uvědomělý Čech.

V 16 letech (1841) přišel na Filozofickou fakultu vídeňské univerzity, kde kromě filosofie studoval vyšší matematiku (např. u Petzvala), fyziku (u A. von Ettingshausen) a astronomii (u Littrowa). Na tamní polytechnice poslouchal i mechaniku (např. u von Burga) a chemii (u Meisnera). V r. 1843 odešel studovat na tehdy slavnou hornohušskou hornicko-lesnickou akademii v Banské Štiavnici (Schemnitz). Již po roce mu náhle zemřel otec a stal se nemajetným. Na návrh profesorského sboru obdržel od vlády státní stipendium a akademii velmi úspěšně dokončil v srpnu 1847.¹⁾

Chtěl vstoupit do horní služby v Srbsku, ale ministerstvo hornictví ho začátkem září 1847 povolalo jako horního praktikanta do c. k. vídeňské hlavní mincovny, do její chemické dílny pro odlučování zlata. Ve Vídni ještě navštěvoval v bývalém montanistickém muzeu vyšší mineralogicko-geologický kurs u slavného horního rady Haidingera. Do Banské Štiavnice se ovšem po krátké době a reorganizaci ústavu opět vrátil, protože byl dekretem ze 12. 3. 1848 jmenován nejprve stálým asistentem a pak supletem stolice nižší a vyšší matematiky a fyziky u známého fyzika, profesora a horního rady Ch. Dopplera. Vykonal konkurzní zkoušku na vídeňské polytechnice a v prosinci 1849 obdržel profesuru praktické geometrie a encyklopedie lesnictví na nově zřízené technice v Brně. V září 1851 se stal řádným profesorem (ve svých 26 letech) elementární matematiky a praktické geometrie (geodézie) na královském zemském stavovském polytechnickém ústavu v Praze. Čechům a Praze zůstal věrný už po celý život, polytechnice po více než 40 let – do r. 1893 – a ostatní lukrativní nabídky odmítal.

Kořistkovo nesmírně různorodé působení zahrnovalo dva hlavní směry. V první řadě se jednalo o činnost učitele a re-

formátora technického školství, ve druhé o činnost vědecko-organizační.

Již v r. 1854 předal c. k. ministerstvu vyučování pamětní spis o změnách technického školství, protože mu vadilo přednášení hlavních technických oborů v encyklopedickém pojetí a jedním profesorem. Jako vládní komisař c. k. ministerstva vyučování proto nejprve vykonal několik studijních cest po Německu, Belgii, Francii a Anglii (1853), znovu po Anglii (1854), do Berlína (1859) a na londýnskou průmyslovou výstavu (1862). Ve stejném roce cestoval i jižní a severní Německo, Švýcarsko, Francii a Nizozemsko. Své poznatky z cest shrnul ve větším počtu úředních zpráv, v delších pojednáních²⁾ a ve spisu *Der höhere polytechnische Unterricht in Deutschland, der Schweiz, Frankreich, Belgien und England* (Gotha 1863). V průmyslovém a technickém školství chtěl dohnat zpoždění za západními státy a podpořit blahobyt své země; uvedený spis i teoreticky ukončil reformu pražské polytechniky.

Jako členovi svého ředitelství Průmyslová jednota v Praze uložila K. Kořistkovi založit průmyslovou školu. Ten pro ni opatřil od zemského sněmu, pražské obce a vlády roční subvenci ve výši asi 9 000 zlatých, sepsal její stanovky a v r. 1861 ji otevřel jako první průmyslovou školu v Čechách a stal se předsedou jejího výboru.³⁾

Po vydání pamětního spisu z r. 1854 se bohužel nic neměnilo, natož aby se zvýšila odborná dokonalost a profil mladých techniků a aby se technické ústavy transformovaly ve speciální oborové školy, jak proponoval K. Kořistka. Zahájil proto se svými kolegy K. Jelínkem a R. Skuherským rozsáhlou agitaci v českých a německých časopisech. Zemský sněm se sešel teprve v r. 1861 a tuto otázku naštěstí považoval za zásadní, stejně jako transformaci pražské techniky. Proto vytvořil 12člennou dohodovací komisi, kterou tvořili čtyři profesori a osm vynikajících průmyslníků, ve které Kořistka zastával opoziční funkci. Předložil jí i návrh stanov a učebních osnov, který komise přijala v r. 1862 (i přes odpor německých členů např. proti přednáškám v češtině), v r. 1863 sněm a v r. 1864 vláda. Technika se pak dělila na čtyři hlavní obory: vodní a silniční stavitelství (inženýrský), pozemní stavitelství (stavitelský), strojnický a technické lučby (chemický), a to s prohloubenou výukou v češtině a němčině, stala se tedy tzv. utrakvistickou. Nyní již skutečná vysoká škola dostala profesorskou samosprávu s právem každoroční volby rektora. Prvním v roce 1864/65 zvolila K. Kořistku, stejně jako v r. 1866/67. Dále byl v r. 1864 jmenován členem rakouské vyučovací rady a povolán do Vídně, aby se stejně úspěšně angažoval ve výboru pro reformu vídeňské polytechniky na způsob pražské. Ta se však již v r. 1868/69 přes protesty Čechů rozdělila na samostatnou českou a německou a K. Kořistka se ocitl proti své vůli na německém ústavu, kde přednášel nižší a vyšší geodézii a konal praktická cvičení. Dvakrát ho zvolili rektorem, ale funkci nepřijal. V r. 1893, ve svých 68 letech, žádal o odchod na odpočinek a vzdal se pro jiné povinnosti učitelské činnosti.

