

Journal of
FOREST SCIENCE

Volume 45, No. 3, March 1999

PRAGUE 1999
ISSN 0024-1105

CZECH ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES
INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

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

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

Managing Editorial Board – Redakční rada

Chairman – Předseda

Prof. Ing. Vladimír Chalupa, DrSc., Praha

Members – Členové

Prof. Ing. Jiří Bartuňek, DrSc., Brno

Ing. Josef Běle, CSc., Praha

Doc. Ing. Josef Gross, CSc., Praha

Doc. Ing. Jaroslav Koblížek, CSc., Brno

Prof. Ing. Jan Koubka, CSc., Praha

Ing. Vladimír Krečmer, CSc., Praha

Ing. Václav Lochman, CSc., Praha

Ing. František Šach, CSc., Opočno

RNDr. Stanislav Vacek, CSc., Opočno

Advisory Editorial Board – Mezinárodní poradní sbor

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

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

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

Prof. Dr. Hans Pretzsch, Freising, Germany

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

Prof. Dr. Sara von Arnold, Uppsala, Sweden

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

Executive Editor – Vedoucí redaktorka

Mgr. Radka Chlebečková, Praha, Czech Republic

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EVALUATION OF GROWTH CHARACTERISTICS OF SOME POPLAR CLONES ON HEAVY-TEXTURED SOILS OF THE EAST SLOVAKIAN LOWLAND

ZHODNOTENIE RASTOVÝCH VLASTNOSTÍ VYBRANÝCH KLONOV TOPOLOV NA ŤAŽKÝCH PÔDACH VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINY

Š. Kohán

Forestry Research Institute, Research Station, Čárskeho 3, 040 01 Košice

ABSTRACT: The paper presents results of evaluation of growth and volume production in 20 different poplar clones in the 30-year populetum Ilhov in the East Slovakian Lowland. The populetum is situated in the Bodrog watershed, on heavy-textured noninundated alluvia of the Latorica river, in the forest type group *Querceto-Fraxinetum*. A groundwater table on this research plot decreased by 0.5 m after some hydrological measures were taken in this area. Research data processing showed that clones I-214, Blanc du Poitou, Jacometti, I-154 and H-381 had the fastest growth and highest volume production. On the other hand, the poplars *P. tremula* x *P. balsamifera* (L-002/61), and I-262 and Marilandica showed much slower growth and much lower volume production. Promising poplars to be grown in the East Slovakian Lowland are indicated.

poplars; height and diameter growth; volume production; heavy-textured soils; East Slovakian Lowland

ABSTRAKT: V práci sa uvádzajú výsledky hodnotenia rastu a objemovej produkcie 20 rozličných klonov topoľov na 30-ročnom populete Ilhov v oblasti Východoslovenskej nížiny. Populetum leží v povodí Bodrogu na ťažkých nezaplavovaných alúviách Latorice v skupine lesných typov *Querceto-Fraxinetum*. V dôsledku vodohospodárskych úprav poklesla hladina podzemnej vody na tejto výskumnej ploche o 0,5 m. Z rozboru hodnotenia výsledkov výskumu vyplýva, že zo sledovaných topoľov najlepší rast a najvyššiu objemovú produkciu vykazujú klony I-214, Blanc du Poitou, Jacometti, I-154 a H-381. Naproti tomu rastove a po stránke objemovej produkcie značne zaostávajú najmä topole *P. tremula* x *P. balsamifera* (L-002/61), ďalej I-262 a Marilandica. V práci sa podáva aj návrh na perspektívne topole pre oblasť Východoslovenskej nížiny.

topole; výškový a hrúbkový rast; objemová produkcia; ťažké pôdy; Východoslovenská nížina

INTRODUCTION

Evaluation of growth and volume production in poplars in the East Slovakian Lowland (Východoslovenská nížina) is important because large-scale hydrological measures that had been taken there had great impacts on site conditions in this region. Hydrological structures altered hydrological conditions, and it resulted in changes in the conditions for poplar growth; this species represents an important component of forest stands and permanent greenery in this region. Taking into account the evidence obtained by research in foreign countries and in this country, it is realistic to assume that satisfactory production can be achieved if suitable poplar clones are grown and appropriate silvicultural technologies are used.

Growth and production of different poplar clones have been studied on permanent research plots called populeta. As these research plots have been laid down on locations of different types, data on growth characteristics of experimental poplars make it possible to iden-

tify the best clones for site conditions of the given region, and for the particular silvicultural treatments.

Evaluation of growth characteristics of poplars in populeta provided remarkable results in Italy, Netherlands, France and other countries, as reported especially by Piccarolo (1952), Sekawin (1979), Tóth, Szemerédy (1982), van der Meiden (1961), Pourtet, Turpin (1957), etc. Application of the evidence of these researches under practical conditions showed good productivity of some Italian clones, such as I-214, I-154, I-273, etc., in many countries. Good productivity was observed in poplars Dorschkamp and Adroscogin in the Netherlands while some clones of balsam poplars or their hybrids were promising in France. Studies and evaluation of different poplar clones in altered ecological conditions were made namely in Yugoslavia, Hungary, Poland and Rumania, namely by these researchers: Bura (1967), Knežević (1980), Járó (1977), Zsombor (1981), Halupa, Tóth (1988), Halupa, Simon (1985), Hejmanowski (1975), Clonaru (1969), etc. It

was possible to regionalize 12 tolerant poplar clones in Hungary on the basis of long-term results.

Poplar growth in populeta in the Czech Republic was evaluated by Mottl (1966) and by Mottl, Průdič (1977). Data acquired by evaluation of growth and ecological requirements of different poplar clones in Slovakia were summarized in papers published by Vojtuš (1978), Vojtuš, Mottl (1978), Kóhán (1981, 1991), etc. It was possible to identify tolerant poplar clones for the particular silvicultural treatments under site conditions of Slovakia on the basis of research data processing.

The above facts show that serious verification of the properties of different poplar clones can provide for fast growth and maximum productivity of poplar plantations in terms of quality and quantity, and for other social functions of forests under ecological conditions of the East Slovakian Lowland.

MATERIAL AND METHODS

Parameters evaluated in this paper include height and diameter growth, volume production, current and average increments of 20 poplar clones in Ilhov populeta in the East Slovakian Lowland. The populeta was established in the 1968 spring season, using general mechanical preparation of soil. Poplar yearling plants on one-year roots (1/1) were set out to lay down the plantation. Twenty different poplar clones were planted. They involved 16 clones of Euro-American poplars: Robusta, Marilandica, I-455, Grandis, Serotina de Champagne, I-262, H-381, Serotina, Regenerata, I-154, Jacometti, I-214, Virginiana de Nancy, Virginiana de Frignocourt, Brabantica and Blanc du Poitou, three clones of domestic black poplars: *P. nigra* (Pavlovce 2), *P. nigra* (Ivachnova 1) and *P. nigra* (Baka 1), and finally, a hybrid of European alder and balsam poplar: *P. tremula* x *P. balsamifera* (L-002/61).

Regular square spacings of 6 x 6 m were used as a planting design: four plants with four replications were set out for each clone, that means 16 individuals in total. General mechanical cultivation of soil was systematically practiced on the whole plot, and poplar plants were individually treated in the first three years. Silvicultural treatments included trimming, and later on pruning of poplar plants. No thinnings were made as the original wide spacing was considered as a felling one.

Biometrical measurements of poplars were carried out on all individuals; once a year by 10 years of age, then in two- and three-year intervals. Heights were measured to the nearest 0.5 m, diameters to the nearest 0.5 cm. The last measurements and evaluation were made at the end of the 30th year of age. Data processing included basic taxation variables – mean height, mean diameter, standing volume per 1 ha, mean stem volume, current and average increments. Large timber was calculated from volume tables constructed by Korusň

(1967). Besides the processing of absolute values, percentage values were calculated and data on the particular clones were compared; the value of a poplar clone with fastest growth or maximum volume production was taken as 100 per cent.

NATURAL CONDITIONS OF THE SITE

Ilhov populeta is situated on noninundated alluvia of the Latorica river, in the administrative unit Leles in the East Slovakian Lowland. This land is owned by the Premonstratensians – by the Jasov Abbey. The whole territory lies in the Bodrog watershed. The Bodrog river originates at the confluence of Ondava and Latorica rivers, and empties into the Tisa river in the Hungarian territory. Ecological conditions of this site were altered including a decrease in the groundwater table as a result of hydrological measures taken in the East Slovakian Lowland between 1956 and 1968.

Climatic conditions indicate that the area is warm, moderately arid, with cold winters and long sunshine hours. Long-range average air temperature (measured at the Somotor meteorological station) is 9.4 °C, and 16.5 °C in the growing season lasting 200–220 days. An average number of summer days with maximum daily temperatures above 25 °C is 67.2.

Average annual precipitation sum is 597 mm, out of this 362 mm in the growing season. Analysis of rainfall sums shows that this area suffers from a rainfall deficit every three years, when the annual sum is lower than 350 mm. Annual evaporation from the soil is 550–600 mm. Evaporation in the months of July to August may amount up to 450 mm while atmospheric precipitation in the same period is 270 mm. This fact underlies the need of agrotechnical practices under the intensive system of poplar management.

Deep, typical Gleysol is a soil representative in the populeta. Mechanical and chemical analyses indicate a soil with heavy texture, clayey, with deteriorated physical characteristics, especially insufficient aeration and low capillary rising. Soil reaction is slightly acid since the contents of available nutrients, namely N, P₂O₅ and K₂O, are rather low. Measurements showed that the groundwater table was at a depth of 1.0–2.0 m in the growing season; it was a decrease by ca. 0.5 m in relation to the level before the hydrological measures were taken. As the hydrological structures were built between 1963 and 1968, changes in hydrological conditions occurred before populeta establishment.

This plot is typologically classified as a management complex of forest types floodplain oak-ash stands (hardwood floodplains), represented by the forest type group *Querceto-Fraxinetum*. Oak-ash stand with canary grass on semigleys is a forest type.

The above brief description of natural conditions shows that the populeta truly represents sites classified in the forest type group *Querceto-Fraxinetum* in the East Slovakian Lowland. Heavy-textured clay soils

with insufficient aeration are typical of these sites, so among other things, the choice of tolerant clones underlies successful management of poplar stands. As the percentage area of these sites accounts for ca. 35% out of the total forested area in the East Slovakian Lowland at the time when the populetum age is 30 years, that means at felling age, it will be possible to reliably apply the results of evaluation to a large part of the territory concerned.

RESULTS AND DISCUSSION

Tab. I shows data on mean height, current and average annual height increments in poplar clones at 30 years of age. Besides the absolute values, the table contains the rank and percentage evaluation of poplars according to descending values.

It is evident from Tab. I that clone I-214 shows the fastest height growth in the populetum: its mean height is 33.3 m and average annual height increment is 1.11 m at 30 years of age. It is followed by Blanc du Poitou, Jacometti, I-154, H-381, with mean heights ranging from 31.3 m (H-381) to 33.1 m (Blanc du Poitou) while their average annual height increments range from 1.04 m to 1.10 m, so exceeding 1 m. *P. tremula* x *P. balsamifera* (L-002/61) and Marilandica largely lagged behind in their height growth. Their mean heights were 22.2 m and 28.3 m, respectively, while their respective average annual height increments were 0.74 and 0.94 m.

If the mean height of I-214 poplar is taken as 100%, percentage values of the mean height of poplars with fast height growth ranged from 94.0% (H-381) to 99.4% (Blanc du Poitou). On the other hand, percentage values of the mean height of poplars with slowest height growth were only 66.7% (*P. tremula* x *P. balsamifera*, L-002/61) or 85.0% (Marilandica). Current annual height increments of these poplars ranged from 0.14 to 0.46 m. Current annual height increments were found to be lower than average increments of every experimental poplar.

Evaluation of diameter growth in poplars is very important because valuable timber assortments of large diameter are a production target of intensive management. Tab. II shows data on mean diameter, and on current and average annual diameter increments in poplars. These data indicate that I-214 poplar had the fastest diameter growth in the populetum: mean diameter of 51.2 cm and average annual diameter increment 1.71 cm at 30 years of age. It is followed by Blanc du Poitou, I-154, Jacometti and H-381. The mean diameter of these poplars is larger than 40 cm, ranging from 40.1 cm (H-381) to 47.3 cm (Blanc du Poitou). Average annual diameter increments of these clones range from 1.33 cm (H-381) to 1.58 cm (Blanc du Poitou). An extraordinarily small mean diameter, 22.3 cm, and a low average diameter increment, 0.74 cm, were measured in *P. tremula* x *P. balsamifera* (L-002/61); its percentage value makes only 44.4% of the mean diameter in I-214 poplar. The growth of I-262 and Ma-

I. Height growth of experimental poplar clones at 30 years of age

Rank	Clone	Mean height		Height increment	
		(m)	(%)	current (m)	average (m)
1	I-214	33.3	100.0	0.44	1.11
2	Blanc du Poitou	33.1	99.4	0.46	1.10
3	Jacometti	32.1	96.4	0.42	1.07
4	I-154	31.4	94.0	0.40	1.05
5	H-381	31.3	94.0	0.34	1.04
6	Grandis	31.2	93.8	0.46	1.04
7	Virginiana de Nancy	30.2	90.7	0.44	1.00
8	Brabantica	30.1	90.8	0.32	1.00
9	Regenerata	29.8	89.5	0.38	0.99
10	Robusta	29.7	89.2	0.32	0.99
11	<i>P. nigra</i> (Baka 1)	29.7	89.2	0.36	0.99
12	Serotina de Champagne	29.5	88.6	0.40	0.98
13	<i>P. nigra</i> (Ivachnova 1)	29.5	88.6	0.36	0.98
14	I-455	29.4	88.3	0.42	0.98
15	Serotina	29.3	88.0	0.32	0.97
16	Virginiana de Frignicourt	29.2	87.7	0.28	0.97
17	<i>P. nigra</i> (Pavlovce 2)	28.6	85.9	0.36	0.95
18	I-262	28.6	85.9	0.30	0.95
19	Marilandica	28.3	85.0	0.38	0.94
20	<i>P. tremula</i> x <i>P. balsamifera</i> (L-002/61)	22.2	66.7	0.14	0.74

II. Diameter growth of experimental poplar clones at 30 years of age

Rank	Clone	Mean diameter		Diameter increment	
		(cm)	(%)	current (cm)	average (cm)
1	I-214	51.2	100.0	0.56	1.71
2	Blanc du Poitou	47.3	92.4	0.68	1.58
3	I-154	41.4	80.7	0.56	1.38
4	Jacometti	41.2	80.1	0.54	1.37
5	H-381	40.1	78.1	0.52	1.33
6	Grandis	37.6	73.4	0.34	1.25
7	<i>P. nigra</i> (Baka 1)	36.7	71.7	0.34	1.22
8	Robusta	36.1	70.5	0.48	1.20
9	<i>P. nigra</i> (Pavlovce 2)	35.9	70.1	0.54	1.20
10	<i>P. nigra</i> (Ivachnova 1)	35.8	69.6	0.28	1.19
11	Brabantica	35.7	69.7	0.44	1.19
12	Virginiana de Frignicourt	35.4	69.1	0.42	1.18
13	Regenerata	34.6	67.6	0.44	1.15
14	Virginiana de Nancy	33.8	66.0	0.34	1.13
15	I-455	33.7	65.8	0.38	1.12
16	Serotina de Champagne	33.3	65.0	0.32	1.11
17	Serotina	33.1	64.6	0.36	1.10
18	Marilandica	32.7	63.9	0.36	1.09
19	I-262	29.9	58.4	0.32	1.00
20	<i>P. tremula</i> x <i>P. balsamifera</i> (L-002/61)	22.3	44.4	0.16	0.74

rilandica poplars with respective mean diameters 29.9 cm and 32.7 cm is also very slow.

Maximum current annual diameter increment of 0.68 cm was measured in Blanc du Poitou while the lowest value of 0.16 cm was determined in *P. tremula* x *P. balsamifera* (L-002/61). A comparison of current and average annual diameter increments shows that the current increment of poplars at 30 years of age is substantially lower than the average increment.

Tab. III shows standing volume, current and average annual volume increment per 1 ha, and mean stem volume. Data in the table document that I-214 poplar had the highest standing volume (774.8 m³) per 1 ha and maximum mean stem volume (2.787 m³) in the populus, similarly like it was in the case of mean height and diameter. It is followed by Blanc du Poitou, Jacometti, I-154 and H-381. Standing volumes of these poplars ranged from 450.6 m³ per 1 ha (H-381) to 643.5 m³ per 1 ha (Blanc du Poitou), so exceeding the volume of 450 m³ per 1 ha. Mean stem volumes of the above clones were in the range of 1.621 m³ (H-381) to 2.315 m³ (Blanc du Poitou). In comparison with the mean stem volume of I-214 poplar taken as 100%, the percentage values were between 58.1% and 83.1%. On the other hand, the lowest standing volume (94.8 m³ per 1 ha) and the lowest mean stem volume (0.341 m³) were calculated for *P. tremula* x *P. balsamifera* (L-002/61), i.e. only 12.2% of the mean stem volume in I-214 poplar. Low standing volumes and low mean stem volumes were also characteristic of I-262 (244.1 m³ per 1 ha and

0.878 m³) and Marilandica (274.7 m³ per 1 ha and 0.988 m³); they had the mean stem volume below 1 m³. The respective percentage values were 31.5% and 35.4% of standing volume and mean stem volume in I-214 poplar.

A comparison of current and average annual volume increments per 1 ha indicates that current annual volume increment of experimental poplars is lower than average increment almost in all cases. Blanc du Poitou, Grandis, *P. nigra* (Pavlovce 2), Marilandica and I-262 were the only exceptions as their current annual volume increments were higher than the average ones even in trees of older age. Current annual volume increment was found to decrease substantially in all poplars over the past five years while average annual volume increment decreased only moderately or it did not decrease at all.

Results of our research were complemented by tests of statistical significance of differences in mean height, mean diameter and mean stem volume. Evaluations indicated that I-214, Blanc du Poitou, Jacometti, I-154 and H-381 were statistically equivalent poplar clones by the mean height. I-214 and Blanc du Poitou were statistically equivalent by the mean diameter and mean stem volume. Statistical equivalence was significant in every case.

Čížek et al. (1992) tested the clones that were subjects of research in our populus on noninundated alluvia of the Morava river under similar ecological conditions. Twelve clones were tested, specifically

Rank	Clone	Standing volume		Volume increment		Mean stem volume
		(m ³ ·ha ⁻¹)	(%)	current (m ³ ·ha ⁻¹)	average (m ³ ·ha ⁻¹)	
1	I-214	774.8	100.0	25.1	25.8	2.787
2	Blanc du Poitou	643.5	83.1	23.2	21.4	2.315
3	Jacometti	504.3	65.1	16.5	16.8	1.814
4	I-154	470.9	60.8	15.2	15.7	1.694
5	H-381	450.6	58.1	14.2	15.0	1.621
6	Grandis	414.2	53.4	14.4	13.8	1.490
7	<i>P. nigra</i> (Baka 1)	367.2	47.4	11.4	12.2	1.321
8	Brabantica	353.1	45.6	11.5	11.8	1.270
9	Robusta	346.1	44.7	11.4	11.5	1.245
10	<i>P. nigra</i> (Ivachnova 1)	342.2	44.2	10.8	11.4	1.231
11	Virginiana de Frignicourt	336.4	43.4	11.0	11.2	1.210
12	<i>P. nigra</i> (Pavlovce 2)	330.3	42.6	13.5	11.0	1.188
13	Regenerata	321.9	41.5	10.6	10.7	1.158
14	Serotina de Champagne	303.9	39.2	10.0	10.1	1.093
15	Serotina	303.2	39.1	10.0	10.1	1.091
16	I-455	298.0	38.5	9.8	9.9	1.072
17	Virginiana de Nancy	296.6	38.3	7.8	9.9	1.067
18	Marilandica	274.7	35.4	10.2	9.2	0.988
19	I-262	244.1	31.5	8.6	8.1	0.878
20	<i>P. tremula</i> x <i>P. balsamifera</i> (L-002/61)	94.8	12.2	2.2	3.3	0.341

Blanc du Poitou, I-214, Jacometti, Virginiana de Frignicourt, Regenerata, Virginiana de Nancy, Grandis, Robusta, Brabantica, I-262, Marilandica and I-154. The results of evaluation and comparison show the highest volume production in Blanc du Poitou in the Moravian region, and I-214 ranked as the second by this parameter. Evaluation of volume production in our populetum indicated the first position of I-214 followed by Blanc du Poitou. Virginiana de Frignicourt, Regenerata, Virginiana de Nancy, Brabantica, I-262 and Marilandica had higher volume production in the Moravian region than in the East Slovakian Lowland while the volume production of I-214, Jacometti, Grandis, Robusta and I-154 was lower in the Moravian region than in the East Slovakian Lowland. The differences were minimal and of no practical importance.

CONCLUSION

The characteristics evaluated in this paper involve height and diameter growth, and volume production of 20 different poplar clones at the age of 30 years in Ilhov populetum situated on heavy-textured noninundated alluvia of the Latorica river, in the East Slovakian Lowland. This research plot is typologically classified in the group of forest types *Querceto-Fraxinetum*. Oak-ash stand with canary grass on semigleys is a forest type.

The results of research show that I-214, Blanc du Poitou, Jacometti, I-154 and H-381 had the fastest height and diameter growth of all experimental poplars, and maximum volume production at 30 years of age. On the contrary, *P. tremula* x *P. balsamifera* (L-002/61), I-262 and Marilandica lagged behind in their growth and productivity. It is possible to conclude from data on growth and volume production that the rotation period should not be longer than 25-years under an intensive management system.

The results also confirmed that among the regionalized poplars, mainly I-214, Blanc du Poitou can be recommended for planting on heavy-textured soils of the East Slovakian Lowland; and Robusta can be cultivated in row plantings. Robusta has a narrow crown, slender branches, its shape is straight and cylindrical, it has large dark-green leaves, so esthetically it is a very impressive tree. It can be set out for these characteristics in row plantings on nonforest soils as the surrounding vegetation will be shaded to the smallest extent. The health state, evaluated as a quality trait in all experimental clones, indicates that it will be useful to include the clones Jacometti, I-154, H-381 and *P. nigra* (Baka 1) among the promising ones at the sites concerned taking into account their fast growth and good health.