Svími organizačními a reformátorskými schopnostmi byl Kořistka znám nejen v rakouské monarchii, ale i ve světě. V r. 1870 si na něm ruská vláda vyžádala obšírný pamětní spis o zavedení „důkladnějšího průmyslového“ školství na Rusi. V r. 1882 ho ústřední komise pro průmyslové vyučování ve Vídni jmenovala svým členem a na její půdě např. horlivě hájil zájmy českého školství. Dále zasedal ve zkušebních komisích pro učitele reálků, obchodních věd a kreslení a pro státní závěrečné zkoušky inženýrského odboru pražské

německé techniky. Dále ho český zemský výbor v r. 1888 jmenoval inspektorem všech českých a německých zemědělských a hospodářských škol Království českého. Převzatých 19 ústavů dovedl za deset let ve své funkci rozšířit na 51.

Součástí druhého hlavního směru Kořistkova působení byla vědecká činnost. Své práce uveřejňoval v odborných časopisech a vědeckých sbornících – např. v *Naturwissenschaftliche Berichte* svého bývalého učitele Haidingera.⁴⁾ Další práce se objevovaly ve vídeňském *Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt*,⁵⁾ *Grunertově Archivu*, *Mittheilungen der k. k. mährisch-schlesischen Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur – und Landeskunde* (1850–1851), *Hingenuově Oesterreichische Zeitschrift für das Berg- und Hüttenwesen* (1853, 1855), *Lotosu* (1853–1854 a 1856),⁶⁾ ve *Věstníku Královské české společnosti nauk*, *Živě* aj.

V r. 1851 Kořistka např. vyměřoval geologické profily a výšky východních Alp, o rok později pro vídeňský Říšský geologický ústav, jehož byl dopisovatelem, profily od Vídně do Terstu. V letech 1852 až 1860 provedl na žádost brněnského *Werner-Vereinu*, geologického spolku pro Moravu, jehož byl řádným členem a komisařem, systematické měření výšek na Moravě a v Rakouském Slezsku. Jeho výsledky publikoval po dílčích studiích ve spisu *Hypsometrie von Mähren und Oesterreichisch-Schlesien. Die Resultate der Höhenmessungen in Mähren und Oesterr. Schlesien und eine Höhenschichtenkarte beider Länder enthaltend* (Olmütz, Hölzel 1863).⁷⁾ Již v r. 1855 vznikla na základě hypsometrického měření okolí Brna první barevně výtiskářské vrstevnicové mapa v Rakousku. Podobné trigonometrické, nivelační a barometrické měření vykonal s asistentem M. Slukou a vybranými studenty v r. 1856 a po něm na žádost Českého muzea i v Praze a v jejím okolí a výsledky publikoval časopisecky v *Živě*; v r. 1858 vydal první výškopisný vrstevnicový plán Prahy v měřítku 1 : 14 400 (Niveau-Karte der Stadt Prag nach neuen Nivellements entworfen von Carl Kořistka). Stal se spolu s mapou okolí Prahy ve stejném měřítku součástí jednoho ze stěžejních děl *Studien über die Methoden und die Benützung hypsometrischer Arbeiten*, nachgewiesen an den Niveauverhältnissen der Umgebungen von Prag. Ein neuer Beitrag zur Geodäsie und Orographie (Gotha, J. Perthes 1858).

Dřívější trigonometrické vyměření v rámci stabilního katastru Kořistka doplnil geometrickými díky měření nadmořské výšky a zobrazení ve vrstevnicových mapách. V r. 1860 a později prováděl výškopisné práce ve Vysokých Tatrách a vydal jejich první speciální mapu v měřítku 1 : 100 000 a příspěvek *Die hohe Tatra in den Central-Karpathen mit 1 Karte und mehreren Ansichten* (Petermann's Mittheilungen, seš. 12, Gotha 1864). Dále prozkoumal a částečně zmapoval jižní Anglii (1862), Nizozemsko (1869), střední a jižní Itálii (1870), Švédsko, Finsko a Rusko (1872), střední a jižní Francii (1875), jižní Uhry (1876), Chorvatsko a Slavonii (1876) a celé rakouské a švýcarské Alpy (1880 až 1888). V r. 1877 vydal výškopisnou mapu Krkonoš s dvojjazyčným názvoslovím.

Uvádí se, že K. Kořistka jen v letech 1860 až 1880 zaměřil a výškově určil více než 10 000 bodů, že je klasicem hypsometrických a orografických směrů v geografii a kartografii s tím, že jeho činnost odpovídala dnešním moderním požadavkům. Vycházel z trigonometrických bodů, které zhušťoval do sítě výškových bodů barometrickým nebo polotrigonometrickým způsobem s použitím zrcadlového výškoměru. Polotrigonometrický způsob byl jeho osobitým technologickým postupem stejně jako konstruování vrstevnic na podkladě nevelkého počtu měřených bodů s využitím šraf protínajících kolmo vrstevnici. Svými výškovými podklady chtěl posloužit budování komunikací a průmyslových objektů. Vytvořil i české geodetické a kartografické názvosloví. Provedl také jako první u nás fotogrammetrické práce (1862) podle francouzského vzoru. Uvedenou vlastní polotrigonometrickou metodu zdokonalil mj. tak, že v r. 1855 sestavil

zvláštní přístroj pro měření úhlů výšek z ruky odrazem světla s přesností na jeden až dva metry, nazvaný zrcadlový či kompenzační výškoměr či hypsometr (vzor 1856 a 1860), v r. 1856 nivelační teodolit. Dále sestavil tabulky (Nové tabulky k rychlému výpočtu barometricku měřených výšek z roku 1855) a diagramy pro snadné výpočty naměřených výšek. Jeho rychlé a snadné postupy měření se prosadily jak při měření a mapování Rakouska-Uherska, začátkem v r. 1870, tak i v jiných zemích. Do orografie zavedl přesnější a výstižnější pojmy na geometrických základech a charakterizoval jednotlivé formy terénu a jejich poměr ke geologickým vlastnostem půdy. O těchto otázkách referoval např. i na mezinárodním geografickém kongresu v Paříži v r. 1875. Ve stejném roce založil první hlubinnou geofyzikální stanici ve střední Evropě. Stalo se tak v Příbrami, v šachtě sv. Vojtěcha v hloubce asi 1 000 m.

K. Kořistka zaujal dále významné postavení v geomorfologii, zemědělské a lesnické geografii a svůj jedinečný organizační talent osvědčil i ve statistice. Ačkoliv se jí věnoval jen shodou okolností, dosáhl v ní neobyčejných výsledků. V r. 1860 vydal zeměpisné a statistické dílo *Die Markgrafschaft Mähren und das Herzogthum Schlesien*⁸⁾ a v r. 1864 zřídil s přáteli J. Krejčím a A. Fričem Komitét pro přírodovědecké prozkoumání Čech. Tvořila ho 12členná komise, jejíž polovinu volil výbor Společnosti Českého muzea a polovinu Zemědělská rada. Kořistka byl jeho jednatelem a hlavním redaktorem všech jeho spisů. Zkoumal a mapoval topografické a orografické poměry Čech a výsledky zveřejňoval v časopisu *Archiv für die naturwissenschaftliche Landesdurchforschung von Böhmen* a dále i česky u F. Řivnáče jako *Práce topografického oddělení pro výzkum země České v letech 1864 až 1866*.

Když Ústřední výbor pro statistiku polního a lesního hospodářství, zřízený v r. 1856 při C. k. vlastenecko-hospodářské společnosti, hledal pro své Taflern přírodopysce, který by pravidelně sepsal geofrické a topografické úvodní studie pro jednotlivé kraje, např. o jejich poloze, významu a bonitě půdy, padla volba celkem pochopitelně na K. Kořistku. Stal se členem tohoto prvního statistického orgánu u nás od roku 1864 a vytrval v něm, ačkoliv plánované úvodní studie bohužel nikdy nevznikly. Již v r. 1867 po volbě přezval jeho vedení po prof. E. Jonákovi. Tak i začala skoro čtyřicetiletá dráha praktického výkonného statistika. Nejprve dokončil první stěžejní práci Výboru s podrobným rozčleněním půdy v Čechách – *Taflern zur Statistik der Land- und Forstwirtschaft des Königreiches Böhmen*.⁹⁾

Hned v r. 1868 se Kořistka pustil do statistiky osevu a sklizně či „výroby polních plodin“ podle soudních okresů v Čechách. Nahradil nesnadné zjišťování abstraktního průměrného osevu a výnosu podle dobrých, prostředních a špatných žnů osemem skutečným a výnosem sklizně z jednoho určitého roku. Již v červnu 1869 dolo bylo opět první v Rakousku-Uhersku. Každoročně v něm pak pokračoval za pomoci dr. Josefa Bernata. Rozšířili data i o zemědělský průmysl, chmelářství, vinařství, ovocnictví, účinky velkých povodní, o nejdůležitější ukazatele ze sčítání lidu a dobytka apod. Při statistice osevu a sklizně Kořistka uplatnil jednoduchou a efektivní metodu, kterou od něj později převzaly pro sestavování stejných materiálů ostatní rakouské země. Nejednalo se o přesné sčítání, ale o užití statistického odhadu v každém okresu, který osobně prováděli úředníci statistické kanceláře, znalí zemědělství a unifikovaných kritérií. Úředníci dále ještě spolupracovali se zpravodaji a porovnávali data o osevu a sklizni typických okresů s ostatními. Kořistka dále pro tento účel a pro zjednodušení statistiky hospodářské výroby sestavil na základě svého materiálu známé rozdělení Čech na 11 organických územních celků – tzv. přirozených (Kořistkových) krajin. Stalo se tak v r. 1872 a užívaly se beze změny až do roku 1923.¹⁰⁾ Sdružily okresy s příbлизně stejnými přirozeními podmínkami zemědělství a týkaly se

i lesů v Čechách; braly zřetel na nadmořskou výšku, tvar terénu, geologický útvar, geodetickou povahu půdy, meteorologické poměry a osov.

K. Kořistka dále zveřejnil práce o účincích povodní a dešťů (1872, 1882), spolu s J. Bernatem o statistice lesů (1885), a kancelář uložil vypracování statistiky veřejného chudinství na základě individuálního šetření z r. 1890, osmi svazků statistiky přírůžek k přímým daním, ale i příjmů a výdajů obcí a okresů v Čechách za léta 1883, 1885, 1887 až 1895 a 1898. Kořistka doprovázel své statistiky řadou zajímavých kartogramů a diagramů, oceněných na mezinárodních výstavách a statistických kongresech.

Statistickou kancelář převzala v r. 1873 Zemědělská rada a v r. 1898 změnila název na Zemský statistický úřad Království českého, podřízený zemskému výboru. Kořistka pro něj napsal stanovy, stal se na prvních osm let jeho ředitelem a prosazoval jeho publikace. Nový úřad se zabýval statistikou zemské, okresní a obecní samosprávy.