References

- BURA, D., 1967. Plantažno gajenje topola u Jugoslaviji. Topola, 11, č. 61–64: 15–32.
- CLONARU, A., 1969. Posibilitati sa valorificare a teranurilor stuficola prin culturi de plopi si salcie. Revta Pădur., 84: 273–274.
- ČÍŽEK, V. et al., 1992. Dílčí výsledky dlouhodobého ověřování sortimentu topolu sekce *Aigeiros* v oblasti Jihomoravských úvalů (Partial results of long-term testing of poplar collection, *Aigeiros* section, in the area of Jihomoravské úvaly). Zpr. lesn. výzk., 37, č. 4: 23–27.
- HALUPA, L. – SIMON, M., 1985. Az I-214 nyár. Budapest, Akadémiai Kiadó: 132.
- HALUPA, L. – TÓTH, B., 1988. A nyár termesztése és hasznosítása. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó: 274.
- HEJMANOWSKI, S., 1975. Uprawa topoli. Warszawa, PWRIL: 351.
- JÁRÓ, Z., 1977. Nyártelepítések határtermőhelyeken. Az Erdő, 26: 198–205.
- KNEŽEVIČ, I., 1980. Plantáže energie (Energy plantations). Topola, 24, č. 127–128: 38–40.
- KOHÁN, Š., 1981. Rast a zdravotný stav topoľov na populatách Východoslovenskej nížiny (Growth and health state of poplars in populeta of the East Slovakian Lowland). Lesn. Čas., 27: 371–384.
- KOHÁN, Š., 1991. Hodnotenie rastu a zdravotného stavu nových klonov topoľov v oblasti Laborca na Východoslovenskej nížine (Evaluation of the growth and health state of new poplar clones in the Laborec region in the East Slovakian Lowland). Zprávy lesn. výzk., 36, č. 4: 11–14.
- KORSUŇ, F., 1967. Hmotové a porostní tabulky pro topol (Weight and stand tables for poplar). Lesn. Čas., 13: 977–992.
- MEIDEN VAN DER, N. A., 1961. Plantafstand en Bastvlekkenziekte bij populier. Nederlands Dossbouw Tijdschrift, 33: 206–210.
- MOTTL, J., 1966. Ověření ekologických a pěstebních vlastností topolů (Testing of ecological and cultural characteristics of poplars). [Dílčí závěrečná zpráva.] Jiloviště-Strnady, VÜLHM: 239.
- MOTTL, J. – PRUDIČ, Z., 1977. Růst topolů v českých chlumech (Poplar growth in Czech wooded hills). Práce VÜLHM, 50: 95–114.
- PICCAROLO, G., 1952. Il Pioppo. Roma, REDA: 130.
- POURTET, J. – TURPIN, P., 1957. Le Populetum national de Vinneuil. Actes du VI. Congrès national du Peuplier. Paris: 47–51.
- SEKAWIN, M., 1979. Prospettive ed esperienze di pioppicoltura in terreni marginali. Pioppicoltura, 15: 161–180.
- TÓTH, B. – SZEMERÉDY, M., 1982. Tanulmányúti tapasztalatok az olaszországi nyárfatermesztésről. Az Erdő, 31: 290–294.
- VOJTUŠ, M., 1978. Results of research on the ecologic breadth of some clones of Euro-American poplars in Slovakia. Acta Inst. for. zvolen., 5: 129–147.
- VOJTUŠ, M. – MOTTL, J., 1978. Pestovanie topoľov a stromových vrb (Cultivation of poplars and tree willows). Bratislava, Príroda: 62.
- ZSOMBOR, F., 1981. Új minősített fajták a nyár – és fűz fajtaválasztékban. Az Erdő, 30: 216–219.

Received 5 June 1998

ZHODNOTENIE RASTOVÝCH VLASTNOSTÍ VYBRANÝCH KLONOV TOPOĽOV NA ŤAŽKÝCH PÔDACH VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINY

Š. Kohán

Lesnícky výskumný ústav, Výskumná stanica, Čárskeho 3, 040 01 Košice

V práci sa hodnotí výškový a hrúbkový rast ako aj objemová produkcia 20 rozličných klonov topoľov vo veku 30 rokov pri intenzívnom pestovaní na populatách Ilhov. Populetum leží na ťažkých nezaplavovaných alúviách Latorice v oblasti Východoslovenskej nížiny. Typologicky patrí táto výskumná plocha do skupiny lesných typov *Querceto-Fraxinetum*. Pôdnym predstaviteľom je hlboká typická glejová pôda, ktorá je zrnitostne ťažká, ílovitá a vykazuje mierne kyslú reakciu. Hladina podzemnej vody sa vo vegetačnom období pohybuje v hĺbke 1,0–2,0 m, čo oproti stavu pred vodo hospodárskymi úpravami znamená pokles asi o 0,5 m.

V rámci výskumu sme hodnotili výškový a hrúbkový rast ako aj objemovú produkciu sledovaných topoľov. Výsledky hodnotenia sa uvádzajú v príslušných tabuľkách, v ktorých okrem absolútnych hodnôt nájdeme aj percentuálne hodnotenie získaných údajov. Za 100 % sa pokladá vždy príslušná hodnota topoľa, ktorý vyka-

zuje najlepší rast, resp. maximálnu objemovú produkciu.

V tab. I sa uvádza stredná výška ako aj bežný a priemerný výškový prírastok. Zo sledovaných topoľov najlepší výškový rast má klon I-214, ktorý v 30. roku vykazuje strednú výšku 33,3 m a priemerný ročný prírastok 1,11 m. Za ním nasledujú topole Blanc du Poitou, Jacometti, I-154 a H-381, ktorých stredná výška sa pohybuje v medziach od 31,3 do 33,1 m. kým ich priemerný ročný výškový prírastok od 1,04 m do 1,10 m. V tab. II nájdeme údaje strednej hrúbky ako aj bežného a priemerného hrúbkového prírastu sledovaných topoľov. Z hodnotenia výsledkov vyplýva, že najlepší hrúbkový rast vykazuje topoľ I-214, ktorý v 30. roku má strednú hrúbku 51,2 cm a priemerný ročný hrúbkový prírastok 1,71 cm. Potom nasledujú topole Blanc du Poitou, I-214, Jacometti a H-381, ktorých stredná hrúbka sa pohybuje v rozpätí od 40,1 cm do

47,3 cm. Ich priemerný ročný hrúbkový prírastok je v medziach od 1,33 cm do 1,58 cm. V tab. III sa uvádza zásoba na 1 ha, bežný a priemerný ročný objemový prírastok na 1 ha ako aj objem stredného kmeňa. Z tabuľky vidieť, že najvyššiu zásobu ($774,8 \text{ m}^3$ na 1 ha) a maximálny objem stredného kmeňa ($2,787 \text{ m}^3$) dosahuje topoľ I-214. Za ním nasledujú topole Blanc du Poitou, Jacometti, I-154 a H-381, ktorých zásoba sa pohybuje v medziach od $450,6 \text{ m}^3$ do $643,5 \text{ m}^3$ na 1 ha, kým objem ich stredného kmeňa od $1,621 \text{ m}^3$ do $2,315 \text{ m}^3$. Ak porovnáваме objemové prírastky na 1 ha, zisťujeme, že bežný ročný objemový prírastok sledovaných topoľov je takmer v každom prípade menší než prírastok priemerný. Súčasne sme zistili, že bežný ročný objemový prírastok za posledných päť rokov výrazne poklesol pri všetkých sledovaných topoľoch. Najslabší výškový a hrúbkový rast, ako aj najnižšiu zásobu a naj-

nižší objem stredného kmeňa vykazuje topoľ *P. tremula* x *P. balsamifera* (L-002/61). Nízke hodnoty vykazujú v tomto ohľade aj topole I-262 a Marilandica. V percentuálnom vyjadrení zásoba topoľa *P. tremula* x *P. balsamifera* (L-002/61) na 1 ha predstavuje iba 12,2 % z hodnoty zásoby topoľa I-214, kým v prípade topoľa I-262 a Marilandica je to 31,5 %, resp. 35,4 % z hodnoty zásoby topoľa I-214.

Naše výsledky potvrdili, že z rajonizovaných topoľov, ktoré sme na populte sledovali, sú pre pestovanie v záujmovej oblasti vhodné najmä I-214 a Blanc du Poitou a pre radové výsadby topoľ Robusta. Medzi perspektívne topole bude žiadúce zaradiť klony Jacometti, I-154, H-381 a *P. nigra* (Baka 1), ktoré súčasne vykazujú aj priaznivý zdravotný stav. Keďže sledované topole už dosiahli rubný vek, výsledky hodnotenia môžeme pokladať za spoľahlivé.

Contact Address:

Ing. Štefan K o h á n, CSc., Lesnícky výskumný ústav, Výskumná stanica, Čárskeho 3, 040 01 Košice, Slovenská republika

OVlivNŮJÍ SKUTEČNĚ TUHÉ IMISE TVORBU NÁMRAZY?

DO SOLID IMMISSIONS ACTUALLY INFLUENCE RIME OCCURRENCE?

E. Kula¹, D. Richterová²

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

² Český hydrometeorologický ústav, 400 11 Ústí nad Labem-Kočkov

ABSTRACT: A verification study of the dynamics of occurrence of meteorological phenomena – fog and rime, in the Krušné hory Mts. in 1961–1996 as depending on the pollution of the area with solid immissions and with respect to rime damage to forest stands, has not confirmed the original hypothesis formulated by Pešek (1962) about positive effects of solid immissions on fog and rime occurrence and increased endangerment of forest stands.

Krušné hory Mts.; rime; fog; solid immissions; rime damage; forest stands

ABSTRAKT: Ověřovací studie dynamiky vývoje meteorologických jevů – mlhy a námrazy v letech 1961–1996 v Krušných horách v závislosti na zatížení oblasti tuhými imisemi a vznikem škod působených námrazou na lesních porostech nepotvrdila původní hypotézu Peška (1962) o pozitivním vlivu tuhých imisí na tvorbu mlhy a námrazy a zvýšeného ohrožení lesních porostů.

Krušné hory; námraza; mlha; tuhé imise; škody námrazou; lesní porosty

ÚVOD

Námraza je významný abiotický škodlivý činitel působící mechanické poškození jehličnatých i listnatých porostů. V zimě 1995/1996 po dlouhodobém vlivu námrazy v imisní oblasti Krušných hor se projevilo fyziologické poškození smrku (Lomský et al., 1996) a na Děčínské pískovcové vrchovině i borovice (Kula, Kawulok, 1997).

Nejdůležitějšími činiteli, kteří ovlivňují usazování a tvar námrazy, jsou meteorologické prvky (teplota, vlhkost vzduchu, rychlost větru), struktura oblaků (vodní obsahy mlhy nebo oblaků, velikost vodních kapiček) a celkový tvar, jakost povrchu a teplota předmětů, na nichž se námraza usazuje (Podzimek, 1959; Fojt, 1959; Procházková, 1975, 1976).

Pešek (1962), který dal do souvislosti zvyšující se podíl tuhých průmyslových imisí s vytvářením kondenzačních jader predisponujících vyšší frekvenci vzniku mlh a námrazy v průběhu roku, charakterizuje období let 1897–1955 v Krušných horách.

Cílem příspěvku bylo ověřit zmíněný vztah tuhých imisí – mlha – námraza – škody námrazou na lesních po-

rostech v časové řadě 1961–1996, kdy dochází k poklesu tuhých imisí.

METODIKA A MATERIÁL

Pro oblast východního Krušnohoří a Děčínské pískovcové vrchoviny byly pro stanovení výskytu mlhy a námrazy v letech 1961–1996 zvoleny reprezentativní meteorologické stanice ČHMÚ: Tušimice (322 m n. m.), Krásný Les (600 m n. m.), Nová Ves v Horách (725 m n. m.), Český Jiřetín (742 m n. m.) a Měděnec (828 m n. m.). Stanice Tušimice je stanicí profesionální, ostatní stanice jsou obsluhovány dobrovolnými pozorovateli. Hodnoty polétavého prachu byly převzaty ze stanic Měděnec (1989–1996), Prahy-Tušimice (1971–1996), Nová Ves v Horách (1971–1996) a Telnice-Sněžník (1981–1996). Časové řady měření tuhého spadu nejsou ekvivalentní rozsahu hodnocení meteorologických jevů srážkoměrnými stanicemi vzhledem k pozdějšímu systematickému vyhodnocování imisního znečištění. Je třeba z této skutečnosti odvodit, že Pešek (1962) nemohl exaktně doložit své tvrzení o zvyšujícím se obsa-

Práce vychází z řešení grantového úkolu Grantové agentury ČR č. 526/98/0537, který získal také sponzorskou podporu Ministerstva zemědělství ČR a regionálních institucí, akciových společností a firem: Obalex, s. r. o., v Jilově, Netex, s. r. o., a Alusuisse, s. r. o., v Děčíně, Městský a Okresní úřad v Děčíně, Setuza, a. s., Teplárna, a. s., Česká pojišťovna, a. s., Komerční banka, a. s., Pyrus, s. r. o., SCES, s. r. o., v Ústí nad Labem, Tonaso, a. s., Neštěmice, Chemopetrol, a. s., Litvínov, ČEZ, a. s., Elektrárna Ledvice a Elektrárna Počeradky, Čížkovičská cementárna, a. s., Čížkovice, Severočeské doly, a. s., Chomutov, Dieter Bussmann, s. r. o., Ústí nad Labem.

hu tuhých imisí v ovzduší v průběhu první poloviny 20. století. V letech 1970–1995 byly tuhé imise stanoveny metodou gravimetrickou, postihující všechny frakce. Od r. 1995 je zaváděno měření PM 10, tj. registrace pouze tuhého spadu do velikosti 10 μm , proto naměřené hodnoty touto metodou jsou nižší a nesrovnatelné s předchozími lety.

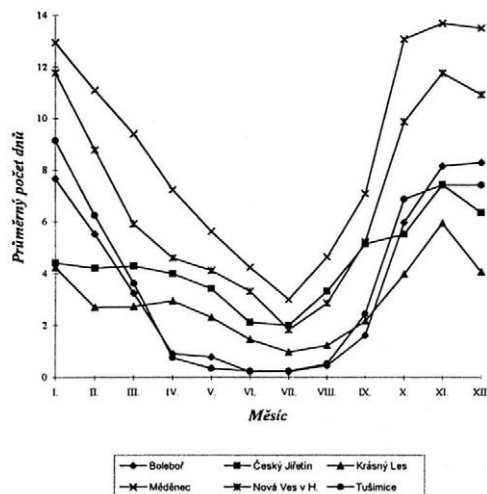
Korelační závislost mezi počtem dní s námrazou a počtem dní s mlhou v letech 1961–1996 byla vypočtena programem UNISTAT odděleně pro jednotlivé polohy vymezené meteorologickými stanicemi. Do hodnocení vzájemné vazby mlha – námraza bylo zahrnuto pouze období roku vymezené výskytem námrazy X.–III. (IV.).

Údaje o počtu dní s námrazou, mlhou a imisním znečištěním poskytl Český hydrometeorologický ústav v Ústí nad Labem-Kočkově a informace o škodách námrazou vychází z průběžných ročních přehledů zpracovaných z hlášení L 116 Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti v Jílovišti-Strnadlech (1970–1996).

VÝSLEDKY

FREKVENCE VÝSKYTU MLHY A NÁMRASY V OBLASTI VÝCHODNÍHO KRUŠNOHOŘÍ

Nejvyšší průměrný počet dní v roce s mlhou za sledované období byl registrován v oblasti nejvýše položených stanic Měděnec (105,5) a Nová Ves v Horách (79,6). Vyrovnané zastoupení bylo charakteristické pro stanice Český Jiřetín (50,7), Tušimice (45,2), Krásný Les (34). Z rozložení počtu dní s mlhou v průběhu roku vyplynulo, že s výjimkou Tušimic (leden) zaznamenaly



1. Roční průběh průměrného počtu dní s mlhou v měsíci v oblasti východního Krušnohoří (1961–1996) – Yearly patterns of the average number of fog days per month in the eastern part of the Krušné hory Mts. (1961–1996)

nejvyšší frekvence všechny stanice v listopadu a minima v červnu a červenci. Nadmořská výška se projevuje jako rozhodující ukazatel podobnosti v četnosti výskytu dnů s mlhou (obr. 1).

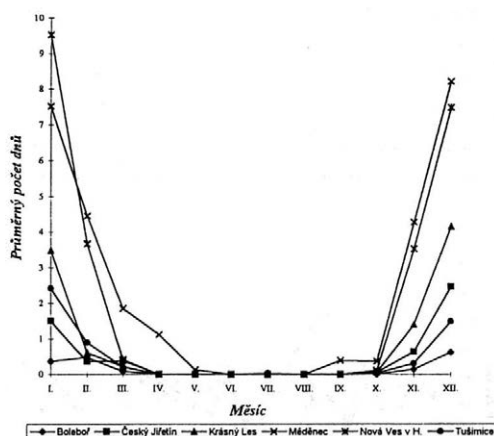
S námrazou se podle průměrného počtu dní v roce setkáváme nejčastěji v oblasti Měděnce (28,8) a Nové Vsi v Horách (24,5). Méně významné postavení zaznamenala v okolí Krásného Lesa (9,9), Tušimic (5,4) a Českého Jiřetína (4,6) (tab. I).

Námraza se objevuje ve východním Krušnohoří od září s nejvyšším počtem dní výskytu v prosinci (4,1) a lednu (4,1) (obr. 2).

Pro jednotlivé části krušnohorské oblasti dlouhodobě sledované vyplynula specifika a odlišnost v zastoupení jednotlivých meteorologických jevů (mlha, námraza) podle nadmořské výšky.

Tušimice jako nejnižší položená stanice na úpatí Krušných hor (322 m n. m.) charakterizuje situaci v podkrušnohorské pánvi, kde se zvláště začátek sedmdesátých let vyznačoval zvýšeným počtem dní s mlhou. Po r. 1982 se projevil ústup mlh a od začátku devadesátých let bylo jejich zastoupení stagnující a v nízkém rozsahu (29–35 dní.rok⁻¹) (obr. 3). Námraza se v této nadmořské výšce objevila ojediněle (obr. 4). V dlouhodobém trendu vývoje počet dní s mlhou v pětiletých intervalech klesl na polovinu (tab. I) s tím, že se námraza vyskytovala zřídka. Regresní analýzou se nepotvrdila závislost mezi počtem dní v roce s mlhou a námrazou (tab. II).

Stanice Krásný Les se nachází ve střední poloze (600 m n. m.) Krušných hor. Až na dílčí výjimky nezaznamenal vývoj počtu dní v roce s mlhou zásadní odchylky a byl relativně nízký (obr. 3). Mírné zvýšení počtu dní s námrazou se projevilo až na konci sedmdesátých let a v zimě 1995/1996 (obr. 4).

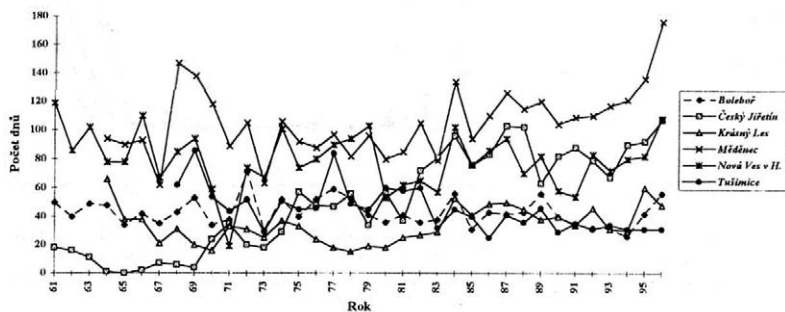


2. Roční průběh průměrného počtu dní s námrazou v měsíci v oblasti východního Krušnohoří (1961–1996) – Yearly patterns of the average number of rime days per month in the eastern part of the Krušné hory Mts. (1961–1996)

1. Průměrný počet dní v roce s mlhou, jinovatkou a námrazou v pětiletých intervalech období 1961–1996 na vybraných lokalitách krušnohorského regionu a průměrné koncentrace tuhých imisí ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) a škody námrazou na lesních porostech (1970–1996) – Average numbers of fog, hoarfrost and rime days in five-year intervals in 1961–1996 at some localities of the Krušné hory Mts. region and average concentrations of solid immissions ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) and damage caused by rime to forest stands (1970–1996)

Stanice ¹	Mlha ²							
	1961–1965	1966–1970	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996
Český Jiřetín	9,2	8,6	31,8	48,4	72,4	86,6	83,6	107
Krásný Les	52	25,2	31,8	18,8	35	44,4	40,2	48
Měděnec	92	111,6	91	88,6	99,4	115	118,6	176
Nová Ves v H.	92,6	83	67	84	72,4	78	74,2	108
Tušimice	x	67,3	44,2	56,8	47	35,4	32,4	31
Stanice ¹	Jinovatka ³							
	1961–1965	1966–1970	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996
Český Jiřetín	6,8	2,6	2,4	3,6	12,4	12,6	8,6	5
Krásný Les	37,5	76	4,4	3,6	13,2	10,8	11,4	8
Měděnec	24	47,6	66	39	44	51,8	50,8	6
Nová Ves v H.	49,8	5	2,8	1,4	2,2	5,4	8,6	2
Tušimice	x	21,8	55	36,4	40,8	51,6	57,4	61
Stanice ¹	Námraza ⁴							
	1961–1965	1966–1970	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996
Český Jiřetín	0	0	0	0,8	4,8	5	20	12
Krásný Les	9,5	18,4	0,6	0,4	7,6	15,2	12,8	33
Měděnec	19	24,6	49,4	38,2	16,4	19	14,6	93
Nová Ves v H.	0,8	25	27,6	28,8	23	28,6	29,4	67
Tušimice	x	4,4	2,4	6,2	2,6	6,8	7,6	6
Stanice ¹	Tuhé imise ⁵							
	1961–1965	1966–1970	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996
Telnice	x	x	x	x	98	72	59	31
Měděnec	x	x	x	x	x	63	41	27
Nová Ves v H.	x	x	72	82	72	66	48	24
Tušimice	x	x	105	84	75	70	59	37
LZ (LS) ⁷	Škody námrazou ⁶							
	1961–1965	1966–1970	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996
Klášteřec	x	x	750	2 049	1 060	1 662	706	19 318
Janov	x	x	315	7 910	5 373	2 470	662	3 260
Chomutov	x	x	845	x	x	x	x	x
Litvínov	x	x	632	320	64	28	0	6 469
Děčín	x	x	100	110	337	116	64	1 696

¹station, ²fog, ³hoarfrost, ⁴rime, ⁵solid immissions, ⁶rime damage, ⁷forest establishment (forest administration)



3. Vývoj počtu dní v roce s mlhou v oblasti východního Krušnohoří (1961–1996) – The number of fog days per year in the eastern part of the Krušné hory Mts. (1961–1996)

II. Odhad parametrů lineární regrese závislosti mezi počtem dní s mlhou a námrazou na vybraných stanicích krušnohorského regionu ($n = Km$) – Estimate of parameters of linear regression dependence between the number of fog and rime days at some stations in the Krušné hory Mts. region ($n = Km$)

Stanice ¹	K	Standardní chyba ²	Index determinace R^3 (%)	Významnost ⁴
Český Jiřetín	-3,160	2,3783	34,78	0,0002: významný ⁵
Krásný Les	-2,526	4,5714	21,86	0,0061: významný ⁵
Měděnec	23,480	20,5663	0,16	0,8241: nevýznamný ⁶
Nová Ves v Horách	3,534	12,0791	8,20	0,0904: nevýznamný ⁶
Tušimice	3,424	2,3851	2,60	0,4036: nevýznamný ⁶

¹station, ²standard error, ³determination index R , ⁴significance, ⁵significant, ⁶insignificant

Dílčí roční výkyvy byly částečně eliminovány při hodnocení výskytu mlhy a námrazy jako hodnoty průměrné pro pětiletý interval (tab. I).