Nezanedbatelná byla i Kořistkova politická činnost. V r. 1866 ho zvolilo město Příbram poslancem českého zemského sněmu a od r. 1867 zasedal navíc i v říšské radě. Obou mandátů se však již v r. 1869 vzdal pro pracovní přetížení. V r. 1861 přijal volbu za obecního staršího do pražského městského zastupitelstva a mandát podržel do r. 1891. Stál tak celých 30 let na české straně; angažoval se především ve školských a technických záležitostech. Kořistkovo jméno se objevuje např. i mezi členy „odboru pro zemědělství a výboru I. skupiny pro polní hospodářství“ pražské všeobecné zemské výstavy z roku 1891,¹¹⁾ dále byl předsedou školního odboru v rámci XXIII. skupiny této výstavy.¹²⁾

Za tak mimořádné a vynikající výsledky ve všech uvedených oborech činnosti se K. Kořistkovi dostalo mnoha poct, ocenění a uznání nejen u nás, ale i v zahraničí. V r. 1879 ho císař František Josef I. povýšil do rytířského stavu a udělil mu erb se zlatou měrickou pyramidou v modrém poli, obklopenou pěti hvězdami, a doplněný nápisem *Perseverantia omnis mons vincitur* (Každá hora se zdolá vytrvalostí), v r. 1888 obdržel titul dvorního rady, vídeňská univerzita ho prohlásila doktorem filozofie honoris causa, pražská německá technika pak Dr. techn. h. c. (1902). Byl řádným či čestným členem řady statistických, geografických a zemědělských institucí a společností doma i v zahraničí. Zúčastňoval se jejich schůzí, kongresů, na kterých téměř vždy přednášel, předkládal ukázky prací a referoval o nich ve Zprávách své kanceláře, českých listech aj. Uvádí se např. jako generální tajemník a předseda druhé třídy Královské české společnosti nauk, byl členem a předsedou matematicko-přírodovědné třídy České akademie věd a umění (Císaře Františka Josefa), dopisujícím členem vídeňské Císařské akademie věd, vídeňské Centrální statistické a normální cejchovní komise, pařížské „zeměvědné“ (geografické) společnosti a prvním čestným členem České společnosti zeměvědné od r. 1894, ale i nositelem francouzského řádu Offizier de l'Instruction Publique a Řádu zlaté palmy. Od císaře Františka Josefa I. obdržel Řád Leopoldův a železnou korunu 3. třídy a od ruského cara rytířský kříž Řádu svatě Anny a komandérský kříž Řádu svatého Stanislava. Karel Kořistka zemřel v Praze dne 19. ledna 1906.

Kořistkovy a Bernatovy Příspěvky ku statistice lesů v Čechách vydal Výbor pro statistiku polního a lesního hospodářství v Království českém u J. G. Calvého v r. 1885. Jejich vznik však nebyl jednoduchý a přímočarý. Kořistka navrhl na schůzi statistického výboru dne 9. 12. 1874, aby v nejbližší době vznikla tolik potřebná statistika lesů v Čechách. Jako profesor encyklopedie lesnictví na pražské stavovské polytechnice po Christophu Liebichovi si byl dobře vědom skutečnosti, že jednak se stav lesů (a jejich rozloha) značně změnil od doby pořízení stabilního katastru a v důsledku bouřlivě se prosazující průmyslové a zemědělské revoluce, jednak nepříznivé klimatické poměry a nízký stav vody v le-

tech 1871 až 1873 obrátil naléhavější pozornost k úbytku lesů v zemi, o nichž se ovšem dosud zoufale nedostávalo potřebných podkladů a číselných dat. Výbor návrh s potěšením přijal a jmenoval užší čtyřčlennou komisi k sestavení dotazníku („dotazného archu“). Předsedou komise se po volbě stal c. k. dvorní rada Eugen rytíř z Addy, předseda statistického výboru, a členem c. k. lesní rada Edmund Svoboda, ředitel lesnické školy v Bělé pod Bezdězem Ferdinand rytíř Fiscali a přednosta statistické kanceláře K. Kořistka. Komise „ku sdělení lesní statistiky“ vypracovala pracovní rozvrh a poslala ho České lesnické jednotě. Měla se k němu vyjádřit, doplnit ho a sestavit seznam všech lesnických odborníků ze soudních či berních okresů, dostatečně inteligentních, vzdělaných a schopných dobrovolně sebrat potřebná data, dodat je Statistické kanceláři a odpovídat jí na případné dotazy. Dotazník o 23 rubrikách se podalof rozeslal dne 22. 11. 1875 jednotlivým odborníkům se žádostí, aby ho vrátili do konce roku 1876. Shrnuj všechny důležité momenty lesního hospodářství a jeho správné zodpovězení vyžadovalo mnoho času, zkušeností a práce, protože se jednalo jak o les pod vlastní správou, tak o všechny cizí lesy v okrese. Ke konci r. 1876 dostala kancelář správně vyplněné dotazníky ze 140 okresů, ze 70 nedošly žádné nebo jen částečné odpovědi. Tito lesníci si stěžovali na pracovní přetížení, chtěli prodloužit lhůtu dodání nebo se zdráhali – na příkaz majitele – podat podrobnější data o výnosnosti lesů. Pro takové okresy musela kancelář vyhledat odborníky nové, kteří obtížně získávali ukazatele od lesních správ předtím odpírajících vyplnění dotazníku a majících např. v okrese nejvyšší zastoupení lesů.

Potřebná data ze všech okresů se sešla teprve koncem r. 1880. Staré míry plochy a hmotnosti kancelář přepočítávala na metrickou soustavu a sestavila kostru celého díla, totiž tři tabulky sumarizující pro každý soudní okres Čech plochu lesů, hospodaření a „výtěž“, skutečné „výtěžky“ a průměrné ceny dříví. Úkolu sestavení dalšího číselného materiálu a opatření četných poznámek se ujal K. Kořistka a sekretář statistické kanceláře JUDr. J. Bernat. Po ukončení textace neměla statistická kancelář finanční prostředky na vydání díla a žádala o ně český zemský sněm. Ten subvenci povolil, ale vydání knihy se opět o rok opozdilo a některá data musela být inovována.