Oblast Krásného Lesa vykazovala v počtu dní s mlhou nevýznamné odchylky v jednotlivých pětiletých intervalech. Vyšší počet dní s mlhou v sedmdesátých letech a od poloviny let osmdesátých se shoduje i zvýšeným počtem dní s námrazou. Regresní analýza byla statisticky významná (0,0061), ale pouze s mírnou těsností závislosti (22 %) (tab. II). Množství tuhého spadu v těchto letech výrazně klesalo (tab. I).

Vyšší polohy charakterizují stanice Český Jiřetín, Nová Ves v Horách a Měděnec. Na území Českého Jiřetína se počet dní s mlhou v průběhu 35 let pozorování zvyšoval. Jestliže v letech 1961–1969 připadlo v průměru méně než 20 dní s mlhou za rok, v následném desetiletí se blíží průměrný počet dní s mlhou v roce 40 a od začátku osmdesátých let vzrůstá na dvojnásobek (79,5) (obr. 3). V oblasti Nové Vsi v Horách byl zaznamenán dlouhodobě i přes dílčí poklesy vysoký počet dní s mlhou (53–119). Nejvyšší frekvence z hlediska počtu dní s mlhou byla na Měděnci, kde jsme zaznamenali maximum v letech 1968–1969 (147 a 138 dní), další kulminace nastaly v r. 1984 (134 dní) a v letech 1995–1996 (136–176 dní) (obr. 3).

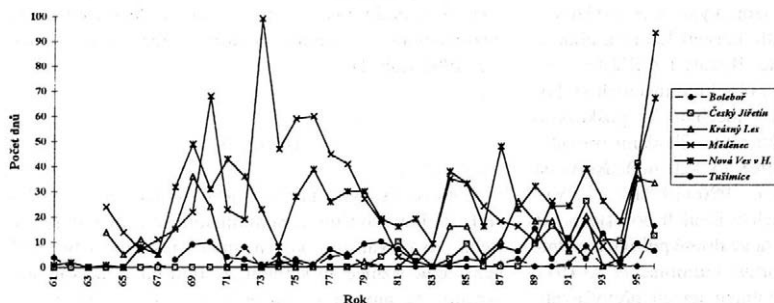
Výskyt námrazy v Českém Jiřetíně byl zaznamenán až v devadesátých letech ve slabém až středním rozsahu. Nová Ves v Horách měla kontinuální střední počet dní s námrazou se zvýšeným podílem v r. 1996. V oblasti Měděnce se v sedmdesátých letech vyskytoval výrazně vyšší počet dní s námrazou. Zvýšeným a vyrov-

náním počtem dní s námrazou se vyznačovala druhá polovina osmdesátých let a první polovina devadesátých let. Kulminačním vrcholem hodnoceného 33letého období je r. 1996 s 93 dny s námrazou.

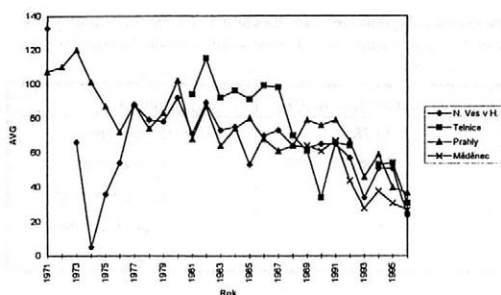
Meteorologická stanice Český Jiřetín v počtu dní s mlhou vykazovala v pětiletém intervalu stoupající trend výskytu dní s mlhou. Jestliže v šedesátých letech bylo v průměru méně než 10 dní v roce, potom na začátku sedmdesátých let byl zaznamenán trojnásobný nárůst dní s mlhou (31,8), který pokračoval a v průběhu dalších deseti let vzrostl na dvojnásobek (72,4). V následujících intervalech zůstala hladina vyrovnaná a překračuje 80 dní v roce. Rok 1996 se od tohoto dlouhodobého průměru výrazně odchyluje (107 dní). Námraza měla sice stoupající trend v počtu dní, ale průměrné hodnoty v průběhu sledovaného období byly nízké (obr. 3, 4). Přesto zřetelné zvýšení počtu dní s námrazou připadlo na závěr hodnoceného období (1991–1996). Regresní analýza naznačila významnou závislost mezi výskytem počtu dní s mlhou a námrazou (regresní koeficient 0,0002) s mírou těsnosti 35 % (tab. II).

Na Měděnci průměrný počet dní v roce s mlhou v pětiletých intervalech osciloval kolem 100 dní, ale 176 dní s mlhou potvrdilo extrémnost r. 1996. U námrazy lze stanovit kulminační období 1971–1975 a poté až r. 1996 s 93 dny s námrazou, přičemž tuhý spád zde byl ze sledovaných lokalit nejnižší (tab. I). Z regresní analýzy vyplývá, že vztah mezi počtem dní s mlhou a námrazou nebyl významný (tab. II).

Nová Ves v Horách měla v pětiletých intervalech vysoký a poměrně vyrovnaný počet dní s mlhou se zvý-



4. Vývoj počtu dní v roce s námrazou v oblasti východního Krušnohoří (1961–1996) – The number of rime days per year in the eastern part of the Krušné hory Mts. (1961–1996)



5. Vývoj průměrných ročních koncentrací tuhých imisí ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) v letech 1971–1996 – Average annual concentrations of solid immissions ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) in 1971–1996

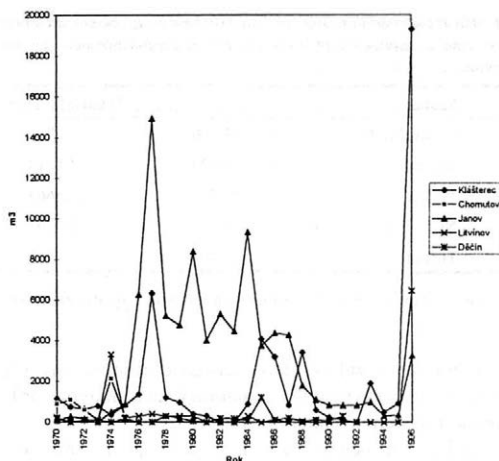
šenou hodnotou v r. 1996. Počty dní s námrazou byly rovnoměrně zastoupené s výjimkou r. 1996 (67 – tab. I). Regresní závislost mezi počtem dní s mlhou a námrazou byla nevýznamná (tab. II). Znečištění tuhými imisemi klesalo kontinuálně (obr. 5).

TUHÉ IMISE V NÁMRAZOVÉ OBLASTI

Změna ročních koncentrací tuhých imisí ve čtyřech sledovaných stanicích východního Krušnohoří (Krásný Les, Měděnec, Nová Ves v Horách, Tušimice) byla nevýznamná ($55\text{--}83,5\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Dlouhodobý trend vývoje imisní zátěže tuhými spady na nízké položené stanici (Tušimice) v letech 1971–1975 ukázal hodnoty překračující $100\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na začátku sedmdesátých let (průměrně 125), v letech 1975–1995 byl zaznamenán pozvolný pokles v hodnocených pětiletých periodách (84, 75, 70, $59\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Stanice Měděnec má měření tuhých imisí v omezené časové řadě (1989–1995) s průměrnou hodnotou $50\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Novou Ves v Horách provázelo podobně jako okolí Tušimic pozvolné snižování množství tuhých imisí v pětiletých intervalech 1971–1995 (72, 82, 72, 66, $48\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Střední poloha Krušných hor (Telnice) má 14letou řadu měření (1981–1995), z níž vyplynul pokles tuhých imisí (98, 72, $59\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) v pětiletých průměrech (tab. I, obr. 5).

VÝVOJ ŠKOD NÁMRAZOU VE VÝCHODNÍM KRUŠNOHOŘÍ A DĚČÍNSKÉ PÍSKOVCOVÉ VRCHOVINĚ

Poškození porostů námrazou vyjádřené vytěženou hmotou bylo hodnoceno podle hlášení L 116 a týká se především smrkových porostů. Bývalý LZ Klášterec ve 27leté historii zaznamenal několik kulminací vrcholů. V r. 1977 bylo námrazou mechanicky poškozeno $6\,322\ \text{m}^3$, další období s výraznými škodami připadlo na r. 1986 ($3\,200\ \text{m}^3$) a 1988 ($3\,420\ \text{m}^3$). Nejvyšší rozsah škod námrazou byl v r. 1996 ($19\,318\ \text{m}^3$). Výsokým podílem se na škodách v lesních porostech LZ Janov projevil námraza, která ve druhé polovině sedmdesátých let zaznamenala první kulminaci v r. 1977 ($14\,930\ \text{m}^3$), přičemž v ostatních letech převyšovaly



6. Celková výše škod námrazou (m^3) v lesních porostech na území východního Krušnohoří a Děčínské pískovcové vrchoviny (1970–1997) – The level of total damage caused by rime (m^3) to forest stands in the territories of the eastern part of the Krušné hory Mts. and of the Děčín Sandstone Hills (1970–1997)

ztráty $5\,000\ \text{m}^3$. I v první polovině osmdesátých let zůstala výše škod ve stejném rozsahu s kulminací v r. 1984 ($9\,333\ \text{m}^3$) a následným pozvolným poklesem. Zvýšený negativní dopad námrazy na lesní porosty se projevil až v r. 1996 ($3\,260\ \text{m}^3$); nedosahuje kulminací hodnot jen proto, že se v námrazovém pásmu nenacházejí smrkové porosty v odpovídajícím rozsahu. Na bývalém LZ Litvínov se s výjimkou r. 1974 ($3\,300\ \text{m}^3$) škody námrazou neprojevovaly, ale v r. 1996 dosáhly pro tuto oblast značných rozměrů ($6\,469\ \text{m}^3$). Přes relativně nízký rozsah mechanických škod námrazou na lesních porostech v působnosti bývalého LZ Děčín (zvýšené byly pouze v r. 1985 a 1996) byl tento abiotický činitel lokálně velmi významný (obr. 6).

Při hodnocení průměrných ročních mechanických ztrát způsobených námrazou v pětiletých intervalech období let 1971–1996 bývalý LZ Klášterec vykazoval zvýšené ztráty v letech 1976–1980 ($2\,049\ \text{m}^3$). Po poklesu v následujícím období celkové ztráty kontinuálně narůstaly. V podmínkách LZ Janov se projevil pokles průměrné výše poškození lesních porostů námrazou od r. 1971 ($7\,910\ \text{m}^3$, $5\,373\ \text{m}^3$, $2\,470\ \text{m}^3$, $1\,314\ \text{m}^3$). Celkově k nízkému poškození porostů námrazou docházelo v podmínkách LZ Litvínov a Děčín, kde byly zaznamenány významné a mimořádné škody pouze v r. 1996 (tab. I).

DISKUSE

Četnost výskytu námrazy je ovlivněna nejen počasím, ale i stanovištními podmínkami. Za rozhodující je třeba považovat dny, kdy námraza dosahuje síly vyšší než 3 cm. Vzhledem k tomu, že tyto údaje nejsou sledovány, je možné vycházet pouze ze šetření Pro-

cházký (1976), že takováto situace nastává asi v 10 % námrazových dní v průběhu roku.

Pešek (1962) dospěl k závěru, že množství tuhých imisí souvisí s četností tvorby mlh, a tím vzrůstá i počet dní s námrazou. Tato teorie byla založena na pouhém porovnání průměrného počtu dní s mlhou a námrazou v letech 1897–1955, přičemž podklady o množství tuhých imisí a jejich změnách v průběhu hodnoceného období autor nedoložil, neboť imisní monitoring v té době neexistoval. Lze souhlasit s názorem, že tuhé imise napomáhají vytvářením kondenzačních jader k tvorbě mlh. Tyto Peškovy závěry jsme se snažili ověřit za období 1961–1996, kdy existují nejen informace o počtu dní s mlhou a námrazou, ale od r. 1971 jsou k dispozici i údaje o tuhých imisích v krušnohorském regionu.

Častější výskyt mlh provázal lokality vyšších nadmořských výšek (700–830 m). Střední rozsah výskytu byl v nižších a středních polohách Krušných hor, ale situovaných blíže vlastní Severočeské hnědouhelné pánvi. S relativně nejnižším podílem dní s mlhou vystupovala nejvýchodnější oblast Krušných hor. Z hlediska výskytu námrazy podobně jako mlhy měly rozhodující postavení vysoko položené lokality. To potvrzuje údaje Singera (1916), který maximální škody námrazou v Krušných horách situoval do polohy 650–900 m n. m. Vzájemná vazba mezi mlhou a námrazou byla statisticky málo průkazná. Exponované lokality Měděnec a Nová Ves v Horách měly poměr dní s mlhou a námrazou 105 : 29 a 80 : 24,5. Celkový pokles tuhých imisí byl přibližně stejný na celém sledovaném území.

Jestliže na Měděnci od začátku sedmdesátých let výrazně poklesl počet dní s mlhou, neprojevovalo se to v počtu dní s námrazou, kde počet dní mírně stoupal nebo stagnoval. V Nové Vsi v Horách i přes průměrný roční pokles tuhých imisí ze $70 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na $51 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ zůstala hladina počtu dní s mlhou i námrazou od konce sedmdesátých let vyrovnaná bez zvláštního vychýlení v poměru 3 : 1. Rok 1996 byl jednoznačně extrémní, a to jak počtem dní s mlhou, tak i námrazou.

Rozhodující období působení námrazy připadá ve vyšších polohách na XI.–II. a v nižších polohách na XII.–I., přičemž průměrný měsíční počet dní s mlhou byl ve vyšších polohách v kulminačním období o 20–40 % vyšší než s námrazou. Ve středních polohách byly tyto jevy vyrovnané a v nízké položených lokalitách převyšoval počet dní s mlhou o 20–25 % počet dní s námrazou.

Z uvedeného vyplývá, že závislost mezi počtem dní v roce s mlhou a námrazou v dlouhodobém sledování na území východního Krušnohoří (1961–1996) není dostatečně průkazná. Dvě dílčí lineární regrese byly významné, ale dosahovaly nízkého procenta pravděpodobnosti a byly ovlivněny vysokým zastoupením let bez výskytu námrazy. Další tři meteorologické stanice měly tento vztah zcela neprůkazný.

Tuhé imise na výskyt počtu dní s námrazou nemají vliv, neboť celkový ústup tohoto typu polutantu se ne-

projevil ani poklesem počtu dní s mlhou, ani námrazou. V kritickém r. 1996, kdy tuhé imise dosahovaly nejnižší koncentrace, byly zaznamenány extrémní počty dní s mlhou a námrazou. Rovněž v nejvyšše položené stanici Měděnec s nejrozsáhlejším počtem dní s námrazou a mlhou byl nejnižší spád tuhých imisí vzhledem ke vzdálenosti od imisních zdrojů. Tím považujeme závěry přijaté Peškem (1962) za nepotvrzené a mylné. Dlouhodobé imisní zatížení a tvorba inverzních situací vytváří specifické stanovištní podmínky, které v důsledku odlišných teplotních poměrů, vzdušné vlhkosti a sníženého proudění vzduchu nepodporují vznik námrazy, ale existující námraza má za teplot pod bodem mrazu v polohách pod inverzní zádržnou vrstvou trvalejší charakter. Námraza, ve které se kondenzují polutanty, např. SO_2 , fluor aj., může ovlivnit asimilační orgány a její opad přispívá k acidifikaci půdy.

Výše mechanických škod námrazou na lesních porostech potvrzuje rozdílnost stanovištních podmínek v oblasti východního Krušnohoří a Děčínské pískovcové vrchoviny. Vyšší škody námrazou jsou charakteristické pro oblast bývalého LZ Klášterec, zatímco východním směrem rozsah poškození lesních porostů klesal. To může být odrazem převažujícího jihovýchodního proudění vzduchu od hlavních zdrojů emisí do západní části východního Krušnohoří. Za shodný v rozsahu poškození porostů námrazou lze označit rok 1977 na LZ Klášterec a Janov a rok 1996 na celém sledovaném území.

Několikátý denní, kontinuální výskyt námrazy v r. 1996 se negativně projevil nejen mechanickým poškozením lesních porostů, ale i fyziologickými škodami vedoucími k úhynu smrkových porostů (Lomský et al., 1996), silnému poškození borovice (Kula, Kawulok, 1997), zatímco smrk pichlavý (Bednářová, 1997) a bříza nebyly fyziologicky poškozeny.

Rovněž nelze potvrdit, že by dlouhodobý vývoj v rozsahu škod námrazou a frekvence počtu dní s námrazou v roce korespondoval. Zatímco v kulminačním r. 1977 dosahovaly mechanické škody námrazou na LZ Klášterec $6\,332 \text{ m}^3$ a LZ Janov $19\,318 \text{ m}^3$, neodpovídal počet dní s mlhou a námrazou této kulminaci. V r. 1996 byla koincidence mezi kulminacemi mlha – námraza – škody na porostech, ale jako rozhodující je třeba brát výrazně vyšší počet dní trvající silné námrazy.

Zvýšený počet dní s námrazou v roce zaznamenaný meteorologickými stanicemi může být brán jako orientační, protože o škodách námrazou rozhoduje za normálních podmínek období s námrazou o síle nad 3 cm.

ZÁVĚR

Z charakteristiky počasí vyplývá, že závislost výskytu námrazy na výskytu mlhy v dlouhodobém sledování na území východního Krušnohoří (1961–1996) není dostatečně průkazná. Obě dílčí lineární regrese dosahovaly nízkého procenta pravděpodobnosti a další tři stanice měly tento vztah zcela neprůkazný.

Tuhé imise na výskyt počtu dní s námrazou nemají vliv, neboť celkový ústup tohoto typu polutantu se neprojevil ani poklesem počtu dní s mlhou, ani námrazou. V kritickém r. 1996, kdy tuhý spád dosahoval nejnižší koncentrace, byly zaznamenány extrémní počty dní s mlhou a námrazou. Rovněž v nejvyšše položené stanici Měděnec s nejrozsáhlejším počtem dní s námrazou a mlhou byl nejnižší tuhý spád vzhledem ke vzdálenosti od imisního zdroje. Tím považujeme závěry přijaté Peškem (1962) za nepotvrzené a mylné.

Literatura

- BEDNÁŘOVÁ, E., 1997. Studium změn epikutikulárních vosků pro včasnou diagnózu poškození dřevin imisemi v oblasti Krušné hory. [Závěrečná zpráva.] Brno, MZLU: 25.
FOJT, J., 1959. Námraza. *Meteorol. Zpr.*, 12: 87–90.
KULA, E. – KAWULOK, T., 1997. Vliv stanovištních podmínek na poškození náhradních porostů břízy námrazou. [Závěrečná zpráva.] Brno, MZLU: 63, 8 tab., 48 obr.

- LOMSKÝ, B. – HYNEK, V. – PASUTHOVÁ, J. – UHLÍŘOVÁ, H. – ŠRÁMEK, V. – BADALÍK, V., 1996. Poškození lesních porostů v Krušných horách po zimě 1995/1996. *Lesn. Práce*, 75: 325–326.
PEŠEK, F., 1962. Poškození lesních porostů v oblasti Krušných hor námrazou jako důsledek zvýšeného množství průmyslového prachu tvořícího kondenzační jádra v ovzduší. *Lesnictví*, 8: 993–1000.
PODZIMEK, J., 1959. *Fyzika oblaků a srážek*. Praha: 476.
PROCHÁZKA, J., 1975. Pravděpodobnost výskytu povětrnostních jevů s destruktivními účinky na lesních porostech. [Studie.] Praha, HMÚ.
PROCHÁZKA, J., 1976. Námrazy ve středních výškách ČSR. *Meteorol. Zpr.*, 29: 36–50.
SINGER, J., 1916. Über Rauhreif – oder Duftbruch im Erzgebirge. *Zbl. ges. Forstwes.*, 42: 161–177, 247–259.

Došlo 25. 3. 1998

DO SOLID IMMISSIONS ACTUALLY INFLUENCE RIME OCCURRENCE?

E. Kula¹, D. Richterová²

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

² Czech Hydrometeorological Institute, 400 11 Ústí nad Labem-Kočkov

Pešek (1962), who outlined a relationship between the increasing amount of solid industrial immissions and the formation of condensation nuclei predisposed to a higher frequency of fog and rime occurrence throughout the year, described the period of the years 1897–1955 in the Krušné hory Mts.

The objective of the present paper was to verify the above-mentioned relationship solid immissions – fog – rime – rime damage in forest stands in a time series 1961–1996, when the amounts of solid immissions were decreasing.

Representative meteorological stations of the Czech Hydrometeorological Institute were selected to determine fog and rime occurrence in 1961–1996 in the area of the eastern part of Krušné hory Mts. and of Děčínská pískovcová vrchovina (Děčín Sandstone Hills): Tušimice (322 m above sea level), Krásný Les (600 m a.s.l.), Nová Ves v Horách (725 m a.s.l.), Český Jiřetín (742 m a.s.l.) and Měděnec (828 m a.s.l.). The Tušimice station is a professional one, the other stations are operated by volunteers. Data on solid immissions were taken over from the stations Měděnec (1989–1996), Prahly-Tušimice (1971–1996), Nová Ves v Horách (1971–1996) and Telnice-Sněžník (1981–1996).

The highest average number of fog days per year over the period of observation was recorded in the environs of the highest situated stations Měděnec (105.5) and Nová Ves v Horách (79.6). Balanced data were typical of the stations Český Jiřetín (50.7), Tušimice

(45.2), Krásný Les (34) (Fig. 1). The frequency of rime occurrence expressed by the average number of days per year was highest in the environs of Měděnec (28.8) and Nová Ves v Horách (24.5).

Data on the higher situated locations of the Krušné hory Mts. are provided by the stations Český Jiřetín, Nová Ves v Horách and Měděnec. The number of fog days was increasing in the Český Jiřetín area over the period of observation (1961–1996). It there were on average less than 20 fog days per year in the years 1961–1969, the average number of fog days amounted to forty in the next decade, and it increased to a twofold value since the early eighties (79.5) (Fig. 3). The Nová Ves v Horách area showed a long-term high number of fog days (53–119), in spite of some decreases. The highest frequency of fog day occurrence was recorded at Měděnec, with maximum in the years 1968–1969 (147 and 138 days, resp.), other peaks were in 1984 (134 days) and in the years 1995–1996 (136–176 days) (Fig. 3).

The average number of fog days per year at Měděnec locality oscillated around a hundred days in five-year intervals, but 176 fog days confirmed the extreme conditions in 1996. The peak period of rime occurrence was in the years 1971–1975, and then in 1996 with 93 rime days while these locations had the lowest concentrations of solid immissions – dust deposition (Tab. I). Regression analysis indicates that the relationship between fog days and rime occurrence was not significant.

Nová Ves v Horách locality had a high and balanced number of fog days in five-year intervals while this value was higher in 1996. The number of rime days was balanced except 1996 (67) (Tab. I). The regression relation between the number of fog days and rime days was insignificant (Tab. II). Solid immission pollution was continually decreasing (Fig. 5).

Measurements of solid immissions in a limited time series (1989–1995) with the average value of $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ apply to Měděnec station. A slow decrease in the amounts of solid immissions in five-year intervals in 1971–1995 was typical of Nová Ves v Horách as well as of the Tušimice environs (72, 82, 72, 66, $48 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). The medium-high locations of the Krušné hory Mts. (Telnice) have a 14-year series of measurements (1981–1995), indicating a decrease in solid immissions (98, 72, $59 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) in five-year averages (Tab. I, Fig. 5).

Higher losses were recorded in the former forest establishment Klášterec in 1976–1980 (2049 m^3) when average annual losses caused by rime were evaluated in five-year intervals in 1971–1996. Following a decrease in mechanical damage, total losses caused by rime were continually increasing in the subsequent period. A decrease in the average level of rime damage was recorded in the Janov forest establishment since 1971 (7910 m^3 , 5373 m^3 , 2470 m^3 , 1314 m^3). Generally low rime damage to forests was observed in Litvínov and Děčín forest establishments, where important to extraordinary damage occurred in 1996 only (Tab. I).

Fogs occurred more frequently at higher-altitude locations (700–830 m). Medium occurrence was observed at lower and medium altitudes of the Krušné hory Mts., but these locations were situated nearer the North Bohemian brown coal basin. The utmost eastern part of the Krušné hory Mts. had the relatively lowest number of fog days. As for rime occurrence, the role of high locations was crucial similarly like for fog occurrence. This is confirmed by data of Singer (1916), who situated the highest rime damage in the Krušné hory Mts. to the height of 650–900 m above sea level. The fog and rime interrelations were of low statistical significance. The ratios of fog days to rime days for the exposed localities Měděnec and Nová Ves v Horách were 105 : 29 and 80 : 24.5, resp. The amounts of solid immissions and their total decreases were approximately identical in the whole area under observation while they were lower at higher-altitude localities than in the foothills of the Krušné hory Mts.

If the number of fog days substantially decreased at Měděnec since the early seventies, it was not reflected in the number of rime days: the number of rime days had been slightly increasing or stagnated. The level of the number of fog and rime days remained balanced at

a ratio 3 : 1 without any special deviations at Nová Ves v Horách since the late seventies even though an average annual decrease in solid immissions from $70 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ to $51 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ was recorded. The year 1996 was unambiguously an extreme one as for the number of fog days and that of rime days.

Solid immissions do not influence rime occurrence because the total reduction in pollutant amounts of this type was not reflected either in a decrease in the number of fog days or in a decrease in the number of rime days. The critical year 1996, when the concentrations of solid immissions were lowest, showed extreme numbers of fog and rime days. This also applied to the Měděnec station situated at the highest altitude above sea level where the number of rime and fog days was highest while solid immission deposition was lowest taking into account the distance from immissions sources. Therefore we consider the conclusions drawn by Pešek (1962) as unconfirmed and erroneous. Long-time pollution stress and occurrence of inversion situations produce specific on-site conditions that, as a result of different temperature conditions, atmospheric humidity, reduced air flows, do not promote rime occurrence but the existing rime under below-zero temperatures in locations under the inversion retaining layer is of permanent character. The rime containing gaseous pollutants such as SO_2 , fluorine can have impacts on assimilating organs, and its fall contributes to soil acidification.

Long-term patterns of the extent of rime damage and annual frequency of the number of rime days did not coincide with each other. While mechanical damage caused by rime amounted to 6332 m^3 in Klášterec forest establishment and to $19,318 \text{ m}^3$ in Janov forest establishment in the culmination year 1977, the number of fog and rime days did not peak. There was a coincidence between the peaks fog – rime – damage to forest stands in 1996, but the substantially higher number of severe rime days must be considered as a crucial factor.

Solid immissions do not influence the frequency of the number of rime days because the overall reduction in pollutants of this type did not result in a decrease in the number of either fog days or rime days. Extreme numbers of fog and rime days were recorded in the critical year 1996, when the concentrations of solid immissions were lowest. Měděnec station situated at the highest altitude, and with the highest number of rime and fog days, also showed the lowest concentrations of solid immissions with respect to the distance from an immission source. Therefore the conclusions drawn by Pešek (1962) should be considered as unconfirmed and erroneous.

Kontaktní adresa:

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

OZDRAVNÉ OPATRENIA V IMISIAMI POŠKODZOVANÝCH LESOCH

RESTORATIVE MEASURES IN FORESTS DAMAGED BY IMMISSIONS

F. Kundrík, C. Greguš, M. Kodrík

Ústav ekológie lesa Slovenskej akadémie vied, Štúrova 2, 960 53 Zvolen

ABSTRACT: The paper presents methodical aspects to be created before economic evaluation of restorative measures costs in forests damaged by immission impacts. Until now assumed costs of restorative measures were valorized by verbal method or by qualified estimation. This method could not provide an idea about costs and calculation of damage in larger forest areas. Economic evaluation of restorative measures costs will be given in the next contribution. Considering the location of Orava and Kysuce regions near the border of the Czech Republic and Poland it is possible, after minor modifications, to employ these methods also in these countries.

immission load; forest ecosystems injuries; restorative measures

ABSTRAKT: V práci sa uvádza metodická časť, ktorú bolo potrebné zostaviť pred vypracovaním ekonomického vyhodnotenia ozdravných opatrení v lesných ekosystémoch poškodzovaných imisiami. Predpokladané náklady na ozdravné opatrenia boli doteraz zhodnocované väčšinou verbálne, prípadne kvalifikovaným odhadom, čo neumožňovalo vytvorenie predstavy o potrebných finančných prostriedkoch a vyčíslenie škôd na veľkej rozlohe lesov. Ekonomické vyhodnotenie zvýšených nákladov na ozdravné opatrenia bude témou ďalšieho príspevku. Vzhľadom na skutočnosť, že regióny Oravy a Kysúc priamo susedia s Českou republikou a Poľskom, je možné predkladané návrhy po určitej úprave priamo použiť aj v týchto krajinách.

imisná záťaž; poškodenie lesných ekosystémov; nápravné opatrenia

ÚVOD

V dôsledku nie vždy správne orientovanej hospodárskej činnosti človeka sa vážne narušili prirodzené vzťahy v ekosystémoch. Koncom osemdesiatych rokov bol zaznamenaný prudký nárast poškodenia lesov antropogénnymi činiteľmi, hlavne imisiami, z 15 % (prieskum) na 81 % (systémový monitoring) v roku 1987 (Račko et al., 1995). V ďalších rokoch došlo následným synergickým pôsobením ďalších škodlivých činiteľov, ako sú anomálie v klimatických pomeroch, zanedbaná hygiena porastov, nevhodné drevinové zloženie atď. k zvýšeniu priemerného poškodenia až na 86 % v roku 1995 (Račko et al., 1995). Sporadicky sa vyskytujúce priaznivejšie výsledky v percentách poškodenia nie sú ani tak výsledkom zmierňovania vplyvu škodlivých činiteľov, ako skôr dôsledkom zdravotného výberu hynúcich stromov. Svedčí o tom takmer rovnomený nárast percenta náhodných ťažieb z 30 % v roku 1985 na 60 % v roku 1993. Ťažbou poškodených stromov dochádza k systematickému preriedovaniu porastov najmä v rubných vekových stupňoch (obr. 1 až 4). Za posledné štyri desaťročia sa ich zakmenenie znížilo z 0,78 na 0,72, čo je častou príčinou ich následného rozvrátenia biotickými činiteľmi, vetrom, snehom, námrazou a pod. Kritická situácia zdravotného stavu lesa

je hlavne v ihličnatých porastoch, kde podiel náhodných ťažieb dosahuje 81 % (Greguš, Tužinský, 1996).

Podiel lesného hospodárstva na tvorbe hrubého spoločenského produktu sa v minulosti pohyboval od 0,5 do 0,7 % v závislosti od rozvoja priemyslu. Podniky obhospodarujúce lesnú pôdu museli byť napojené na štátny rozpočet. Tržby z výrobných činností, z ktorých asi 92 % tvorili tržby za drevo, nestačili kryť náklady na lesné hospodárstvo a boli i sú dotované rôznymi formami zo štátneho rozpočtu (Novotný, Filo et al., 1994). Lesy sú pre krajiny strednej Európy zdrojom dreva, na báze ktorého je vybudovaný silný drevospracujúci priemysel, ale zároveň tvoria významnú zložku životného prostredia; hodnota ich verejnoprospešných funkcií je pre obyvateľov nevyčísľiteľná.

Pomocť lesným ekosystémom prekonať tento nepriaznivý stav už nemôže byť povinnosťou iba odborníkov v rámci rezortu, ale hlavne spoločnosť musí zmobilizovať všetky prostriedky pre zachovanie lesov, čistoty vodných plôch a trvalej úrodnosti poľnohospodárskej pôdy, veď ide o životne dôležité hodnoty nielen pre súčasnú spoločnosť, ale aj pre budúce generácie.

Nepriaznivý vývoj zdravotného stavu lesov u nás, ako aj v celej strednej Európe, je spôsobovaný imisiami z domácich zdrojov, ale aj imisiami transportovanými

v ovzduší zo zahraničných priemyselných aglomerácií. Ročne sa k nám dostáva približne 7 000 ton prachu, 5 500 ton SO₂, 1 600 ton NO_x, ale aj ďalšie depozície kyslíkych imisíí, ako napr. S, F, As, Mn, Cu, Pb, Zn, Ni a iné (Kukla in Kodrík et al., 1995).

Trvale vysoká imisná záťaž má negatívny vplyv na všetky ekosystémy. Znížením imisnej záťaže na únosnú mieru by bolo možné predísť obrovským stratám z narušenia normálneho procesu výroby a neefektívnym výsledkom hospodárenia nielen lesných, ale aj poľnohospodárskych a vodohospodárskych organizácií. Navyše nemožno odmietnuť isté súvislosti medzi predčasným odumieraním lesných porastov a nízkym vekom, ktorého sa obyvatelia Českej a Slovenskej republiky dožívajú v porovnaní s Európou.

Doterajší vývoj zdravotného stavu lesov si vynútil vydanie *Realizačného programu na odstránenie škôd spôsobených antropogénnou činnosťou, najmä imisiami*, ktorý schválila vláda SR svojím uznesením č. 549/94.

V zmysle tohto programu vytypoval Lesnícky výskumný ústav vo Zvolene (LVÚ) v roku 1993 osem najviac postihnutých oblastí. Na tento prvý krok nadviazal program dvomi etapami:

- zostavením rámcových projektov ozdravných opatrení,
- následným vypracovaním vykonávacích projektov ozdravných opatrení.

Rámcové projekty ozdravných opatrení pre uvedeníh osem oblastí spracoval v roku 1994 Ústav ekológie lesa SAV vo Zvolene (ÚEL) v spolupráci s LVÚ a s Lesníckou fakultou Technickej univerzity vo Zvolene. Do rámcových projektov (Bublinec, Kodrík et al., 1994) sa sústredili výsledky vlastného i cudzieho ekologického výskumu, bohaté taxačné a prieskumové materiály Lesoproduktu Zvolen (LHP: OLZ Čadca, LHP: OLZ Námestovo) a ďalšie dostupné informácie (Kolektív, 1981; Greguš, 1976; Grék, 1991, a.i.). Úlohou rámcových projektov bolo zhromaždiť a pripraviť podklady pre vykonávacie projekty, ktoré na ne nadväzovali.

NÁVRH MODELOV A METODIKY

Vykonávacie projekty ozdravných opatrení v regiónoch Kysúc a Oravy (Kodrík et al., 1995) boli spracované na vybraných (reprezentatívnych) modelových územiach (MÚ). Na OLZ Čadca boli vybraté MÚ Veľký Polom s rozlohou 196,75 ha a Kysucké Nové Mesto s rozlohou 219,62 ha. Obdobne na OLZ Námestovo boli vybraté dve MÚ, a to Borsučie s rozlohou 577,47 ha a Príslon s rozlohou 221,25 ha.

NÁVOD NA PREDPISOVANIE POKYNOV OZDRAVNÝCH OPATRENÍ

Po prvých informačných pochôdkach sme zostavili návod na predpisovanie pokynov ozdravných opatrení smerujúcich k zmierňovaniu následkov pôsobenia imi-

sií a k zvyšovaniu odolnosti lesných porastov proti nim. Tento návod (Greguš in Kodrík et al., 1995) bol spracovaný pre všetky rastové stupne:

- holiny,
- zakladané kultúry a zmladenie (do strednej výšky 0,5 m),
- odrastené kultúry a nárusty (stredná výška 0,6–1,5 m),
- mladiny (hrúbka stredného kmeňa do 5 cm),
- žrdkoviny (hrúbka stredného kmeňa 6–12 cm), žrdoviny (13–19 cm), tenké kmeňoviny (20–27 cm),
- kmeňoviny (stredné, hrubé a veľmi hrubé) nad 28 cm strednej hrúbky.

Návod obsahuje stručný slovný pokyn ozdravného opatrenia, opis pomerov, pre ktoré tento pokyn platí, a zároveň vysvetlenie, ako sa má pokyn realizovať. Podľa tohto návodu sa zostavujú predpisy pre jednotlivé základné jednotky priestorového rozdelenia lesa (porasty), ako ich uvádza lesný hospodársky plán (LHP). Rastové stupne najlepšie vyjadrujú potrebu jednotlivých druhov zásahov. Uvedenú skutočnosť sme preverili pri praktickom predpisovaní ozdravných opatrení. Návod uvádzame v plnom rozsahu.

Základným východiskovým podkladom projektovania je platný LHP na určitú zvyšnú dobu jeho platnosti. Tento projekt ho musí v maximálne možnej miere rešpektovať, lebo je legislatívne záväzným plánom hospodárenia. Projekt nie je teda revíziou LHP, ale jeho doplnkom. Naš projekt upravuje pokyny hospodárenia v LHP len vtedy, ak došlo od platnosti LHP k závažným zmenám v stave lesných porastov. Väčšiu časť pokynov projektu tvoria ozdravné opatrenia, ktoré nie sú predmetom plánovania v LHP. Časť pokynov sa sice týka opatrení plánovaných v LHP, ale v projekte sa predpisuje zvýšenie rozlohy a kvality vykonania, lebo súčasná prax ich realizuje na úrovni, ktorá nezabezpečuje ich dostatočnú účinnosť voči imisiam.

Pokiaľ ide o výšku ťažby, projekt ju nemôže meniť. Platí záväzný predpis ťažbového etátu (bilancovaný etát) podľa LHP. V LHP ale platia upravené pokyny v zmysle Opatrení č. 4863/1994/302/720 z 23. 6. 1994 na obmedzenie holorubného hospodárskeho spôsobu.

Projekt ozdravných opatrení pôsobí v dvoch smeroch:

- zmierňuje následky negatívneho pôsobenia imisíí a sprievodných synergických javov,
- zvyšuje ekologickú stabilitu (odolnosť) lesných ekosystémov proti imisiam.

Plán ozdravných opatrení tvorí tri skupiny zásahov do jednotlivých lesných porastov a jednu skupinu zabezpečovacích opatrení na celej ploche. Pri ozdravných opatreniach v porastoch ide:

1. o eliminovanie následkov chemickej kontaminácie lesa imisiami – používaním chemických ozdravných prostriedkov (prevažne vápnením a použitím umeľých hnojív),
2. o uplatňovanie hospodárskych (ozdravných) opatrení biotechnickej povahy, ktoré boli zmenené tak, aby sa zvyšovala ekologická stabilita a biologická diverzita lesa (uprednostňovanie odolnejších drevín, na-

Hospodárske ozdravné opatrenie alternatívna časť predpisu	Pomery, pre ktoré sa opatrenie predpíše	Podrobné vysvetlenie obsahu pokynov prípadne zdôvodnenie pokynov
Holiny – Clearings		
1. Zalesniť v nadštandardnej kvalite navrhnuť sa dreviný obnovného zastúpenia v percentách, pričom sa zvýši podiel listnáčov a smrekovca úmerne k stupňu ohrozenia, pri extrémnom ohrození aj náhradné drevinu (br, jrb, rkt...)	V bežných pomeroch	Jamky sa rozširujú a prehĺbia o 10–20 cm voči norme. Počet sadeníc sa zvýši o 10–20 %. Použijú sa zvlášť kvalitné sadenice – výšková trieda II., príp. vyššie, autochtónnej proveniencie a správneho ekotypu. Práca sa vykoná zvlášť kvalitne bez uplatňovania normovaných časových limitov. Hnojenie minerálnym hnojivom 15 g na sadenicu
2. Použiť obalované sadenice	Na mimoriadne nepriaznivých stanovištiach, silne kontaminovaných pôdach a pri vysokom stupni ohrozenia	Všetko platí ako v 1. pokyne. Obalované sadenice PP-papierpots NISULA, RCK-JIFFY pots, FORTEX a iné
3. Použiť širší spon	Na silne vetrom ohrozených stanovištiach	Ostatné ako v 1. pokyne, len počet sadeníc sa nezvýši, ale zníži o 10–20 %
4. Zalesniť vyvýšenou sadbou v nadštandardnej kvalite a uviesť drevinu v percentách ako v bode 1	Na zamokrených pôdach	Ako v 1. pokyne
5. Vykopať odvodňovacie priekopy	Na silne podmäčkaných plochách	Použiť zodpovedajúce mechanizmy
6. Založiť spevňovacie rebrá a napísať – kde	Na mimoriadne silne vetrom a imisiami ohrozených miestach	Ide o výsadbu listnáčov, príp. smrekovca v pásoch kolmo na prúdenie vzduchu so 100% zastúpením. Ostatné ako v bode 1
7. Výsadbu dôsledne ochraňovať vyžínaním uviesť prevažne dvakrát ročne	Na zaburinených plochách	Plôšku vyžínania zväčšiť. Druhý zásah na jeseň proti zimnému zafahnutiu sadeníc burinou
8. Výsadbu ochraňovať mulčovaním plachtickami alebo vyžatou burinou	Pri zvlášť agresívnej burine a trávach	Celulózoové BH dosky alebo plachtíčky VÜTCH-CHEMITEK Žilina, plnené dolomitom
9. Výsadbu dôkladne ochraňovať proti zveri oplotením	Na zverou silne atakovaných plochách do veľkosti 3 ha	Oploenie postaví vysokokvalitne (pletivo 220 cm + všetky škáry pod pletivom zapchať) a sústavne kontrolovať jeho neporušenosť
10. Výsadbu dôkladne ochraňovať proti zveri mechanickými chránidlami chrániť aj listnáče	Na všetkých plochách poškodzovaných zverou	Sieťovina Polynet alebo kryty z polyetylénu či ochranná manžeta z Rakúska a iné
11. Zahusťiť sieť zemných pascí na <i>Hylobius abietis</i>	Kde hrozí jeho rozmnoženie	Použiť lapacie kóry alebo pasce HyloXyl 1 NL
Zakladané kultúry a zmladenia (do strednej výšky 0,5 m) – Young plantations and regenerations (up to mean height 0,5 m)		
12. Doplniť v nadštandardnej kvalite a navrhnuť, ktorými drevinami, ako v bode 1	Všetde, kde treba vylepšovať	Všetko ako v 1. pokyne
13. Použiť obalované sadenice	Ako v bode 2	Ako v 2. pokyne
14. Výsadbu dôsledne ochraňovať vyžínaním prevažne dvakrát ročne	Ako v bode 7	Ako v 7. pokyne
15. Výsadbu ochraňovať mulčovaním plachtickami alebo vyžatou burinou	Ako v bode 8	Ako v 8. pokyne
16. Výsadbu dôkladne ochraňovať proti zveri mechanickými chránidlami chrániť aj listnáče	Ako v bode 10	Ako v 10. pokyne
17. Zahusťiť sieť zemných pascí na <i>Hylobius abietis</i>	Ako v bode 11	Ako v 11. pokyne
Odrastené kultúry a nársty (stredná výška 0,6–1,5 m) – Young plantations and self-sown seedlings (mean stand height 0,6–1,5 m)		
18. Predpíšu sa tie isté pokyny ako v prípade zakladaných kultúr, teda pokyny č. 12–17	Platí to, čo v bodoch 12–17	Platí to, čo v pokynoch 12–17
19. Intenzívne selektívne prerezávky najčastejšie sa predpíšu dvakrát, môže sa ešte predpísať „v prospech listnáčov“	V hustejších partiách. „V prospech listnáčov“, ak ich je v poraste málo	Vykoná sa zvlášť starostlivý hygienický výber a po ňom preredenie so zameraním udržiavať voľnejší zápoj, aby sa tak pestovali dlhé, pravidelné a husté koruny. Na prvom mieste sa nepodporuje kvalita a prírastok, ale odolnosť porastu. Každý porast sa rozčlení na pracovné polia (automaticky, bez osobitného predpisovania)