První kapitola *Přirozené krajiny Čech, jejich půda a podnebí* (str. IX až XXXVII) z Kořistkova pera mj. konstatovala, že i v případě lesní statistiky dodržuje dosavadní rozdělení na 11 krajin a bere zřetel na horopisné poměry, tj. tvar zemského povrchu ve spojení s nadmořskou výškou, tedy známé ukazatele z vojensko-místopisných a Kořistkových měření výšek, dále zřetel na dost prozkoumanou geologickou a bohužel daleko méně zavedenou „agronomickou“ povahu půdy a na klimatické poměry, tzn. teplotu, srážky a vítr. Nejlépe monitorovány byly v tehdejší době srážky, pozorovací stanice c. k. ústředního meteorologického ústavu pro teplotu byly bohužel méně četné a K. Kořistka ji často odhadoval. Pravidelná pozorování o větrných poměrech se dosud nekonala.

U některých z 11 přirozených Kořistkových krajin se uvádějí jejich obvod, fekněme odlišné podkrajiny, u všech výčet soudních okresů a jejich celková rozloha v kilometrech čtverečních, slovní popis areálu krajiny, tvar terénu a některé nadmořské výšky, většinou krajinu charakterizujících bodů, dále i slovní popis geologické povahy („z náplavu, ze slínů a opuky, z kvádřovce hořejších a středních vrstev útvaru křídového, čedič a žnělec, červený pískovec, drobový břidlice a vápno, slída a rula z porfyru, z náplavního písku a šterku, ze žuly, vápencového slínu“ apod.) a povahy agronomické, tzv. svršku půdy („hlinité písčiny, písčiny, písčité hlíny, hlíny, jíly, prsí, luhová půda, něco slatin a řaseliníšť“ apod.). Ve slovním popisu nechyběly poznámky ani o hloubce a vlhkosti půdy a procentuálním zastoupení hlavních osevních plodin, pšenice, cukrovky, žita, ječmene a ovsa na orné půdě. V dal-

ší části o podnebí se uvádí tabulka s údaji o teplotě, množství srážek a počtu dnů srážek po jednotlivých měsících a s průměrem za rok v jedné či ve dvou větších obcích každé krajiny. Doplnuje ji procentuální vyjádření převládajících větrů a charakteristika jednotlivých ročních období.

Kořistkův rukopis má i druhá kapitola *Lesy dle drabnosti a druhů stromových* (str. XXXVIII až LXI). Vysvětluje rozsáhlou tabulku č. 1 (str. 4–20) s číselnými údaji o celkové rozloze lesní půdy v hektarech podle stabilního katastru k roku 1850 a k roku 1875, rozloze lesů v rámci tří kategorií drby: veškerých velkostatků nad 115 ha, obcí a korporací, tzn. lesy obecní, zádušní, školní, fondovní a nadační, malých alodních statků do 115 ha. Za těmito kolonkami následovaly další o rozloze lesů v rámci dvou kategorií: tzv. souvislých lesů a „osamělých dlečů“, tří kategorií: lesa listnatého, jehličnatého a smíšeného a konečně i lesnatost v rámci 210 soudních okresů a 11 krajín. Nad 5 755 ha lesů měly 34 velkostatky a největším lesním velkostatkem byl kníže Jan Adolf Schwarzenberg, nejvíce obecních lesů obhospodařoval Písek, z církevní drby arcibiskupství pražské a z klášterů premonstrátský řád, malostatků pak bylo na 620 000.¹³⁾ Téměř 82 % všech lesů tvořily jehličnaté porosty. Následuje slovní rozbor všech těchto ukazatelů v jednotlivých krajínách a s příslušnou lokalizací, pak i výčet všech případů drby s rozlohou nad 2 000 ha lesů, údaje o dřevinné skladbě a dokonce i „vegetační doby nejdůležitějších, v krajíně této se vyskytujících druhů stromových pro nadmořské výšky od 150 do 300 metrů, 300 až 600 metrů či více 600 metrů“ (druhy stromů, počátek vegetace, pravidelná doba květu a tvoření semen, období semenných roků).

Kořistkovo autorství nezapře ani třetí kapitola *Spůsob těžení, hospodaření a ošetřování lesa* (str. LXII až LXXI). Stala se komentářem tabulky č. 2 (str. 22–55). Ve známých krajínách a soudních okresech uvádí zastoupení v hektarech: hospodářský tvar lesa („kmenný a pařezný les“), „těžení“ trvalé a občasné, hospodaření systematicky uspořádané a empirické a obmýtní dobu jak lesa vysokého (1. přes 80 let, 2. 80 let a méně, 3. toulavá seč), tak nízkého (1. přes 20 let, 2. 20 let a méně). Výsoký les zaujímal 95,4 % veškeré lesní půdy v zemi, střední les respondenti neuváděli; u vysokého lesa převažovalo obmýtní „80 let a méně“, u nízkého pak nad 20 let. Obmýtní doby nejsou kvůli nedostatku místa v tabulkách jemněji rozlišeny. Druhou část tabulky zaujímal průměrný roční přírůstek vysokého a nízkého lesa a celkem, a to v pevných metrech (m³, plm) z hektaru, úhrnem a „z toho připadá procent na dříví k palivu/femeslné“. Průměrný roční přírůstek činil 2,9, 2,4 a 2,9 plm a bohužel převažovalo dříví k palivu. Dále Kořistka poznamenal, že „omlázování lesů v Čechách děje se nejvíce uměle sebou neb sazbou“ i za cenu značných nákladů. Tyto skutečnosti samozřejmě nešlo jednoduše tabelárně vyjádřit a autor je v jednotlivých krajínách komentoval. Stálá výtěž, tj. trvalá těžba, se zaznamenává u skoro tří čtvrtin lesů, systemizovaných lesů bylo asi 68 %. Závěr této kapitoly krátce shrnul zařizovací způsob v minulosti.