Hospodárske ozdravné opatrenie alternatívna časť predpisu	Pomery, pre ktoré sa opatrenie predpíše	Podrobné vysvetlenie obsahu pokynov prípadne zdôvodnenie pokynov
Mladiny (hrúbka stredného kmeňa do 5 cm) – Thickets (mean tree diameter up to 5 cm)		
20. Intenzívne selektívne prerezávk najčastejšie sa predpisu dvakrát, môže sa ešte predpísať „v prospech listnáčov“	Ako v bode 19	Ako v bode 19
21. Intenzívna ochrana pred zverou repelentmi chrániť aj listnáče	V lokalitách, kde škodí zver	Použije sa Recervin alebo Pellacol, prípadne iný repelent
Žrdkoviny (hrúbka stredného kmeňa 6–12 cm), žrdoviny (13–19 cm), tenké kmeňoviny (20–27 cm) – Small pole stages (mean stem diameter 6–12 cm), pole-stage stands (13–19 cm), thin timber forests (20–27 cm)		
22. Intenzívne selektívne prerezávk najčastejšie sa predpisu dvakrát, môže sa ešte predpísať „v prospech listnáčov“	Ako v bode 19	Ako v bode 19
23. Prebierky zamerané na pestovanie dlhých korún s maximálne šetrným približovaním prevažne sa predpisu dvakrát, môže sa ešte predpísať „v prospech listnáčov“	Vo vyspelých žrdkovinách, žrdovinách a tenkých kmeňovinách	Keď je v LHP zaplánovaná jedna prebierka, často bude ekologicky správnejšie rozdeliť ju na dva zásahy. Decennálny predpis m^3 podľa možnosti ponechať, ale v odôvodnených prípadoch možno ho aj zvýšiť, prípadne znížiť. Zásah napred zdravotný, potom pozitívny úrovňový zameraný na stromy kostry a orientovaný v prospech listnáčov a pestovania dlhých korún (nemali by klesnúť pod 50 % výšky stromu). Udržiavať voľnejší zápoj, aby sa už v stredných a hrubých kmeňovinách nemusela robiť výchova. Prvoradým zámerom je ekologická stabilita (zvýšenie odolnosti) porastu. Porasty dosiaľ nerozčlenené treba automaticky rozčleniť bez osobitného predpisovania. Približovanie prevažne koňmi
24. Dôsledný zdravotný výber	V prípade väčšieho výskytu poškodenia 2., 3. a 4. stupňa	Vo veľmi poškodených porastoch už nemožno predpísať výchovu prebierkami
25. Intenzívna mechanická ochrana zveri chrániť aj listnáče	Kde sú škody zverou	Sieťovinou Polynet POE 285 alebo inými mechanickými prostriedkami
26. Zahusťiť sieť lapákov a lapačov na <i>Pitio genes chalcographus</i>	Podľa aktuálnej situácie	Lapáky s otrávenými sekciami (metóda ONS) alebo feromónové lapače (Chalcoprax, PC- Ecolure, PC-IT Ecolure). Dôsledne sledovať stav lapákov a lapačov. Lapáky likvidovať včas (novelizovaná norma ON 48 2712/1988)
Kmeňoviny (stredné, hrubé a veľmi hrubé) nad 28 cm strednej hrúbky – Timber forests with mean diameter more than 28 cm		
27. Prebierky zamerané na pestovanie dlhých korún s maximálne šetrným približovaním najčastejšie sa predpisu dvakrát, môžu sa ešte predpísať „v prospech listnáčov“	Relatívne mladé, ešte neobnovované kmeňoviny	Platí to, čo v bode 23
28. Obnovná ťažba podľa LHP s maximálne šetrným približovaním uvedie sa „Janovkou“, ak ide o dlhý a strmý svah	V prípade, že predpisy LHP netreba meniť	Obnovná ťažba sa vykoná dôsledne podľa pestovných zásad. Dôraz sa položí na maximálne šetrné približovanie (Janovkou, koňmi) so zreteľom na ochranu prirodzeného zmladenia, podsadiť a pôdy. Výška ťažby v m^3 sa nemení
29. Okrajový obnovný rub s maximálne šetrným približovaním uvedie sa „Janovkou“, ak ide o strmý a dlhý svah a udá sa tvar (pás, klin) a počet východisk. Vo vhodnom teréne možno predpísať aj maloplošný clonný rub alebo skupinovitý clonný rub	V prípade, že treba nahradíť holorub jemnejším postupom (holoruby sa ponechajú len v jasne odôvodnených prípadoch) alebo keď si náhodná ťažba vynútila zmenu ťažbovo-obnovného postupu	Ako v bode 32. Zmena predpisu sa urobí aj v prípade, ak to vyžaduje prirodzené zmladenie. Výška ťažby v m^3 sa prispôbi zmenou predpisu (prevažne pôjde o zníženie o 20–40 %)
30. Dorub nad zmladením (alebo podsadbou) s maximálne šetrným približovaním uvedie sa „Janovkou“, ak ide o strmý a dlhý svah. Môže sa uviesť aj tvar dorubov a počet východisk	Plocha, na ktorú sa predpíše dorub, má mať vyše 50 % zmladenia alebo podsadby	Ako v bode 28
31. Dôkladná príprava pôdy pre prirodzenú obnovu či pre umelú obnovu a najčastejšie „vedľa východisk obnovy“ alebo na „východiskách obnovy“	Na silne zaburinených pôdach	Pre prirodzenú obnovu v semennom roku. Nadštandardná kvalita vykonania jamkovej alebo plôškovej prípravy pôdy ručne, prípadne jednomužným motomanuálnym jamkovačom

Hospodárske ozdravné opatrenie alternatívna časť predpisu	Pomery, pre ktoré sa opatrenie predpíše	Podrobné vysvetlenie obsahu pokynov prípadne zdôvodnenie pokynov
32. Na chránených plešinách a silne periedených miestach kvalitne podsadiť podsadba bk. jv. sc v predstihu, sm. jd následne. Možno navrhnúť aj podsejbu	Riediny 0,6 a menej, kde treba zabezpečiť následný porast, aby sa plochy nepremenili na ťažko zalesniteľné	O podsadbe platí to, čo v bode 1. Pod chránenými miestami rozumieme porastové partie, kde sa následnou ťažbou podsadba nezničí
33. Na chránených obnovných prvkoch alebo vedľa kvalitne podsadiť a dreviny ako v bode 31	Na východiskách (alebo vedľa) obnovy, zaplánovaných na najbližšie desaťročie v miestach, kde nie je prirodzené zmladenie	Platí to, čo v bode 31
34. Na chránených obnovovaných plochách kvalitne doplniť prirodzené zmladenie uviesť, ktorými drevinami	Na východiskách obnovy naplánovaných na najbližšie desaťročie v miestach, kde je zmladenie nedostatočné	Platí to, čo v bode 31
35. Podsadbu dôkladne vyžíňať	Ako v bode 7	Ako v bode 7
36. Podsadbu dôkladne chrániť proti zveri mechanickými chráničmi chrániť aj listnáče	Ako v bode 10	Ako v bode 10
37. Dôsledný zdravotný výber	V prípade predpisu v LHP „bez zásahu“	Uvedú sa ha a odhad m ³
38. Zahusťiť sieť lapákov a lapačov na <i>Ips</i> <i>typographus</i>	Podľa aktuálnej situácie	Lapáky s otrávenými sekciami (metóda ONS) alebo feromónové lapače IT-Ecolure, IT-Eecop, IT-Pheroprax. Dôkladne sledovať lapáky a lapače. Lapáky likvidovať včas (novelizovaná norma ON 48 2711/1989)



1.–3. Lesné ekosystémy rubných vekových stupňov, poškodené antropogénnym činiteľom, najmä imisiami – Forest ecosystems in rotation age damaged by anthropogenic factor especially by immissions



4. Solitér smreka s pokročilou fázou defoliácie (Foto 1–4 F. Kundrík) – Spruce solitary tree in advanced stage of defoliation (Photo 1–4 by F. Kundrík)

hrádzanie holorubov podrastovými postupmi, zvyšovanie rozrôznosti štruktúry porastov a i.),
3. o používanie známych a v lesnej prevádzke bežných hospodárskych opatrení, lenže nie v zaužívej rutínnej kvalite (či nekvalite v dôsledku noriem, finančných limitov atď.), ale v nadštandardnej akosti so zámerom zvýšiť životaschopnosť a podporiť rast lesných porastov, aby sa tak prekonávali nepriaznivé následky imisii a zvyšovala sa odolnosť proti nim.

Osobitnú kategóriu tvoria sprievodné opatrenia, ktoré treba realizovať v záujme hospodárenia orientovaného na eliminovanie škodlivého pôsobenia imisii (sprístupnenie lesa, zavedenie novej techniky a technológie, výstavba zariadení na znižovanie škodlivého vplyvu zveri a pod.).

Projekt sa vzťahuje na platné hospodárske obdobie LHP (na zvyšok platnosti). Výber ozdravných opatrení z projektu na jednotlivé roky vykoná miestny hospodár tak, ako to robí aj pri ročnom plánovaní pomocou LHP. Pochopiteľne, že porasty s najvyšším stupňom poškodenia si vyberie ako prvé.

V predkladaných návrhoch sú spísané prakticky všetky ozdravné opatrenia, ktoré prichádzajú do úvahy na uplatnenie v jednotlivých porastoch. Štylizácia ozdravných opatrení nie je normou. Pokyny sme upravili tak, aby čo najpriliehavejšie určili zásahy, ktoré je potrebné vykonať. Predpísané zásady sme dopĺňovali aj časovými alebo miestnymi údajmi, kedy a v ktorej časti porastu je potrebné ich vykonať. Každý pokyn ozdravných opatrení bol z dôvodu následného ekonomického zhodnotenia vyjadrený aj číselne (prevažne v ha, v m³ alebo v počte či dĺžke).

Na základe uvedených materiálov a príkladov z modelových území si pracovníci prevádzky môžu zostavovať ročné plány ozdravných opatrení aj pre ostatné územia OLZ.

V dôsledku pôsobenia imisii v rozličnej intenzite treba prevádzkové ciele a všetky stupne plánovania upravovať tiež odstupňovane podľa miery ohrozenia (poškodenia).

PREVÁDZKOVÉ CIELE

V záujme podpory biodiverzity a ekologickej stability sa musí so stúpajúcou mierou ohrozenia:

- v cieľovom zastúpení drevín zvyšovať podiel odolnejších drevín,
- v cieľovej výstavbe zvyšovať horizontálnu a vertikálnu rozmanitosť,
- v cieľovom zakmenení upraviť densitu na primerane nižší (odolnejší) stupeň.

Základné plánovanie

So stúpajúcou mierou ohrozenia sa musí:

- znižovať rubná doba a rubný vek,
- nahrádzať holorubný hospodársky spôsob vhodnejším podrastovým spôsobom so zmenšujúcimi sa obnovenými prvkami,
- meniť kategórie hospodárskeho lesa na subkategórie lesov osobitného určenia.

Rámcové plánovanie

So stúpajúcou mierou ohrozenia sa musí:

- zväčšovať rozsah prípravy pôdy pre prirodzenú a umelú obnovu,
- zvyšovať počet sadenie na hektár,
- používať zväčšený podiel obaľovaných sadeníc,
- zväčšovať plocha podsadiet (riediny, plešiny, obnovené prvky),
- znižovať sila zásahov (zvyšovať počet zásahov) do porastov v ošetrovaní, prerezávkach, prebierkach a v ťažbovo-obnovených postupoch,
- stupňovať vo všetkých zásahoch podpora odolnejším zložkám porastovej štruktúry s úmerným poklesom podpory prírastku a kvality,
- stupňovať pozornosť v ochrane lesa potrebným zásahom (zahusťovať sieť lapákov, lapačov a iných opatrení),
- zvyšovať pozornosť voči porastom na exponovaných hrebeňoch, na SZ expozícii, ďalej porastovým stenám, starým porastom za rubným vekom, porastom s malou korunovosťou, s vysokým zastúpením jedle, smreka a pod.

NÁVOD NA VÝPOČET ZVÝŠENÝCH PRIEMERNÝCH PRIAMÝCH NÁKLADOV OZDRAVNÝCH OPATRENÍ

Na základe návodu na predpisovanie pokynov ozdravných opatrení opísaného v predchádzajúcej kapitole a plánov ozdravných opatrení pre jednotlivé porasty v MÚ, vyhotovených priamo v teréne (vzor tab. II), sme pre všetky druhy navrhovaných ozdravných zásahov vypracovali algoritmy výpočtu zvýšených priemerných priamych nákladov (PPN) (Kundrík, 1995). Pri ich vypracovaní sme vychádzali z nasledovných materiálov:

- z rozboru výkonov (OLZ Námestovo a OLZ Čadca za rok 1995),

II. Plán ozdravných opatrení na modelovom území Príslop – The direction of restorative measures in model area Príslop

Označenie ¹				Plocha ¹⁰ (ha)	Vek ¹¹ (roky)	Zakmenenie ¹²	Zastúpenie ²		Stupeň ³		Predpis LHP (slovný) ⁴	Predpis ozdravných opatrení ⁵		
Dielec ⁶	Časťková plocha ⁷	Porastová skupina ⁸	Etiáž ⁹				Drevina ¹³	(%)	ohrozenia ¹⁴	stráť asimilačných orgánov (%) ¹⁵		slovné ¹⁶	číslenie ¹⁷	
													¹⁸ jednotka	¹⁹ hodnota
410	a			1,20	60	0,7	sm	100	2		Bez zásahu	Dôsledný zdravotný výber Popri hrebeňovej ceste podsadbou listnáčov (bk 100) a v hustejších skupinách aj silnou prebierkou založiť spevňovacie rebro Intenzívna mechanická ochrana proti zveri	ha	1,20
410	b			12,73	30	1,0	sm	65	1		V mladších skupinách prečistka, na ostatnej ploche prebierka dvakrát	Intenzívna selektívna prerezávka Na ostatnej ploche prebierka zameraná na pestovanie dlhých korún s maximálne šetrným približovaním dvakrát Intenzívna mechanická ochrana proti zveri	ha	0,70
							jd	5					m ³	20
							bk	25					ha	1,20
							jh	5					ha	3,73
411		1		1,70	125	0,7	sm	70	2	16	Maloplošný pásový holorub šírky na 2 výšky porastu, 2 východiská obnovy, 2 zásahy za decénium Miestna príprava pôdy, zalesniť, vyžinať, chrániť proti zveri	Okrajový clonný rub s maximálne šetrným približovaním z dvoch východísk po dôkladnej príprave pôdy pre prirodzenú i umelú obnovu. Na chránených obnovných prvkoch a vedľa kvalitne podsadiť (sm 3, jd 2, bk 5) Podsadbou dôkladne ošetrovať vyžinami a mulčovaním a chrániť dôkladne proti zveri mechanickými chránidlami	ha	1,00
							jd	30					ha	0,50
													ha	0,50
411		2		12,37	15	1,0	sm	60	1		Prečistka vo vyspelých skupinách, na Z a v strede prebierka v 2. polovici desaťročia, na ostatnej ploche prečistka	Intenzívne selektívne prerezávky dvakrát V druhej polovici decénia vo vyspelejších skupinách prebierka zameraná na pestovanie dlhých korún s maximálne šetrným približovaním Intenzívna mechanická ochrana proti zveri	ha	12,37
							jd	10					ha	3,00
							bk	20					ha	12,37
							jh	10					ha	12,37
411		3		2,12	8	1,0	sm	60	1		Prečistka dvakrát	Intenzívna selektívna prerezávka dvakrát Intenzívna ochrana pred zverou repelentmi	ha	2,12
							jd	20					ha	2,12

¹ designation, ² representation, ³ degree of, ⁴ FMP rules (verbal), ⁵ rules of restorative measures, ⁶ subcompartment, ⁷ subplot, ⁸ forest group, ⁹ storey, ¹⁰ plot, ¹¹ age, ¹² stocking, ¹³ tree species, ¹⁴ damage, ¹⁵ assimilating organ loss, ¹⁶ verbally, ¹⁷ numerically, ¹⁸ unit, ¹⁹ value

- z platných výkonových noriem,
- z dostupných ponukových listov,
- z literárnych prameňov,
- z výsledkov dovtedy ešte nepublikovaného výskumu.

Vzhľadom na rozsiahlosť spomínaných algoritmov, ale aj na skutočnosť, že z časových dôvodov boli vypracované iba pre všetky druhy navrhovaných zásahov v regiónoch Kysúc a Oravy, teda nie pre všetky hospodárske ozdravné opatrenia opísané v *návode na predpisovanie pokynov ozdravných opatrení*, v ďalšom texte ich neuvádzame. Použili sme ich však pri ekonomickom vyhodnotení ozdravných opatrení, ktoré bude predmetom ďalšieho príspevku.

Na základe týchto (doteraz nepublikovaných) algoritmov by sa v budúcnosti mohlo vypracovať programové riešenie pre automatizovaný výpočet zvýšených nákladov na ozdravné opatrenia. Nevyhnutnú potrebu programového riešenia si vyžiada nielen pomerne zložitý výpočet zvýšených nákladov, ale hlavne množstvo premenných údajov, ktoré sa môžu meniť aj viackrát do roka. Využívali by ho hlavne pracovníci lesnej prevádzky pri výpočte zvýšených nákladov vyplývajúcich z ročných plánov ozdravných opatrení, ktoré bude potrebné vyhotovovať pre územia postihnuté imisiami aj iných OLZ, ale aj pri ďalšom plánovaní a výskume.

ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV A ZÁVER

Prudký nárast poškodenia lesov nie vždy správne orientovanou hospodárskou činnosťou človeka narušil prirodzené vzťahy v ekosystémoch. Snaha pomôcť lesným ekosystémom prekonať tento nepriaznivý stav už prekročila možnosti odborníkov v rámci rezortu. Hlavné celá spoločnosť musí zmobilizovať všetky prostriedky pre zachovanie lesov.

Doterajší vývoj zdravotného stavu lesov si vynútil vydanie *Realizačného programu na odstránenie škôd spôsobených antropogénnou činnosťou, najmä imisiami* vládou SR. V práci uvádzame návod na predpisovanie pokynov ozdravných opatrení smerujúcich k zmierňovaniu následkov pôsobenia imisií a k zvyšovaniu odol-

nosti lesných porastov proti nim. Na základe tohto návodu boli priamo v teréne vypracované plány ozdravných opatrení pre jednotlivé porasty nachádzajúce sa na vybraných modelových územiach.

Plány ozdravných opatrení sme použili ako podklad pre vypracovanie algoritmov výpočtu zvýšených priemerných priamych nákladov. Tieto doteraz nepublikované algoritmy by sa mohli v budúcnosti využiť nielen na vypracovanie programového riešenia pre pracovníkov lesnej prevádzky, ale aj plánovania a výskumu.

Ekonomické vyčíslenie nákladov ozdravných opatrení bude z dôvodu rozsahu predmetom ďalšej práce.

Literatúra

- BUBLINEC, E. – KODRÍK, M. et al., 1994. Rámcové projekty ozdravných opatrení vo vytypovaných oblastiach. RÚ č. 15/PHÚ – OLH. Zvolen, Ústav ekológie lesa SAV: 1518.
- GREGUŠ, C., 1976. Hospodárska úprava maloplošného rúbaňového lesa. Bratislava, Príroda: 308.
- GREGUŠ, C. – TUŽINSKÝ, L., 1996. Vykonávacie projekty ozdravných opatrení. Les, 52, č. 5: 9–10.
- GRÉK, J. et al., 1991. Zásady hospodárenia v lesoch Slovenska postihnutých imisiami. Bratislava – Zvolen: 145.
- KODRÍK, M. et al., 1994. Vykonávacie projekty ozdravných opatrení v regiónoch Kysúc a Oravy. RÚ č. 2b. Zvolen, Ústav ekológie lesa SAV: 140.
- KOLEKTÍV, 1981. Pracovné postupy hospodárskej úpravy lesov. Bratislava, MLVH SSR: 96.
- KUNDRÍK, F., 1995. Návrh algoritmov na výpočet priemer- ných priamych nákladov. Zvolen, Ústav ekológie lesa SAV. [Rukopis.]
- NOVOTNÝ, J. – FILO, J. et al., 1994. Lesy Slovenska. Bratislava, Poly-kontakt: 88.
- RAČKO, J. et al., 1995. Monitoring zdravotného stavu lesov na Slovensku. [Správa z účelovej úlohy č. 1/ÚČ.] Zvolen, LVÚ: 160.
- Lesný hospodársky plán: OLZ Čadca.
- Lesný hospodársky plán: OLZ Námestovo.

Došlo 10. 2. 1998

RESTORATIVE MEASURES IN FORESTS DAMAGED BY IMMISSIONS

F. Kundrík, C. Greguš, M. Kodrík

Institut of Forest Ecology, Slovak Academy of Sciences, Štúrova 2, 960 53 Zvolen

Natural relationships in forest ecosystems have been negatively affected by human impacts. Now the forest practice is not able to overcome an unfavourable state. Therefore a particular society has to activate any available measures towards forest conservation. This situation led to preparation of the study entitled *Realization Programme for Damage Evaluation Caused by Anthropogenic Activity, Mostly by Immissions*. The pro-

gramme has been supported by the government of the Slovak Republic. The present paper deals with restorative measures applied in forest ecosystems. Attention is paid to elimination of immission impacts and to an increase in resistance of forest ecosystems. These directions (Greguš in Kodrík et al., 1995) have been developed for all phases of forest:

- clearings,

- young plantations and regenerations (up to mean height 0.5 m),
- young plantations and self sown seedlings (mean stand height 0.6–1.5 m),
- small pole stages (mean tree diameter 6–12 cm), pole-stage stands (13–19 cm), thin timber forests (20–27 cm),
- timber forests with mean diameter more than 28 cm.

The directions are presented in a complete tabular form. The starting point of project processing is the current forest management plan (FMP). The project has to accept the FMP to the widest extent possible. The project is not a revision of forest management plan but its complement. The project arranges management directions in the FMP if serious changes in the status of forest stand occur during its duration. The direction covers those restorative measures not included in the FMP. One part of this direction is connected with activities set up in the FMP, but treatment is prescribed with higher quality on greater area as the current forestry practice does not manage sufficient efficiency against immissions.

Regarding felling plan the project cannot change it. Excess cutting is valid according to the FMP.

The restorative measures project operates in two lines:

- moderating immission loading consequences and accompanying synergetic factors,
- increasing ecological stability of forest ecosystems against immission impacts.