Čtvrtou kapitolu týkající se *Výnosu lesů* (str. LXXII až LXXXI) již napsal J. Bernat. Zajímá se o „přirost a výrobu dříví“. K roku 1875 se v Čechách vyrobilo skoro 4,5 mil. plm dříví, z toho téměř 70 % na velkostatkách (tj. 3 plm z hektaru). V 11 krajínách zpracovatel probral i lesnatost, rozlohu lesní půdy a počet vyrobených plm dříví na 100 obyvatel a jednu domácnost.¹⁴⁾ V páté kapitole s názvem *Lesní škody* (str. LXXXII až XCI) Bernat komentoval podle sdělených okresních údajů výši škod živelními pohromami v letech 1867 až 1870 a 1875. Přicházely především v podobě bouří, sněhu, větru, žíru hmyzu (např. klikoroha velkého, ponravý chroustov, dřevožrouta a korovec obecného). Výklad dále věnuje značnou pozornost kůrovcové kalamitě nevidaných rozměrů v první polovině sedmdesátých let na schwarzenberských velkostatkách v jižních Čechách. Jen

v r. 1875 bylo v celých Čechách hlášeno skoro 69 000 případů krádeže dříví a došlo k 252 lesním požárům.

V krátké šesté kapitole *Lesní služebnosti* (str. XCII až XCIII) provedl Bernat přehled nemnoha přetrvávajících, hlášených služebností spočívajících v užívání rašeliníště, v odvádění dříví dolům, obyvatelstvu a nemocnici na palivo, dále steliva a leckde přetrvávala neškodlivější služebnost pastvy. Obecně se jednalo již jen o asi 50 000 ha lesní půdy „zavazené“ služebnostmi a podobnými společenskými právy. Sedmá, opět Bernatova kapitola s názvem *Doprava a odbyť plodin lesních* (str. XCIV až CIV) nejprve uvádí výčet 23 koncese na plavbu dříví koncem r. 1880, pak železnice, potoky a řeky v jednotlivých přirozených krajínách. Přínosné jsou dále jak soubory vytěženého palivového a řemeslného dříví a průměrné ceny plnometru na místě v lese v r. 1875 podle přirozených krajín, tak ceny vídeňského sáhu palivového dříví na velkostatkách knížete Fr. Auersperga, na buštěhradském velkostatků císaře Františka Josefa I. i na jindřichohradeckém a jilemnickém. Velmi podrobným rozvedením uvedených souborů za celé krajiny je tabulka č. 3 (str. 58–75), tzn. opět pro všech 210 soudních okresů Čech.

V osmé kapitole *Dřevařský průmysl* (str. CV až CXI) se Bernat osvědčil jako znalec statistiky dosud nezmapovaného domácího dřevařského průmyslu. Pil bylo asi 1 500, vyráběly se šindele, železniční „prahy“, dřevěné uhlí, zápalky, sirkové proutky (drát), krabice, bedny, hračky, dýmky, hole, hudební nástroje, dřeváky („stěvice“), kopyta, dřevěné nýtky, zátky (do sudů) a cívky, lodě, hospodářské a domácí nářadí, nábytek, dýhy, košíky, obrazové rámy, tužky, kartáčové desky, révové a chmelové tyčky a množství dalšího zboží. V Čechách dále fungovaly dvě továrny k impregnaci dříví, mlýny či struhadla na výrobu „dřeviny“ a celulózky a papírny; dříví však nadále spotřebovávaly sklárny, porcelánky, cihelny, vápenky, doly, hutě a mnohé další provozy bez ohledu na odběr minerálního uhlí.

V deváté, opět Bernatově kapitole *Vedlejší užítky lesní* (str. CXII až CXIV) se probírá v intencích zmiňovaných krajín a okresů těžba dubové a smrkové kůry, lesního steliva a trávy, pryskyřice, ale i hmotnost získaného lesního semene. Bere zřetel i na výrobu dehtu a rašelinných cihel.

Lze jen litovat, že není podrobněji desátá, poslední Bernatova kapitola *Lesní správa a dělnické poměry* (str. CXV až CXVIII). K r. 1875 přináší početní stav lesního personálu v 11 krajínách, a to jednak úředníků (řídících lesních hospodářů, úředníků lesních úřadů a revírních a lesních příručí), jednak hajných. Dává uvádí v těchto krajínách počty personálu se složenou vyšší státní zkouškou lesnickou, stejnou nižší, přísežných nezkoušených osob a rozlohu lesní půdy na revírního úředníka, jednu osobu lesního personálu, hajného a jednu osobu pro ochranu lesů vůbec. Následují průměry nejnižších a nejvyšších mezd denních a akordních za denní výkon pro muže v 11 krajínách, samozřejmě opět k r. 1875.

Jak bylo běžné i v dalších Kořistkových spisech, doplňuje tento titul mapy. V příloze jich nacházíme celkem šest s výrazným označením „Mapy statistického komitatu zemědělské rady pro Čechy rediguje prof. dr. Karel Kořistka“, vyhotovené c. k. dvorním litografem v Praze A. Haasem, s vysvětlivkami, ale bez udání měřítka. Mají tyto názvy: 1. Souvislé lesy v Čechách, 2. Výškové poměry a vegetační hranice podle nejnovějšího měření, 3. až 6. Percentní poměr lesní půdy k veškeré ploše okresu / listnatých lesů k veškeré lesní půdě v okresu / jehličnatých lesů k veškeré lesní půdě v okresu / smíšených lesů k veškeré lesní půdě v okresu.