Restorative measures plan includes three types of intervention into forest stands and one type of whole

area preserve measures. The objectives of restorative measures are the following:

1. elimination of forest soil contamination by chemical restorative treatments (liming and fertilization),
2. using biologically based management instructions for increasing ecological stability and biological diversity of forest stand (planting more resistant species, increasing forest stand diversity),
3. use of well-known and currently applied and improved management regulations aimed at increasing vitality and supporting forests against harmful immission activity.

Another category is created by accompanying suggestions, which are necessary to implement into management to eliminate immission injuries (forest accessibility, new equipment and technology, establishing protective devices for game damage reduction, etc.).

On the basis of these instructions there were elaborated restorative measures plans for individual forest stands situated in the area of model plots in the field conditions.

We have applied the plans of restorative measures to support development of algorithm calculation of additional mean direct costs. This algorithm should be utilized in the forest practice and forest research planning. Considering the location of Orava and Kysuce regions near the border of the Czech Republic it is possible, after minor modifications, to employ these methods also in this country.

As the number of contribution pages has been limited the economic evaluation of restorative measures will be given in a further contribution.

Kontaktná adresa:

Ing. Ferdinand Kundrík, CSc., Ústav ekológie lesa SAV, Štúrova 2, 960 53 Zvolen, Slovenská republika

ŠTRUKTÚRA, PRODUKČNÉ POMERY A REGENERAČNÉ PROCESY BADÍNSKEHO PRALESA

STRUCTURE, PRODUCTION CONDITIONS AND REGENERATIVE PROCESSES IN THE BADÍN VIRGIN FOREST

M. Saniga

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

ABSTRACT: Stand structure, growth and regeneration processes are described in the Badín virgin forest over the last ten years. Data were acquired from a series of four permanent research plots (PRP) and by calliper of the whole virgin forest. Results confirmed the uniformity of mean standing volume ranging from 650 to 700 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ in the long run, and from 500 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ to 900 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ in relation to the stage of virgin forest development. Research on natural regeneration confirmed regeneration expansion of beech and fir decline from the tree species composition of the virgin forest.

fir; beech; natural regeneration; produce; virgin forest

ABSTRAKT: Príspevok rieši problematiku porastovej štruktúry, rastových a regeneračných procesov v Badínskom pralesi za obdobie posledných 10 rokov. Informačná hodnota bola získaná zo série štyroch trvalých výskumných plôch (TVP) a priemerovaním celého pralesa. Výsledky potvrdili vyrovnanosť priemernej porastovej zásoby, ktorá dlhodobo kolíše medzi 650–700 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ v závislosti od štádia vývoja pralesa od 500 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ do 900 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Výskum prirodzenej obnovy potvrdil regeneračnú expanziu buka a ústup jedle z drevinovej štruktúry pralesa.

jedľa; buk; prirodzená obnova; produkcia; prales

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Vývoj lesov je podmienený prírodnými podmienkami a vplyvom človeka. Prales je pre teóriu a prax pestovania lesa závažnou kategóriou, od ktorej sa podľa Leibundguta (1993) odvíja správna a vývoja schopná náuka. Vo väzbe na zákonitosti, ktoré sa uplatňujú v pralesoch, Zlatník (1953) hovorí, že poznávanie zákonitosti lesa znamená poznávanie zákonitosti vývoja lesných biocenóz a ich vzťah ku prostrediu. Medzi najstaršie rezervácie na Slovensku patrí Badínsky a Dobročský prales, ktoré boli založené v roku 1913. Uvedené pralesovité rezervácie majú zachovalé (nepatrne narušené) typické prírodné lesné spoločenstvá a už dlhodobo (od roku 1957) slúžia na sledovanie zákonitostí ich rastu a vývoja (Korpeľ, 1958).

Dreviny sú v pralesoch určujúce pri udržaní biologickej rovnováhy celého ekosystému vrátane jeho mikroklimy. Korpeľ (1989) konštatuje, že vzhľad, formu a výstavbu, t.j. štruktúru pralesa, dynamiku jeho zmien určujú tie dreviny, ktoré sa na určitú lokalitu dostali fylogenezickým vývojom lesa v poľadovej dobe. Tieto dreviny sa považujú za pôvodné (klimaxové). Autor zdôrazňuje, že od druhového zloženia a stanovištných podmienok závisia zmeny ostatných znakov štruktúry, vývojové a rastové procesy, z ktorých sú osobitne významné regeneračné a produkčné schopnosti. Podľa

viacerých autorov hlavnou vlastnosťou klimaxového lesa – pralesa je schopnosť trvalej existencie bez zámeny inou fytoocenózou (Smejkal et al., 1995; Leibundgut, 1993).

Výkyvy druhového zloženia vyvolané v pralesi menšími poruchami (napr. vietor, sneh, gradácia hmyzu) sa pomerne rýchlo vyrovnávajú, pretože faktor času tu má podradný význam (Korpeľ, 1989). Za rovnakej situácie prebieha životný cyklus podľa charakteristiky Korpeľa (1989, 1995) v troch štádiách: dorastania, optima a rozpadu.

Z pohľadu životného cyklu pralesa, jeho znakov štruktúry výskum uskutočnil v Badínskom pralesi Korpeľ (1958, 1974, 1989).

Pokiaľ sa týka regeneračných procesov, autor zistil, že jedľa veľmi dobre odrastá v medzerách do veľkosti hlúčika (1 ár), prirodzená obnova buka má plošnejší charakter 1–20 árov. Priebeh obnovy úzko závisí od vývojových štádií, resp. fáz, a tým od štruktúry pralesa. Početnosť náletu a podrastu sa aj v rámci jednej vývojovej fázy v pomerne krátkych časových obdobiach významne mení podľa výskytu semenných rokov a poveternostných podmienok (Korpeľ, 1989).

Jedľa, ktorej podiel sa nielen v počte, ale aj v objeme v pralesi znižuje, v poslednom období zvyšuje svoju generatívnu potenciú. Podľa Korpeľa (1995) jedľa pomerne dobre výškovo odrastá a obnovuje sa v obvo-

dovom okraji väčších skupín buka, pričom za ním, hlavne jedince vyšších výškových kategórií, výškove nezaostáva. Toto konštatovanie autor dokumentuje skutočnosťou, že v medzerách do 100 m² jedľa s priemerným vekom 20 rokov mala priemernú výšku 75 cm (horná výška 140 cm) a priemerný počet kusov na 1 m² okolo dvoch jedincov, pri buku bola priemerná výška 60 cm s približne rovnakým počtom jedincov na 1 m².

Z pohľadu striedania vývojových fáz (resp. štádií) porovnaním profilov z roku 1957 a 1977 Korpel (1989) vyvodil záver, že na TVP 1 bol postup rozpadu veľmi prudký. Autor konštatuje, že to môže byť vyvolané tým, že prales je dosť vystavený silným nárazom vetra, ktorý je v tejto oblasti častý.

Zaujímavá je zmena podielu objemového zastúpenia jedle na celej ploche pralesa, zistená v roku 1957 a 1987. Zatiaľ čo objemové zastúpenie jedle v roku 1957 bolo 65 %, buka 32 %, javora a bresta 3 %, v roku 1987 došlo ku výraznej zmene zastúpenia. Pri jedli nastal významný pokles na 18 %, buk objemove stúpol na 77 %, cenné listnáče (javor, jaseň, bresta) mali zastúpenie 5 % (Korpel, 1993).

Podobne autor zistil zmenu zastúpenia drevín za 30 rokov v počte stromov hrubších ako 7 cm. V roku 1957 bola štruktúra zastúpenia nasledovná: jedľa 46 %, buk 53 %, ostatné listnáče 1 %. V roku 1987 klesol podiel jedle na 11 %, podiel buka sa zvýšil na 88 %, ostatné listnaté dreviny mali zastúpenie 1 %. Ako sa produkčne mení zastúpenie drevín, ako prebiehajú regeneračné procesy v Badínskom pralesi za posledných 10 rokov, to má za cieľ posúdiť tento príspevok.

CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Výskum v Badínskom pralesi započal v roku 1957. Rezerváciu možno charakterizovať nasledovne: Celková výmera je 30,70 ha. Z uvedenej plochy tvorí 6,1 ha kalamitná plocha, ktorá sa z hľadiska ontogenezie vývoja lesa (sekundárna sukcesia) nachádza v štádiu prechodného lesa. Táto plocha nie je zahrnutá do celkovej inventarizácie pralesa. Prales sa nachádza v juho-východnej časti Kremnického pohoria, v oblasti Lesnej správy Badín. Expozícia je severná, severovýchodná až severozápadná so sklonom 20–40 %. Klimaticky patrí do chladnej oblasti, oksok C₁ – mierne chladný. Priemerná ročná teplota je 5,5–6,0 °C, priemerný úhrn ročných zrážok 850–900 mm. Geologické podložie tvoria tufy a aglomeráty pyroxenických andezitov, tufity (v strede západnej časti), kompaktný andezit (ostrovček v spodnej časti). Svahoviny, hĺbka ktorých je 120–140 cm, tvorí zmiešaný materiál z tufov a aglomerátov, pričom podiel jemnozemej a skeletovej zložky sa v profiloch na malých vzdialenostiach mení.

Väčšinou sú to pôdy stredne hlboké až hlboké, hlinité až ilovito-hlinité, stredne skeletnaté, minerálne bohaté, mierne kyslé (pH 5,5–6,3). Tvorba a obsah humusu sú dobré (8–12 % v jemnozemi A horizontu, 2–4 % v jemnozemi B horizontu).

V horných častiach sa asi na 20 % plochy pralesa vyskytuje skupina lesných typov (slt) *Abieto-Fagetum* nižší stupeň s typmi *Asperula odorata* – *Oxalis acetosella* – (*Senecio nemorensis*) – *Prenanthes purpurea*, *Asperula odorata* – *Oxalis acetosella* – (*Senecio nemorensis*) – *Mercurialis perennis* – (*Dentaria enneaphyllos*) – *Prenanthes purpurea*. Prevažná časť rezervácie (60–70 % plochy) patrí do slt *Fagetum typicum*, t.j. do 4. bukového lesného vegetačného stupňa (lvs). Mokradné spoločenstvá s podmačanou pôdou (okraj v hlavnej doline a bočné údolíčko na východnej časti) patrí do skupiny lesných typov *Fraxineto-Aceretum* (asi 10 % výmery) (Korpel, 1989).

METODIKA

V roku 1957 v pralesi prof. Korpel založil sériu štyroch trvalých výskumných plôch (TVP) s výmerou 0,50 ha tak, aby zachytávali všetky tri vývojové štádiá. Na začiatku boli pokusné plochy charakterizované nasledovne:

- TVP 1 – pokročilá fáza štádia rozpadu,
- TVP 2 – počiatočná fáza štádia rozpadu,
- TVP 3 – počiatočná fáza štádia dorastania,
- TVP 4 – pokročilá fáza štádia optima.

Okrem uvedených plôch sa v tom istom roku merania (roky 1957, 1967, 1977, 1987 a 1997) uskutočnilo priemerovanie celého pralesa od hrúbky 8 cm. Merania uskutočnené do roku 1987 boli vyhodnotené a publikované v práci Korpela (1989). Na TVP sa osobitne evidovali stromy transektov 10 x 50 m, resp. 10 x 60 m a osobitne ostatná časť TVP.

Biometrické znaky merané na transeктоch:

- vektory rozmiestnenia stromov hrubších $d_{1,3}$ ako 2 cm x, y,
- výška stromov s presnosťou na 0,5 m,
- výška nasadenia koruny s presnosťou na 0,1 m,
- situácia padnutých stromov a ich objem podľa Hube-rovho vzorca,
- projekcia korún x_1-x_4 s presnosťou na 0,1 m,
- hrúbka stromov $d_{1,3}$ s presnosťou na 1 mm.

Evidencia jedincov prirodzenej obnovy podľa drevín bola uskutočnená nasledovne:

- jedince do výšky 20 cm,
- jedince od 21 do 50 cm,
- jedince od 51 do 80 cm,
- jedince od 81 do 130 cm,
- jedince od 130 cm do hrúbky $d_{1,3}$ 2 cm.

Na ostatnej ploche boli merané nasledovné dendrometrické znaky stromov:

- hrúbka $d_{1,3}$.

Okrem uvedeného sa na celej ploche (TVP) uskutočnila evidencia odumretých stojacich, resp. ležiacich stromov.

Podľa stupňa rozkladu sa uskutočnila ich klasifikácia nasledovne:

- a – stromy čerstvo padnuté alebo také, ktoré majú pomerne zdravé drevo s kôrou, pričom sa dá určiť druh dreveniny,
- b – hnijúce, ale ešte kompaktné drevo, kôra opadáva, ale dá sa určiť druh dreveniny,
- c – pokročilý stupeň rozpadu (hniloby), určenie druhu dreveniny je nemožné.

Objem padnutých stromov sa určil Huberovou metódou. Pre zistenie objemu jednotlivých drevin sa v každom hrúbkovom stupni namerali výšky 2–4 stromov pre zostrojenie výškového grafikonu.

VÝSLEDKY

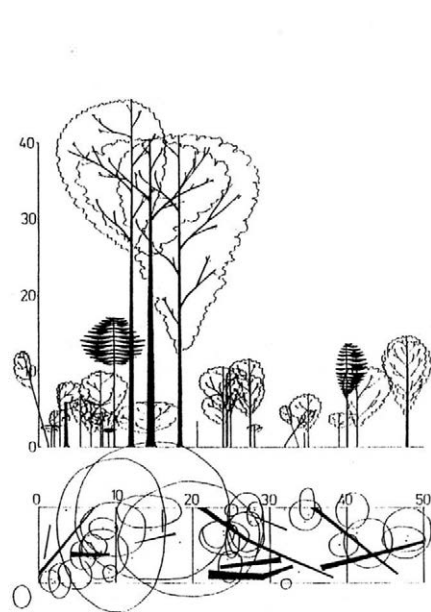
ŠTRUKTÚRA A PRODUKČNÉ POMERY

Prvé merania boli uskutočnené v roku 1957. Vzhľadom na relatívne menšiu výmeru (bez kalamitou postihnutej plochy) 24,6 ha nie je plošné zastúpenie vývojových štádií dostatočne vyvážené. V pralese prevažuje výstavba na prechode zo štádia dorastania do štádia optima (31 %), počiatočná fáza štádia rozpadu reprezentuje asi 26 % plochy pralesa, pokročilé štádium rozpadu 17 %, počiatočná fáza štádia dorastania sa nachádza na ploche 17 %. Výškově vyrovnaná výstavba typická pre štádium optima sa nachádza na ploche 9 %. Z nízkeho plošného podielu štádia optima sa dá predpokladať, že toto štádium v podmienkach Badínského pralesa trvá podstatne kratší časový úsek v rámci celého vývojového cyklu v porovnaní s Dobročským pralesom. Je to

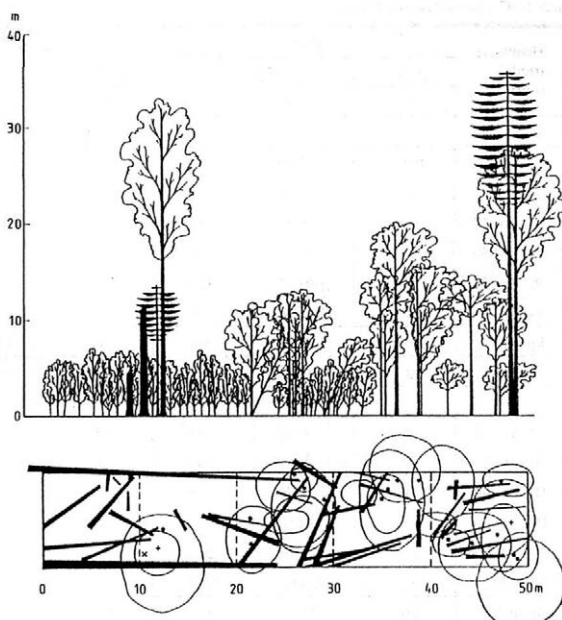
dôsledok vysokého početného a objemového zastúpenia buka a výrazného poklesu jedle ako nositeľky uvedenej štruktúry (tab. I). Na niektorých častiach pralesa bol prechod z pokročilého štádia dorastania do počiatočnej fázy štádia rozpadu taký rýchly, že sa za dobu sledovania (40 rokov) nepodarilo zachytiť štádium optima s typickým horizontálnym zápojom. Objem hrubiny podľa drevenín v celom pralese (tab. I) poukazuje na podstatný pokles nielen objemového, ale aj početného zastúpenia jedle.

Uvedená drevina má zastúpenie okolo 10 % ako v objeme, tak aj v počte. Príčina znížovania v minulosti bola predovšetkým vo vysokom poškodení, ktoré bolo spôsobené zverou. Uvedený stav predstavuje pravdepodobne najnižšiu možnú hranicu zastúpenia jedle, nakoľko stavy zveri v uvedenej oblasti sa radikálne znížili (pytliactvo) a je predpoklad zvýšenia jej generatívnej potencie. Napriek tejto skutočnosti možno z tab. I konštatovať, že podiel jedle sa v pralese bude len veľmi pozvoľne zvyšovať. Svedčí o tom dosť výrazný pokles počtu jedincov dolnej vrstvy (hrúbková trieda 8–24 cm). Momentálne, ale perspektívne aj do budúcnosti je určujúcou drevinou životného cyklu pralesa buk. Mozaiku priebehu životného cyklu pralesa popisujú tab. II až V a obr. 1 až 4, ktoré reprezentujú TVP v rôznych štádiách. Štádium dorastania svojimi charakteristickými znakmi (početnosť, zásoba) charakterizujú tab. II a IV a obr. 1 a 3.

Tab. IV predstavuje počiatočnú fázu štádia dorastania, zásoba má ešte mierny pokles za posledných 10 rokov, kedy sa zmenila z hodnoty $521,73 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$



1. Porastový profil TVP 1 Badínského pralesa (štádium dorastania) – Stand profile on PRP 1 of the Badin virgin forest (growth stage)



2. Porastový profil TVP 2 Badínského pralesa (pokročilé štádium rozpadu) – Stand profile on PRP 2 of the Badin virgin forest (advanced breakdown stage)

I. Rozdelenie počtu stromov a objemu hrubiny podľa drevín a hrúbkových tried v celom pralese na základe merania v roku 1987 a 1997 – Distribution of tree number and large timber by the species and diameter classes in the whole virgin forest on the basis of measurements in 1987 and 1997

Hrúbková trieda ¹ (cm)	Jedľa ²			Buk ³			Ostatné listnáče ⁴			Spolu ⁵		
	počet ⁶		objem ⁷	počet ⁶		objem ⁷	počet ⁶		objem ⁷	počet ⁶		objem ⁷
	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)
rok ⁸ 1987												
8–14	363	16,6	1	2 274	117,7	1	109	6,8	1	2 746	141,1	1
16–24	247	54,4	2	845	215,2	2	157	50,3	6	1 249	319,9	2
26–36	284	195,4	7	780	659,0	5	213	237,3	28	1 277	1 091,7	7
38–50	256	540,6	18	662	1 567,3	13	136	359,9	43	1 054	2 467,8	15
54–70	175	876,6	30	763	4 381,4	35	16	97,8	11	954	5 355,8	42
72+	105	1 260,3	42	467	5 534,5	44	6	93,7	11	578	6 888,5	42
Spolu ⁵	1 430	2 943,9	100	5 791	12 475,1	100	637	845,8	100	7 858	16 264,8	100
Percent ⁹	18,2	18,1	–	73,7	76,7	–	8,1	5,2	–	100,0	100,0	–
rok ⁸ 1997												
8–14	416	23,1	1	4 980	293,2	2	99	7,0	1	5 495	323,3	2
16–24	161	40,2	2	1 203	343,6	2	95	29,8	4	1 459	413,6	3
26–36	165	137,5	8	706	641,0	5	129	127,1	17	1 000	905,6	6
38–50	144	322,4	19	667	1 727,1	12	135	334,2	45	946	2 383,7	14
54–70	121	650,9	38	732	4 394,3	31	32	167,3	23	885	5 212,5	31
72+	48	550,4	32	508	6 754,8	48	7	76,7	10	563	7 381,9	44
Spolu ⁵	1 055	1 724,5	100	8 796	14 154,0	100	497	100	100	10 348	16 620,6	100
Percent ⁹	10,2	10,4	–	85,2	85,2	–	4,8	4,4	–	100,0	100,0	–

¹diameter class, ²fir, ³beech, ⁴other broadleaved species, ⁵total, ⁶number, ⁷volume, ⁸year, ⁹per cent

II. Rozdelenie počtu stromov a objemu hrubiny podľa drevín a hrúbkových tried na TVP I na základe merania v roku 1987 a 1997 (prepočet na 1 ha) – Distribution of tree number and large timber by the species and diameter classes on PRP I on the basis of measurements in 1987 and 1997 (converted per 1 ha)

Hrúbková trieda ¹ (cm)	Buk ²			Jedľa ³			Spolu ⁴		
	počet ⁵		objem ⁶	počet ⁵		objem ⁶	počet ⁵		objem ⁶
	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)
rok ⁷ 1987									
I. 10–14	106	5,69	0,9	28	1,76	5,3	134	7,45	1,1
II. 18–22	30	7,74	1,2	14	4,36	13,3	44	12,10	1,8
III. 26–34	30	25,33	4,0	10	6,36	19,3	40	31,69	4,7
IV. 38–50	14	31,99	5,0	4	11,44	34,8	18	43,43	6,5
V. 54–70	30	199,32	31,3	2	8,99	27,3	32	208,31	31,1
VI. 74+	28	367,06	57,6	–	–	–	28	367,06	54,8
Spolu ⁴	238	637,13	100,0	58	32,91	100,0	296	670,04	100,0
Percent ⁸	80,4	95,10	–	19,6	24,50	–	100,0	100,0	–
rok ⁷ 1997									
I. 10–14	98	4,82	0,8	30	1,92	6,0	128	6,74	1,0
II. 18–22	22	5,98	0,9	10	2,84	9,0	32	8,82	1,3
III. 26–34	28	21,86	3,5	12	8,74	27,6	40	30,60	4,6
IV. 38–50	18	38,80	6,1	–	–	–	18	38,80	5,9
V. 54–70	18	126,06	20,0	4	18,20	57,4	22	144,26	21,8
VI. 74+	32	434,00	68,7	–	–	–	20	434,00	33,9
Spolu ⁴	216	631,52	100,0	56	31,70	100,0	272	663,22	100,0
Percent ⁸	79,4	95,22	–	20,6	4,78	–	100,0	100,0	–

¹diameter class, ²beech, ³fir, ⁴total, ⁵number, ⁶volume, ⁷year, ⁸per cent

na $502,16 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Na uvedenej zmene sa podieľali najhrubšie jedince jedle, ktoré odumreli.

Vyrovnaná zásobová úroveň sa potvrdila na TVP 1, ktorá predstavuje pokročilú fázu štádia dorastania (tab. II). Rozdelenie hrúbkových početností ukazuje postupné rastové presadzovanie sa predovšetkým buka s postupným zvyšovaním zásoby na uvedenej TVP.

Priebeh štádia rozpadu v jeho jednotlivých fázach predstavujú TVP 2 a 4 (tab. III a V). Plocha 4 bola ešte v roku 1977 v pokročilej fáze optima na prechode do štádia rozpadu (Korpeľ, 1989), za 20 rokov prešla do počiatkovej fázy štádia rozpadu. Svedčí o tom trvalý pokles zásoby, ktorá z hodnoty $827,57 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ v roku 1987 klesla na $736,07 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ v roku 1997 (tab. V). Jednalo sa predovšetkým o najhrubšie buky, pri ktorých je pokles významný. Ak hodnotíme objemové zastúpenie jedle v jednotlivých vývojových štádiách pralesa na TVP, kolíše od 4,78 % (TVP 1) po 28,34 % (TVP 3).

Pri analýze jej zastúpenia v počte stromov je variačné rozpätie jedle od 7,2 % (TVP 3) po 34,9 % (TVP 4). Uvedená zákonitosť je pochopiteľná, nakoľko v štádiu rozpadu skôr fyzicky dožíva buk, čím vplyvom abiotických faktorov skôr z drevinovej skladby vypadáva; pritom je určujúcou drevinou životného cyklu pralesa. Jedla svojou dlhšou životnosťou zostáva v pralese dlhšie, čím sa jej početnosť počas štádia rozpadu relatívne voči buku a celkovému počtu zvyšuje.

Vo väzbe na rastové procesy a vývojovú tendenciu životného cyklu pralesa má svoju významnú informačnú hodnotu celkový objem hrubiny odumretých stromov (podľa kategórie rozkladu) na jednotlivých TVP (tab. VI).

Ak porovnávame pokusné plochy TVP 2 a TVP 4, ktoré reprezentujú štádium rozpadu, možno postrehnúť

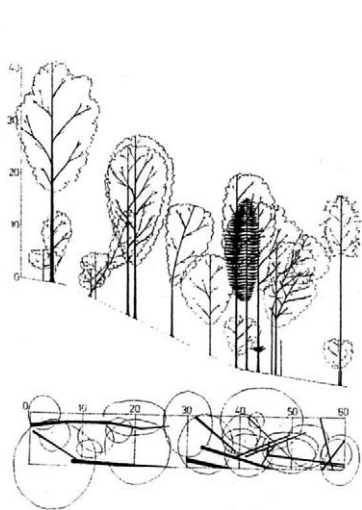
tú skutočnosť, že odumieranie stromov starej generácie, resp. ich poškodenie je veľmi prudké. Na TVP 4, ktorá ešte v roku 1977 bola na prechode zo štádia optima do štádia rozpadu, prakticky za 10 rokov odumrelo $455,36 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. VI). Práve počiatková fáza štádia rozpadu sa vyznačuje vysokou mortalitou stromov.

Pri TVP 1 a TVP 3 je úbytok stromov pozvoľnejší, čo je pochopiteľné, nakoľko prevaha stromov existujúcej (materskej) generácie vypadla v štádiu rozpadu (tab. VI).

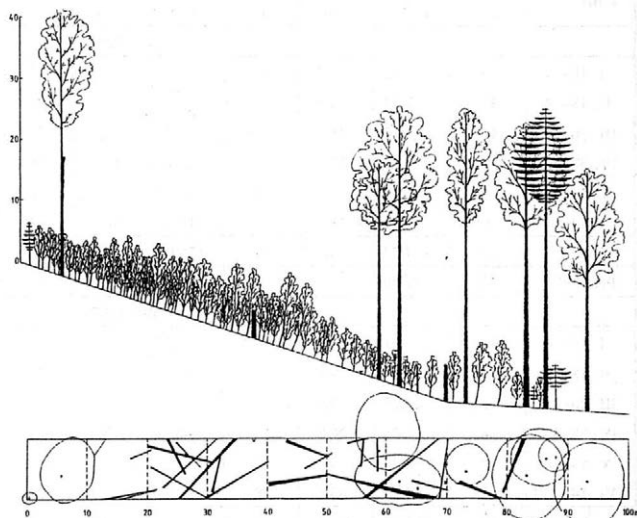
REGENERAČNÉ PROCESY

Priebeh prirodzenej obnovy úzko závisí od štádia a fáz vývoja, t.j. od štruktúry pralesa. Početnosť náletu a podrastu sa aj v rámci jednej vývojovej fázy v pomere krátkych časových obdobiach vlnovite mení v závislosti od výskytu semenných rokov a poveternostných podmienok.

Informáciu o regeneračných procesoch za obdobie posledných 10 rokov (1987–1997) dáva tab. VII. Údaje posledného merania (rok 1997) poukazujú na výraznú redukciu počtu jedincov aj na TVP 1 (štádiu dorastania). Redukcia je nerovnomerná a má za následok zmeny percentuálneho zastúpenia drevín. V dobrej dynamike prirodzenej obnovy je buk ako hlavná drevina pralesa. Hoci jeho početnosť v jednotlivých výškových kategóriách a v závislosti od vývojového štádia kolíše, kontinuita jeho zastúpenia vo všetkých výškových kategóriách podľa meraní z roku 1997 je evidentná. Malá početnosť jedincov buka na TVP 3 je podmienená pokročilou fázou štádia dorastania, kedy ekologické podmienky z pohľadu klíčenia, ujímania a prežívania se-



3. Porastový profil TVP 3 Badinského pralesa (štádium dorastania) – Stand profile on PRP 3 of the Badin virgin forest (growth stage)



4. Porastový profil TVP 4 Badinského pralesa (počiatková fáza štádia rozpadu) – Stand profile on PRP 4 of the Badin virgin forest (initial breakdown stage)

III. Rozdelenie počtu stromov a objemu hrubiny podľa drevín a hrúbkových tried na TVP 2 na základe merania v roku 1987 a 1997 (prepočet na 1 ha) – Distribution of tree number and large timber by the species and diameter classes on PRP 2 on the basis of measurements in 1987 and 1997 (converted per 1 ha)

Hrúbková trieda ¹ (cm)	Buk ²			Jedľa ³			Spolu ⁴		
	počet ⁵	objem ⁶		počet ⁵	objem ⁶		počet ⁵	objem ⁶	
	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)
rok ⁷ 1987									
I. 10-14	84	4,34	0,9	18	0,74	0,5	102	5,08	0,8
II. 18-22	18	4,62	1,0	8	1,64	1,1	26	6,26	1,0
III. 26-34	32	25,80	5,4	2	2,06	1,3	34	27,86	4,4
IV. 38-50	30	71,17	14,9	6	12,12	7,8	36	83,29	13,1
V. 54-70	44	241,37	50,4	10	52,36	33,6	54	293,73	46,3
VI. 74+	14	131,52	27,4	8	86,83	55,7	22	218,35	34,4
Spolu ⁴	222	478,82	100,0	52	155,75	100,0	274	634,57	100,0
Percent ⁸	81,0	75,50	–	19,0	24,50	–	100,0	100,0	–
rok ⁷ 1997									
I. 10-14	102	6,60	1,2	6	0,43	0,6	108	7,03	1,2
II. 18-22	28	8,47	1,6	4	1,04	1,6	32	9,51	1,6
III. 26-34	28	23,91	4,4	–	–	–	28	23,91	3,9
IV. 38-50	30	71,11	13,2	4	8,43	12,6	34	79,54	13,1
V. 54-70	44	246,35	45,8	6	33,93	50,8	50	280,28	46,3
VI. 74+	18	182,03	33,8	2	23,01	34,4	20	205,04	33,9
Spolu ⁴	250	538,47	100,0	22	66,84	100,0	272	605,31	100,0
Percent ⁸	91,9	88,96	–	8,1	11,04	–	100,0	100,0	–

For 1–8 see Tab. II

IV. Rozdelenie počtu stromov a objemu hrubiny podľa drevín a hrúbkových tried na TVP 3 na základe merania v roku 1987 a 1997 (prepočet na 1 ha) – Distribution of tree number and large timber by the species and diameter classes on PRP 3 on the basis of measurements in 1987 and 1997 (converted per 1 ha)

Hrúbková trieda ¹ (cm)	Buk ²			Jedľa ³			Javor + brest ⁴			Spolu ⁵		
	počet ⁶	objem ⁷		počet ⁶	objem ⁷		počet ⁶	objem ⁷		počet ⁶	objem ⁷	
	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)
rok ⁸ 1987												
I. 10–14	136	6,02	3,7	10	0,56	0,3	42	3,50	1,9	188	10,08	1,9
II. 18–22	32	7,23	4,4	–	–	–	28	9,04	5,0	60	16,27	3,2
III. 26–34	44	35,13	21,3	2	2,27	1,3	72	67,41	37,1	118	104,82	20,1
IV. 38–50	20	36,91	22,4	12	25,43	14,5	26	55,17	30,3	58	117,51	22,5
V. 54–70	–	–	–	6	33,43	19,1	6	28,57	15,7	12	61,99	11,9
VI. 74+	6	79,44	48,2	8	113,40	64,8	2	18,22	10,0	16	211,06	40,4
Spolu ⁵	238	164,73	100,0	38	175,09	100,0	176	181,91	100,0	452	521,73	100,0
Percent ⁹	52,7	31,50	–	8,4	33,60	–	38,9	34,90	–	100,0	100,0	–
rok ⁸ 1997												
I. 10–14	142	9,11	4,4	8	0,37	0,3	24	1,95	1,3	174	11,43	2,31
II. 18–22	40	9,79	4,8	–	–	–	20	5,72	3,7	60	15,51	3,1
III. 26–34	32	28,75	14,0	–	–	–	34	32,33	21,0	66	61,08	12,1
IV. 38–50	26	55,25	26,8	12	24,93	17,5	30	65,93	42,8	68	146,11	29,1
V. 54–70	2	8,43	4,1	–	–	–	4	25,70	16,7	6	34,13	6,8
VI. 74+	6	94,55	45,9	8	117,04	82,2	2	22,31	14,5	16	230,90	46,6
Spolu ⁵	248	205,88	100,0	28	142,34	100,0	114	153,94	100,0	390	502,16	100,0
Percent ⁹	63,6	41,0	–	7,2	28,34	–	29,2	30,66	–	100,0	100,0	–

¹diameter class, ²beech, ³fir, ⁴maple + elm; ⁵total, ⁶number, ⁷volume, ⁸year, ⁹per cent

V. Rozdelenie počtu stromov a objemu hrubiny podľa druhu a hrúbkových tried na TVP 4 na základe merania v roku 1987 a 1997 (prepočet na 1 ha) – Distribution of tree number and large timber by the species and diameter classes on PRP 4 on the basis of measurements in 1987 and 1997 (converted per 1 ha)

Hrubková trieda ¹ (cm)	Buk ²			Jedľa ³			Spolu ⁴		
	počet ⁵	objem ⁶		počet ⁵	objem ⁶		počet ⁵	objem ⁶	
	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)	(n)	(m ³)	(%)
rok ⁷ 1987									
I. 10-14	–	–	–	14	0,62	0,5	14	0,62	0,1
II. 18-22	–	–	–	12	2,99	2,3	12	2,99	0,4
III. 26-34	2	1,44	0,2	8	4,19	3,2	10	5,63	0,7
IV. 38-50	8	23,54	3,4	2	6,74	5,3	10	30,28	3,6
V. 54-70	42	266,54	38,1	4	27,48	21,5	46	294,02	35,5
VI. 74+	28	408,11	58,3	6	85,92	67,2	34	494,03	59,7
Spolu ⁴	80	699,63	100,0	46	127,94	100,0	126	827,57	100,0
Percent ⁸	63,5	84,50	–	36,5	15,50	–	100,0	100,0	–
rok ⁷ 1997									
I. 10-14	16	1,20	0,2	18	0,99	1,3	34	2,19	0,3
II. 18-22	2	0,52	0,1	8	2,10	2,9	10	2,62	0,3
III. 26-34	–	–	–	10	7,09	9,7	10	7,09	1,0
IV. 38-50	4	13,53	2,0	2	5,45	7,5	6	18,98	2,6
V. 54-70	34	243,85	36,8	2	13,68	18,7	36	257,53	35,0
VI. 74+	26	403,95	60,9	4	43,71	59,9	30	447,66	60,0
Spolu ⁴	82	663,05	100,0	44	73,02	100,0	126	736,07	100,0
Percent ⁸	65,1	90,08	–	34,9	9,92	–	100,0	100,0	–

For 1–8 see Tab. II

VI. Celkový objem hrubiny odumretých stromov na jednotlivých TVP podľa merania v roku 1987 a 1997 (prepočet na 1 ha) – Total volume of large timber of dead trees on the separate PRPs on the basis of measurements in 1987 and 1997 (converted per 1 ha)

TVP ¹	Vývojové štádium ²	Rok ³	Objem hrubiny ⁴											spolu ⁷ (m ³)
			stojace odumreté stromy ⁵				odumreté padnuté stromy ⁶ (m ³)							
			buk ⁸	jedľa ⁹	javor + brest ¹⁰	spolu ⁷ (m ³)	buk ⁸			jedľa ⁹			spolu ⁷ (m ³)	
							A	B	C	A	B	C		
1	Dorastanie	1987	1,3	88,1		89,4	20,27	28,55	19,49	28,9	52,24	70,71	220,16	309,56
	Dorastanie	1997	14,5	24,3		38,8	17,6	42,97	13,85	12,74	51,14	69,04	206,80	245,60
2	Rozpad pokročilý	1987	1,3	95,1		96,4	19,90	25,92	9,06	50,07	41,82	92,00	238,77	335,17
	Rozpad pokročilý	1997	6,0	53,2		59,2	3,38	35,68	42,35	11,96	62,29	101,00	256,66	315,86
3	Dorastanie	1987	1,1	79,3	9,9	90,3	36,92	49,95	37,18	19,2	73,51	98,28	315,04	405,44
	Dorastanie	1997	0,9	31,5	30,4	62,8	2,13	5,34	48,21	24,73	84,48	72,09	236,98	299,78
4	Rozpad pokročilý	1987	26,6	88,88	0,4	107,8	77,84	13,4	49,58	0,15	25,51	81,08	347,56	455,36
	Rozpad pokročilý	1997	27,5	4,9	7,3	39,7	56,5	120,68	107,7	28,15	31,33	48,98	393,34	433,04

¹PRP, ²developmental stage, ³year, ⁴large timber volume, ⁵standing dead trees, ⁶lying dead trees, ⁷total, ⁸beech, ⁹fir, ¹⁰maple + elm

menáčikov sú menej priaznivé (obr. 3). Ak hodnotíme kategóriu jedincov od výšky 1,30 m do hrúbky $d_{1,3}$ 7 cm, označenú v tabuľke ako výšková kategória 130 cm⁺, možno konštatovať nárast pri drevine buk na TVP 1 (štádium dorastania) a TVP 4 (počiatočná fáza štádia rozpadu), kde sa nachádza 1 200 stromov, resp. až 10 890 stromov na 1 ha. Vyrovnané zastúpenie si prakticky na všetkých pokusných plochách udržiava javor ako sprievodná drevina v pralese. Jeho početnosť od

2 650 ks.ha⁻¹ v pokročilom štádiu rozpadu po 7 680 ks.ha⁻¹ v počiatočnej fáze štádia dorastania (tab. VII) vytvára aj do budúcnosti predpoklady jeho zachovania v drevinovej skladbe pralesa. Jedľa ako v minulosti základná drevina v Baďňovskom pralese má nevyvážené zastúpenie v jednotlivých výškových kategóriách. Jej výrazné kolísanie je charakteristické aj v závislosti od štádia vývoja pralesa (tab. VII). Väčšiu početnosť s relatívne vyváženým zastúpením vo výško-

VII. Výšková početnosť a zastúpenie jedincov náletu a nárastu na jednotlivých TVP podľa drevín na základe merania v roku 1987 a 1997 (prepočet na 1 ha) – Height frequency and representation of individuals from self-seeding and advance growth on the separate PRPs by the species on the basis of measurements in 1987 and 1997 (converted per 1 ha)

Výšková trieda ¹ (cm)	Trvalá výskumná plocha – vývojové štádium ²									
	TVP 1 (dorastanie) ³				TVP 2 (rozpad pokročilý) ⁴					
	buk ⁵	jedľa ⁶	javor ⁷	spolu ⁸	buk ⁵	jedľa ⁶	javor ⁷	spolu ⁸		
rok ¹⁰ 1987										
do 20	5 820	660	360	6 840	24 000	1 200	1 660	26 860		
21–50	1 280	220	280	1 780	4 360	1 180	2 920	8 460		
51–80	700	20	60	780	2 620	340	640	3 600		
81–130	480	20	100	600	3 840	40	220	4 100		
131+	180	80	20	280	5 480		40	5 520		
Spolu ⁸	8 460	1 000	820	10 280	40 300	2 760	5 480	48 540		
Percent ¹¹	82,3	9,7	8,0	100,0	83,0	5,7	11,3	100,0		
rok ¹⁰ 1997										
do 20	31 120	240	6 700	10 060	3 500	440	3 480	7 420		
21–50	3 860	140	760	4 760	1 120	440	680	2 240		
51–80	1 120	60	180	1 360	1 220	160	260	1 640		
81–130	1 300	20	40	1 360	2 080	80		2 160		
131+	1 200			1 200	4 920			4 920		
Spolu ⁸	10 600	460	7 680	18 740	12 840	1 120	4 420	18 380		
Percent ¹¹	56,6	2,4	41,0	100,0	69,9	6,1	24,0	100,0		
Výšková trieda ¹ (cm)	TVP 3 (dorastanie) ³				TVP 4 (rozpad pokročilý) ⁴					
	buk ⁵	jedľa ⁶	javor ⁷	brest + jaseň ⁹	spolu ⁸	buk ⁵	jedľa ⁶	javor ⁷	brest + jaseň ⁹	spolu ⁸
rok ¹⁰ 1987										
do 20	333	400	5 118		5 851	33 090	1 070	1 100		35 260
21–50	367	33	14 270		14 670	6 860	510	4 860		12 230
51–80			2 050		2 050	2 350	40	1 050		3 440
81–130			283		283	3 220	170	310		3 700
131+			67		67	6 170		100		6 270
Spolu ⁸	700	433	21 788		22 921	51 690	1 790	7 420		60 900
Percent ¹¹	3,1	1,9	95,0		100,0	84,9	2,9	12,2		100,0
rok ¹⁰ 1997										
do 20	933		2 868	217	4 018	240	250			490
21–50	633		2 800	866	4 299	2 490	450	3 450	30	6 420
51–80	150		617	283	1 050	3 010	80	2 300	30	5 420
81–130	83		117	50	1 250	3 250	40	340	20	3 650
131+			17	34	51	10 890		470	100	11 460
Spolu ⁸	1 799		6 419	1 450	9 668	19 880	820	2 560	180	27 440
Percent ¹¹	18,6		66,4	15,0	100,0	72,4	3,0	23,9	0,7	100,0

¹height class, ²permanent research plot – developmental stage, ³(growth), ⁴advanced breakdown, ⁵beech, ⁶fir, ⁷maple, ⁸total, ⁹elm + ash, ¹⁰year, ¹¹per cent

vých kategóriách má na pokusných plochách, ktoré charakterizujú štádium rozpadu. Podstatne menší počet jedincov jedle bol zistený v štádiu dorastania, pričom výšková kategória od 130 cm do hrúbky 2 cm prakticky na všetkých plochách absente, čo je spôsobené ohryzom a lúpaním jeleňou zverou.

V súčasnom období sa stavy jelenej zveri výrazne zredukovali (pytláci), čo je evidentné v udržiavaní sa počtu jedincov hlavne v prvých výškových kategóriách.

Napriek tomu možno povedať, že sa ukazuje výrazný pokles počtu jedincov spodnej vrstvy a znižovanie zastúpenia jedle. V štádiu dorastania sa pre silný konkurenčný vplyv strednej a hornej vrstvy počet jedincov tejto hrúbkovej kategórie znížil asi o tretinu z počtu jedincov nachádzajúcich sa v pokročilej fáze štádia rozpadu (tab. VII). Pri ostatných cenných listnáčoch (brest, jaseň) je možné konštatovať kolísanie početnosti ich zastúpenia v závislosti od štádia (tab. VII).

Uvedená situácia vytvára predpoklad v postupnom presadzovaní sa buka v drevinovej štruktúre Badínskeho pralesa, čo okrem iného potvrdzujú predchádzajúce tabuľky objemovej a početnostnej štruktúry na pokusných plochách a priemerkovania celého pralesa.

DISKUSIA A ZÁVER

Badínsky prales z pohľadu živinového zásobenia sa nachádza na živnejšom podloží ako Dobročský prales, pritom jedľa z dôvodu spodnej hranice areálu prirodzeného rozšírenia nedosahuje také rozmery a objem ako v Dobročskom pralesi.

Naše merania potvrdzujú poznatky Korpeľa (1989), pokiaľ sa týka dynamiky (rýchlosti) postupu. Rozpad nastáva veľmi rýchlo a je prudký. Dôvod, ako uvádza autor, je vystavenie Badínskeho pralesa silným nárazom vetra. Na druhej strane treba konštatovať jeho produkčnú vyrovnanosť z pohľadu celej výmery pralesa, kde za posledné obdobie varíruje priemerná zásoba na 1 ha medzi $675,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (rok 1997) a $661,1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (rok 1987).

Kolísanie zásoby v závislosti od vývojového štádia prebieha od $502,16 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ v štádiu dorastania do $736,07 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ v počiatočnej fáze štádia rozpadu. Uvedené hodnoty potvrdzujú dlhodobé sledovanie Korpeľa (1995), kde autor konštatuje rozpätie kolísania do 30 %. Na TVP sa v súčasnom období nenachádza štádium optima. Na niektorých miestach, kde sa v pralesi vyskytuje, pohybuje sa zásoba medzi 1 120–1 180 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Regeneračné procesy ukazujú na živel-

nú obnovu buka a stagnáciu obnovy jedle, ktorá bola spôsobená hlavne zverou. S ohľadom na skutočnosť radikálneho zníženia stavov jelenej zveri možno do budúcnosti predpokladať jej zachovanie na úrovni 15–30 % v počte, perspektívne aj v objeme Badínskeho pralesa.