Vlastně první, na zvolenou metodu velmi přesné lesnicko-statistické šetření o poměrech lesů v Čechách k roku 1875 dále zjistilo úbytek rozlohy lesní půdy vůči stabilnímu katastru ve výši asi 33 000 ha v první řadě díky kořistnému hospodaření malostatků. Na šetření navázal novým k r. 1920 Státní úřad statistický (a později Inventarizace lesů) a jeho přední představitel Jan Auerhan.¹⁶⁾ Srovnával ukazatele

z r. 1875 a 1920 a doplnil je údaji ze Statistisches Jahrbuch des k. k. Ackerbauministeriums především z r. 1900 a 1910, ale soudí o nich, „že nejsou vždy pramenem nejspolehlivějším“. Pro Moravu a Slezsko žádná starší podobná publikace před r. 1920 nevznikla.

Ačkoliv tedy Karel Kořistka nebyl osobností zcela těsně spjatou s lesnictvím, uznával jeho význam, věnoval mu několikrát velké úsilí a pozornost a obohatil jeho prameny základnu několika stěžejními spisy, dodnes platně sloužícími hospodářským historikům a lesnickým odborníkům.

Poznámky

- 1) Jednalo se o tzv. hornicko-hutnický kurs (Berg- und Hüttencurs).
- 2) Wurzbachův slovník např. uvádí: Bericht über die Einrichtung des technischen und industriellen Unterrichtes in Deutschland, Belgien, England und Frankreich (Prag, Hennig 1854), Bericht über die wichtigsten Werkstätten für geodätische Instrumente in Deutschland und Frankreich (dtto) a Ueber einige neue Forschungen im Gebiete der Oographie (1856).
- 3) Podle Riegrova slovníku naučného (4, 1865, s. 820–821) pro školu získal 6 000 zlatých ročně a otevřel ji v říjnu 1863.
- 4) Již ve svých 24 letech otiskl v jeho šestém svazku z r. 1849 příspěvek o vlivu nadmořské výšky a geologických vlastností půdy na zemský magnetismus.
- 5) Jahresberichte über trigonometrische und barometrische Höhenmessungen in Mähren (3. díl, 4. odd., s. 128; 4. díl, 12. odd., s. 29; 5. díl, 161. odd., s. 665–701; 6. díl, s. 72; 7. díl, s. 279 a 9. díl, s. 80), Höhenmessungen in Niederösterreich (2. díl, 4. odd., s. 155; 3. díl, 3. odd., s. 94 a 99), Höhenmessungen in nordöstlichen Alpen (2. díl, 1. odd., s. 34), Höhenmessungen in den Sudeten, Bieskiden und in West-Mähren (7. díl, s. 279 a 10. díl, s. 237), Quellen-Temperatur in den mährisch-schlesischen Sudeten (10. díl, s. 253), Reductionstabellen für barometrische Messungen (6. díl, s. 837), Niveau-Verhältnisse des Wiener Bodens (3. díl, 3. odd., s. 112 a 115).
- 6) Po určitou dobu byl viceprezidentem tohoto pražského přírodovědného spolku.
- 7) Ve stejném roce (1863) vydal v Praze spis Výsledky měření, jímž velikost a podoba země ustanovená byla. Hypsa je výška, izohypsa křivka stejné výšky, tzn. vrstevnice, hypsometrie pak výškovým měřením. Tento poslední název je v nižší geodézii neobvyklý. Užíval se v minulém století pro topografická výšková měření, zvláště pak v Kořistkových pracích.
- 8) S podtitulem Eine Darstellung ihrer geographischen Verhältnisse unter Mitwirkung mehrerer Naturforscher und Geographen redigiert und herausgeben. Mit einer Generalkarte von Mähren und Schlesien, vier physik. und statist. Karten in Farbendruck und vielen Lithographien und Holzschnitten, Olmütz, Hölzel 1860, a dílo mělo tvořit první díl souboru Die Kronländer des österreichischen Monarchie.
- 9) Píše o nich např. L. Jeřábek ve své knize Zemědělství a půdní fond v Čechách ve 2. polovině 19. století, Praha, Academia 1985.
- 10) K. Kořistka ve Zprávách ústředního výboru pro statistiku polního a lesního hospodářství v Čechách za rok 1871, s. VII–XXI, a dále napsal krátkou kapitolu I. Poměry zeměpisné o svých 11 přirozených krajinách na s. 3–8 v díle Příspěvky ku dějinám zemědělství v Království českém za století 1791–1891. Spis slavnostně vydaný ústředním odborem hospodářským Všeobecné jubilejní výstavy zemské v Praze 1891, Praha, Zemědělská rada král. Českého 1891.
- 11) Členem výboru byl i Kořistkův spolupracovník JUDr. J. Bernat. Srov. Hlavní katalog všeobecné zemské výstavy 1891 v Praze, redigoval J. Fořt, Praha 1891, s. LII–LIII.

12) Tamtéž, s. LVI.

13) Srov. G. Novotný, Vlastnické a užívací vztahy k lesní půdě a lesu v českých zemích v letech 1620 až 1918, Lesnictví-Forestry 38, 1992, s. 893–905.

14) Chybí pramen těchto demografických údajů.

15) Statistický výbor Zemědělské rady Království českého podle katalogového čísla 1330 na pražské všeobecné zemské výstavě roku 1891 vystavil: Zprávy Výboru pro statistiku polního a lesního hospodářství v Království českém, Příspěvky ku statistice lesů v Čechách a „tableau“ statistických map a grafických vyobrazení. Srov. Hlavní katalog, s. 42.

16) J. Auerhan, Vývoj a dnešní stav statistiky lesů, Českoslov. statist. věstník 3, 1922, s. 57n., týž, Úhrnné výsledky statistického šetření o poměrech lesů v Čechách dle stavu roku 1920, Českoslov. statist. věstník 4, 1923, s. 224–259, a týž, Úhrnné výsledky statistického šetření o poměrech lesů na Moravě, ve Slezsku, na Slovensku a v Podkarpatské Rusi podle stavu z roku 1920, Českoslov. statist. věstník 5, 1923, s. 1–36.

Literatura

- L. Jeřábek, Některé otázky vývoje české hospodářské statistiky ve světle činnosti Karla Kořistky, Sborník Čs. Společnosti zeměpisné (dále jen SČSZ) 82, 1977, s. 20–28
- B. Kořistka, malý slovník naučný 1, 1925, s. 1140
- K. Kořistka, Vývoj Zemského statistického úřadu z kanceláře pro polní a lesní statistiku v království Českém (1857–1897), Zprávy Zemského statistického úřadu království Českého, sv. 1, seš. 1, Praha 1899, s. III–XIV
- D. Krejčí, Ph. Dr. Karel Kořistka, Českoslov. statist. věstník 6, 1925, s. 236–240
- D. Krejčí, Kořistka jako statistik, in: SČSZ 1925, s. 26–30 (literatura)
- K. Kořistka, Naučný slovník lesnický. Výběr lesnických důležitých hesel zpracovaných odborníky, vyd. J. Konšel, 1 (A–L), Knihovna Matice lesnické sv. 17, Písek, Čs. Matice lesnická 1934, s. 589 (T–ý – hypsa) a 721
- V. Novák a kol., Karel Kořistka a jeho rodná obec Březová nad Svitavou, Březová nad Svitavou, MNV 1976
- G. Novotný, Kořistka, K. F. E., Biografický slovník českých zemí, ukázkové číslo, Praha, Historický ústav 1994, s. 35–37
- Nový velký ilustrovaný slovník naučný 11, 1931, s. 108–109
- J. Nožička, Přehled vývoje našich lesů, Praha, SZN 1957
- J. Nožička, Kořistka Karel, Naučný slovník lesnický, před. red. rady J. Čabart, 2 (J–Q), Praha, ČSAZV–SZN 1959, s. 872
- Oesterreichischen biographisches Lexikon 1815–1950, 4, 1969, s. 127–128 (literatura)
- Ottův slovník naučný 14, 1899, s. 838–841
- E. Semotánová, Kartografie v historické práci, Práce Historického ústavu ČAV, řada A–Monographia, sv. 10, Praha, Historický ústav 1994, s. 154, 157–158, 161 a 166
- J. Stěhule, Karel Kořistka, Stručný nástin životopisný, in: SČSZ 1925, s. 1–12 (literatura)
- J. St., Oslava stých narozenin prof. dr. Karla Kořistky, in: SČSZ 1925, s. 143–144
- B. Šalomon, Kořistkovy hypsometrické a hypsografické práce, in: SČSZ 1925, s. 12–25 (literatura)
- A. V. Velfík, Dějiny technického učení v Praze, 1, Praha 1906, s. 452–460, 397–399, 408–416 aj.
- C. von Wurzbach, Biographisches Lexikon des Kaiserthums Oesterreich 12, 1864, s. 455–457 (literatura)

PhDr. Gustav Novotný, CSc., Historický ústav AV ČR, Brno

Pokyny pro autory

Obecné pokyny

Časopis Lesnictví-Forestry uveřejňuje původní vědecké práce ze všech oborů lesnictví, které mají vztah k lesním ekosystémům rostoucím ve střední Evropě. Autor práce je odpovědný za původnost příspěvku; práce nesmí být publikována nebo zaslána k publikování do jiného časopisu. Rozsah zasláního příspěvku nemá přesáhnout 25 stran (A4 formátu, psaných oběma stranami) včetně tabulek, obrázků, literatury, abstraktu a souhrnu. K publikování jsou přijímány práce psané v češtině, slovenštině nebo angličtině. Zaslání rukopisů musí obsahovat anglický souhrn o rozsahu 2–3 strany. Autor odpovídá za správnost anglického textu. Rukopisy mají být napsány na papíře formátu A4 (60 úhelníků na řádku, 30 úhelníků 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.

Každý článek by měl obsahovat abstrakt, který nemá mít více než 120 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 číslovány průběžně a u každé je uveden i nadpis. 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 přerušovány, 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. **S e p a r á t y .** Z každého článku odvrhne 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 forest ecosystems of Central Europe. 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. 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. Each paper must begin with an Abstract of no more than 120 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.

O f f p r i n t s . 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 1995, No. 11, uveřejní tyto příspěvky:

Urban J.: On the occurrence, bionomics and harmfulness of *Altica quercetorum quercetorum* Foud. (*Coleoptera, Alticidae*) – K výskytu, bionomii a škodlivosti dřepčíka dubového *Altica quercetorum quercetorum* Foud. (*Coleoptera, Alticidae*)

Rumler C., Gregorová E., Turzík Z., Řešátko M., Mazánek M.: Multiradiometrická diagnostika sazenic lesních dřevin – Multiradiometric diagnostics of forest tree seedlings

Demko J.: Regenerácia lesných pôd po zhutnení – Regeneration of forest soils after soil compacting

Mikleš M.: Štúdium geometrie nástroja pre odvetvovanie – Study of geometry of a delimber

REFERÁT

Greguss L.: Medzidruhovú hybridizáciu lesných drevín v meniacich sa ekologických podmienkach – Hybridization of forest trees under the changing environmental conditions

Novotný G.: I. F. J. Ehrenwerth

Vědecký časopis LESNICTVÍ - FORESTRY ● Vydává Česká akademie zemědělských věd – Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: Mgr. Radka Chlebečková ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 75 41, fax: 02/25 70 90 ● Sazba: Studio DOMINO – ing. Jakub Černý, Bří Nejedlých 245, 266 01 Beroun, tel.: 0311/22 959 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1995

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