Určujúcou drevinou pre stanovenie celkového životného cyklu pralesa sa stáva buk, ktorého zastúpenie s ohľadom na uvedené príčiny stúplo na 85–88 %.

Literatúra

- KORPEL, Š., 1958. Príspevok k štúdiu pralesov na Slovensku na príklade Badínskeho pralesa. Lesn. Čas., 4: 349–385.
- KORPEL, Š., 1974. Der Badiner Urwald. Zbor. ved. prác LF VŠLD Zvolen, XVI: 7–38.
- KORPEL, Š., 1989. Pralesy Slovenska. Bratislava, Veda: 328.
- KORPEL, Š., 1993. Urwald-Symposium. Exkursionsführer. 13–17 September 1993, ZS TU Zvolen: 14–32.
- KORPEL, Š., 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Jena, New York, Gustav Fischer Verlag: 310.
- LEIBUNDGUT, M., 1993. Europäische Urwälder. Bern, Haupt Verlag: 260.
- SMEJKAL, M. et al., 1995. Banater Urwälder. Temesvár, Miron Verlag: 198.
- ZLATNÍK, A., 1953. Stanovištní průzkum s územním plánovaním a ochranou přírody. II. Brno, VŠZ: 163.

Došlo 27. 2. 1998

STRUCTURE, PRODUCTION CONDITIONS AND REGENERATIVE PROCESSES IN THE BADÍN VIRGIN FOREST

M. Saniga

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

Stand structure, growth and regenerative processes in the Badín virgin forest over the past ten years are described in the present paper.

Data were acquired on a series of four permanent research plots (PRP) and by callipering in the whole virgin forest. Texture was also determined in the whole virgin forest. As for nutrient supplies, the Badín virgin forest has a subsoil with higher nutrient supplies than the Dobroč virgin forest but fir-trees do not produce such dimensions and volume as in the Dobroč virgin forest due to the lower limit of its natural distribution range. Texture analysis showed unbalanced areal representation of the particular stages in the life cycle of virgin forest. The prevailing stand structure is at a transition from growth stage to optimum stage – 31%, initial breakdown stage represents about 26% of the virgin forest area, advanced breakdown stage 17%, initial

growth stage is on 9% of the area. It can be assumed on the basis of the small areal representation of optimum stage that in comparison with the Dobroč virgin forest this stage takes a substantially shorter time interval within the whole developmental cycle under the Badín virgin forest conditions. It is a result of the high number and large volume of beech trees and the steep decrease in fir-tree number and volume while the fir was the representative of the structure concerned (Tab. I). The transition from advanced growth stage to initial breakdown stage was so fast in some parts of the virgin forest that it was not possible to observe the optimum stage with typical horizontal canopy over the period of observation (40 years). Large timber volume according to the tree species represented in the whole virgin forest (Tab. I) shows a steep decrease not only in the volume but also in the number of fir-trees.

Representation of the latter species amounts to about 10% both by volume and by tree number. A decrease in the past mainly consisted in its high damage caused by game. The presented situation probably corresponds to the lowest possible limit of fir representation; as game stocks in the area concerned dramatically decreased (poaching), an increase in regenerative potential is expected. In spite of this fact, Tab. I indicates that a fir proportion in the virgin forest will increase only very slowly. It is documented by a fairly steep decrease in tree number in the lower storey (diameter class 8–24 cm). Beech is a crucial tree species of the life cycle of virgin forest at the present moment.

In view of volume production, results of measurements confirmed the uniformity of average standing volume which ranges from $650 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ to $700 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. With respect to the developmental stage of virgin for-

est, standing volume oscillates from $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ in the advanced growth stage to $900 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ in the initial breakdown stage. The optimum stage is not currently present on experimental plots. Standing volume at sites of its occurrence is around $1120\text{--}1180 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Research on natural regeneration confirmed regenerative expansion of beech and a fir decline from the tree species structure of virgin forest. As there occurred a dramatic decrease in the stocks of red deer, which were the main factor of its damage and/or reduction within the tree species composition, it can be anticipated that in future it will be maintained at a level of 15–30% in terms of tree number as well as volume in the Badín virgin forest. It is beech that becomes a crucial tree species in view of determining the whole life cycle of virgin forest.

Kontaktná adresa:

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

MOŽNOSTI POUŽITIA MERANIA STRATY ELEKTROLYTU NA ZISTENIE KVALITY SADBOVÉHO MATERIÁLU

THE POSSIBILITY TO ASSESS PLANT QUALITY BY MEASURING ELECTROLYTE LEAKAGE

M. Sarvaš

Lesnícky výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen

ABSTRACT: This paper describes the measurement procedure of electrolyte leakage to define the quality of planting stock. The test material was bare-rooted plants of beech (*Fagus sylvatica* L.), oak (*Quercus robur* L.), spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] and larch (*Larix decidua* Mill.). These plants were lifted from the forest nursery in October and November 1996 and then stressed by specified drought and frost conditions. Afterwards the electrolyte leakage of root and shoot material was measured. The analysis of results has shown that the electrolyte leakage from fine roots and tap root corresponds with the duration and intensity of stress factors.

planting stock; plant quality; fine root; tap root; electrolyte leakage; beech; oak; spruce; larch

ABSTRAKT: V článku je popísaný postup merania straty elektrolytu ako spôsob na zisťovanie kvalitatívneho stavu sadbového materiálu. Na test bol použitý voľnokorenný sadbový materiál buka (*Fagus sylvatica* L.), duba (*Quercus robur* L.), smreká [*Picea abies* (L.) Karst.] a smrekovca (*Larix decidua* Mill.), ktorý bol v októbri a novembri 1996 vyzdvihnutý zo záhonu lesnej škôlky. Následne bol vykonaný stres suchom a mrazom, po ktorom bola meraná strata elektrolytu z koreňového systému a stonky. Rozbor výsledkov ukázal, že strata elektrolytu je pri koreňových vláskoch a hlavnom korení ovplyvnená dĺžkou a intenzitou stresových faktorov.

sadbový materiál; kvalita sadeníc; koreňové vlásky; hlavný koreň; strata elektrolytu; buk; dub; smrek; smrekovec

ÚVOD

V súčasnom období rastie potreba vypracovania objektívnejších metód zistenia a predikcie vývoja kvalitatívneho stavu sadbového materiálu, pretože dnes, keď sú lesné ekosystémy vystavené antropogénnej činnosti, len kvalitný materiál môže poskytnúť záruku na ujetie a následný úspešný rast mladých stromov a porastov. Potrebu vypracovania takýchto metód si vynútili nielen vysoké straty pri zalesňovaní a obnove, ale aj vznik súkromných lesných škôlok, pre ktoré sa stal sadbový materiál významným obchodným artiklom a ktoré pociťujú absenciu metód poskytujúcich presné a zároveň rýchle informácie o jeho kvalitatívnej úrovni.

Táto otázka sa stáva čoraz naliehavejšou aj v dôsledku reprivatizácie. Noví majitelia lesov rovnako potrebujú metódu, ktorou by mohli zistiť kvalitu sadbového materiálu, pretože umelá obnova patrí medzi najnákladnejšie činnosti v lesnom hospodárstve a neprináša v krátkej dobe žiadny zisk.

Podľa platnej ON 48 2211 *Semenáčky a sadenice lesných drevín* je kvalita semenáčikov a sadeníc určená

vnútornými a vonkajšími znakmi. Z vonkajších znakov je to:

- a) výška nadzemnej časti a hrúbka koreňového krčka,
- b) vizuálne hodnotiace znaky,
- c) koreňový systém.

Pre hodnotenie vnútorných kvalitatívnych znakov (napr. fyziologická kvalita, sviežosť sadeníc a stupeň vegetačného pokoja) nie sú dosiaľ k dispozícii presné metódy, ktoré by bolo možné využiť v praxi (ON 48 2211).

Z uvedeného je jednoznačne jasné, že je potrebné vypracovať metódu, ktorou by bolo možné rýchlo, presne a bez veľkých nárokov na finančné a technické vybavenie určiť kvalitatívny stav sadbového materiálu a jeho následný rast.

ROZBOR PROBLEMATIKY

Už v minulosti bolo testovaných viacero metód na hodnotenie kvality sadbového materiálu a na určenie jeho nasledovného rastu. V roku 1948 Wakeley (in Ritchie, Dunlap, 1980) zdôraznil, že na základe morfológických znakov nie je možné hodnotiť kvalitu

Tento článok vznikol za finančnej podpory Európskej únie – Komisie pre poľnohospodárstvo a rybolov, programu RTD CT95-0497 *Európsky výskum na určenie rastového potenciálu lesných drevín: Vitalita a dormancia sadbového materiálu*.

sadbového materiálu, a preto bude potrebné v budúcnosti vyvinúť metódy, umožňujúce jednoznačne identifikovať kvalitný a nekvalitný sadbový materiál. Najmä v poslednom období sa venuje tejto problematike zvýšená pozornosť. Problém spočíva v tom, že neexistuje spoľahlivá metóda identifikujúca rôzne kvalitatívne úrovne sadbového materiálu. Pri hľadaní vhodnej metódy je potrebné vyriešiť dva problémy:

- a) ako definovať kvalitu sadbového materiálu,
- b) ako definovať rôzne kvalitatívne úrovne sadbového materiálu (Mattsson, 1997).

Ritchie (1984) urobil porovnanie medzi kvalitou sadbového materiálu a ľudským zdravím a tvrdí, že „tak ako neexistuje jeden ukazovateľ pre zdravotný stav ľudí, tak isto neexistuje jeden kvalitatívny ukazovateľ pre sadbový materiál“. Vo všeobecnosti sa pod pojmom kvalita sadbového materiálu rozumie schopnosť jeho ďalšieho úspešného rastu.

Optimálnym riešením by bolo určenie kvalitatívnych znakov, ktoré najlepšie vystihujú rôznu úroveň sadbového materiálu. Problém spočíva v tom, že charakteristiky, ktoré priamo odrážajú kvalitu, sa počas rastu alebo skladovania menia.

Prvé požiadavky na ideálny test pre určenie kvality sadbového materiálu stanovil Zaerr (1985):

- rýchle konečné výsledky,
- jednoduché merania a spracovanie údajov, možnosť využitia pre všetkých potenciálnych užívateľov,
- spoľahlivá, nedeštruktívna metóda, testované sadenice by mali byť schopné po teste normálneho rastu,
- pre test použitie len hodnoty získané náhodným výberom, vylúčenie subjektívnych vplyvov,
- diagnostikovanie poškodeného sadbového materiálu.

Tieto podmienky je ešte možné rozšíriť o požiadavku možnosti stanovenia kvality sadbového materiálu pri rozdielnych úrovniach fyziologického stavu: metóda by mala poskytnúť spoľahlivé výsledky bez ohľadu na druh alebo kombináciu stresových faktorov. Pri splnení týchto podmienok by bolo možné pomocou testu vytriediť nekvalitný sadbový materiál a určiť rôzny stupeň fyziologickej aktivity pre špecifické podmienky. Doteraz bolo pred výsadbou identifikované len veľmi malé množstvo nekvalitného sadbového materiálu, hoci náklady na opätovné zalesňovanie sú veľmi vysoké (Mattsson, 1991).

V literatúre sa metódy, ktoré sa zaoberajú kvalitou sadbového materiálu, delia na dve základné skupiny (Mattsson, 1997):

- a) znaky a metódy sadbového materiálu, pomocou ktorých je možné určiť jeho kvalitatívny stav,
- b) metódy, pomocou ktorých je možné predpovedať následný rast a vývoj sadbového materiálu.

Znaky sadbového materiálu a metódy stanovenia jeho kvalitatívneho stavu

Ritchie (1984) rozdelil charakteristiky semenáčikov, pomocou ktorých je možné stanoviť kvalitatívny stav, na materiálne a vnútorné. Medzi *materiálne znaky* zatriedil:

- morfológiu,
 - dormanciu púčikov,
 - vodné pomery,
 - výživu.
- Medzi *vnútorné znaky* patrí:
- odolnosť proti mrazu,
 - sviežosť,
 - rastový potenciál koreňov.

Metódy predpovedajúce následný rast a vývoj sadbového materiálu

Morfologické znaky

Viac štúdií bolo venovaných skúmaniu závislosti medzi morfológickými znakmi a následným rastom sadbového materiálu. K najviac používaným znakom patria:

- výška,
- priemer stonky,
- dĺžka púčika,
- pomer stonka/koreň,
- hmotnosť stonky,
- hmotnosť koreňového systému.

Fyziologické procesy

Medzi procesy, pomocou ktorých je možné predpovedať rast a kvalitu sadbového materiálu, patria:

- strata elektrolytu,
- enzýmové aktivity,
- elektrická vodivosť,
- vodný potenciál,
- vodný režim,
- minerálna výživa,
- zásoba živín.

Meranie straty elektrolytu ako metódy na zistenie vitality sadbového materiálu je popísané vo viacerých štúdiách (Dexter et al., 1932; Flint et al., 1967; Colombo et al., 1984; Colombo, 1990; McKay, 1992). Táto metóda je založená na princípe, že membrány poškodených buniek vylučujú bunecný obsah do xylému. Porovnaním vodivosti xylému poškodeného a nepoškodeného sadbového materiálu je možné určiť stupeň poškodenia. Sľubné výsledky sú uvedené v prácach McKay (1991) a McKay, Mason (1992). Uvádzajú, že existuje veľmi tesná negatívna korelácia medzi stratou elektrolytu z koreňových vláskov pri smrekových a douglaskových semenáčikoch a následnou ujímavosťou a rastom. Hodnoty REL (straty elektrolytu z koreňového systému) medzi 12–15 % korešpondujú s 95–100% ujímavosťou, naproti čomu hodnota straty elektrolytu 50–60 % predstavuje ujímavosť na úrovni 0–10 %. Meranie straty elektrolytu bolo uskutočnené pri viacerých druhoch ihličnatých drevín na jar pred škôlkovaním po skladovaní počas zimy v klimatizovanom sklade (Tab I).

Výhodou metódy je, že výsledky je možné dosiahnuť do 48 hodín, náklady sú relatívne malé a samotné me-

I. Korelačný koeficient medzi stratou elektrolytu koreňovými vláskami (REL) a následným rastom (McKay, 1991; McKay, Mason, 1992) – Correlation coefficient for root electrolyte leakage (REL) and subsequent growth (McKay, 1991; McKay, Mason, 1992)

Drevina ¹	Korelácia s REL po dvoch vegetačných obdobiach ²	
	prijatie ³	výškový rast ⁴
Smrek, duglaska ³	0,90***	0,54***
Smrek, duglaska, smrekovec japonský ⁴	0,79***	0,70***

*** $P < 0,001$

¹tree species, ²correlation with REL after two growing seasons, ³spruce, Douglas fir, ⁴spruce, Douglas fir, Japanese larch, ⁵uptake, ⁶growth height

ranie je jednoduché. Metóda je overovaná v rámci študijného pobytu v Dolnosaskom lesníckom výskumnom ústave (oddelenie šľachtenia lesných drevín) v Escherode. Dolnosaský výskumný ústav sa podieľa na projekte Európskej únie *Európsky výskum na určenie rastového potenciálu lesných drevín: Vitalita a dormancia sadbového materiálu*. Tento projekt sa začal 1. 3. 1996 a trvá 42 mesiacov. Zúčastňuje sa ho 16 výskumných ústavov z deviatich krajín Európskej únie. Cieľom projektu je vývoj metód na posúdenie rozdielnych stavov dormancie a vitality, výber najvhodnejších fyziologických, morfológických a genetických znakov vitality a dormancie a zostavenie počítačového modelu prognózujúceho rastový potenciál lesných drevín.

Je zrejmé, že sa kvalitou sadbového materiálu zaoberalo veľké množstvo štúdií s rozdielnymi výsledkami. Je však možné konštatovať, že zatiaľ nie je k dispozícii metóda, pomocou ktorej by bolo možné bez ohľadu na pôvod stresu alebo na fyziologickú úroveň sadbového materiálu stanoviť jeho kvalitu a predpovedať následný rast. Doterajšie metódy poskytli informácie o kvalite s ohľadom na špecificky definované stresové podmienky (mráz) alebo fyziologickú úroveň. Viaceré nesplnili základné požiadavky praxe, a to s ohľadom na presnosť, rýchlosť a materiálne vybavenie. Hlavný problém spočíva v zosúladiení rýchlosti a presnosti zisťovania. V práci je venovaná pozornosť stresu na suchu a chlad (mráz). Pri suchu vzniká vplyvom porušenia rovnováhy medzi príjmom a výdajom vody vodný deficit, ktorý negatívne vplyva na rast sadbového materiálu. Priame poškodenie suchom sa prejavuje v dehydratácii pletív, ktoré postupne odumierajú. Pôdne sucho brzdí rast adventívnych koreňov, a tým aj možnosť príjmu minerálnych živín a vody, čo následne vyvoláva postupnú stratu turgoru protoplazmy a zvyšuje koncentráciu bunkovej šťavy. Výsledkom zmien zapríčinených suchom je najskôr narušenie bunkových funkcií, potom sa objavujú poruchy životných funkcií a nakoniec poškodenie protoplazmatickej štruktúry (Jamrich, Kmet, 1992). Protoplazma je veľmi citlivá na stratu vody (najmä vo vegetačnom období) a odumiera už pri slabom znížení jej obsahu. Pri prirodzenom alebo simulovanom poško-

dení mrazom ľadové kryštáliky, ktoré vznikli v medzibunkovom priestore, majú za následok zmenu tlaku pary a tým je zapríčinený únik vody z buniek a následná dehydratácia (Levitt, 1980). Pri chlade je prvým príznakom poškodenia zastavenie rastu alebo jeho spomalenie. V dôsledku dehydratácie pletív a zmenou permeability membrán vzniká vysoká koncentrácia solí, ktorá pôsobí na lipoproteínový komplex, v dôsledku čoho sa uvoľnia molekuly fosfolipidov a membrány sa rozpadnú. Následkom dehydratácie sa zvyšuje viskozita cytoplazmy a znižuje sa rýchlosť difúzie látok v bunke. Charakteristickým prejavom chladu vyplývajúcim zo zmeny štruktúry membrán je zvýšený únik prijatých iónov do vonkajšieho prostredia. Tento vysoký únik iónov a zároveň jeho znížený príjem rastlinami, ktoré boli vystavené chladu, porušuje iónovú rovnováhu.

Jednou z metód, pomocou ktorej je možné určiť stratu iónov, je meranie straty elektrolytu. Táto metóda bola testovaná v októbri 1996. Cieľom bolo zistiť, či existuje závislosť medzi hodnotami straty elektrolytu a rôznymi úrovňami stresu pri sadbovom materiáli vystavenom stresu na mráz a suchu. Vzťah medzi hodnotami straty elektrolytu pri jednotlivých stresových úrovniach bol hodnotený na základe analýzy variancie pomocou softwarového produktu SAS.

Príprava vzoriek: Postup je podľa literatúry (McKay, 1992). Je potrebné veľmi dôkladne umyť korene (poprípade iné časti sadeníc) v destilovanej alebo deionizovanej vode. Ako vzorky môžu poslúžiť koreňové vlásky, hlavný koreň, stonka, listy alebo ihlice. Pri koreňových vláskach sa hmotnosť môže pohybovať od 100 do 1 000 mg čerstvej vzorky, ale je potrebné zachovať rovnakú hmotnosť pre každú variantu. Pre hlavný koreň a stonku sa odporúča dĺžka 2 cm. Vzorky sa umiestnia do skúmaviek, ktoré obsahujú 16–30 cm³ destilovanej alebo deionizovanej vody s konduktivitou nie väčšou ako 3 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Skúmavky sa uzavru a nechajú sa 24 hodín pri 20 °C. Po 24 hodinách sa vzorky päťkrát obrátia a meria sa konduktivita. Čím viac bolo vylúčeného elektrolytu, tým je konduktivita väčšia. Dovoľená časová odchýlka je 15 minút z 24 hodín. Po meraní sa uskutoční autoklávanie (10 minút pri 110 °C). Následne sa vzorky ponechajú 24 hodín pri 20 °C a nasleduje druhé meranie.

Výsledná hodnota straty elektrolytu:

$$\text{REL} = \frac{\text{konduktivita po 24 hod.}}{\text{konduktivita 24 hod. po autoklávaní}} \cdot 100$$

Na meranie bol použitý Microprocessor Conductivity Meter LF 320. Namerané hodnoty elektrickej vodivosti sú automaticky korigované na teplotu 25 °C. Hodnota vodivosti pri teplote 25 °C a koncentracii chloridu sodného 0,01 mol.l⁻¹ je 1 413 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

MATERIÁL A METÓDY

Testovanie uvedenej metódy sa uskutočnilo pomocou testu na suchu a mráz v októbri a novembri 1996.

II. Vek a morfológické znaky sadbového materiálu – Age and morphological traits of planting stock

Charakteristika ¹	Buk ²	Dub ³	Smrek ⁴	Smrekovec ⁵
Vek ⁶	2/1	1/0	2/2	2/1
Výška ⁷ ± s _x (cm)	47 ± 8,4	21 ± 7,5	44 ± 6,5	77 ± 14,3
Dĺžka koreňov ⁸ ± s _x (cm)	20 ± 4,9	19 ± 3,4	20 ± 3,2	13 ± 1,8
Priemer stonky ⁹ ± s _x (mm)	9,5 ± 1,3	4,5 ± 1,9	8,4 ± 1,0	9,8 ± 1,7
Priemer koreňa ¹⁰ ± s _x (mm)	15,2 ± 2,0	7,2 ± 2,2	12,6 ± 1,4	14,7 ± 3,1

¹characteristic, ²beech, ³oak, ⁴spruce, ⁵larch, ⁶age, ⁷height, ⁸root length, ⁹stem diameter, ¹⁰ root diameter

Voľnokorenný sadbový materiál bol po vyzdvihnutí ponechaný v klimatizovanej komore rôzne dlhý čas (4, 8, 12 a 24 hodín) pri 15% vzdušnej vlhkosti a 25 °C. Sadenice boli počas testu umiestnené na roštach, jednotlivo bez vzájomného prekryvu. Pri mrazovom teste bol sadbový materiál vystavený mrazu rozdielnej intenzity (0, -5 °C a -10 °C) v rozdielnych časových intervaloch. Meranie straty elektrolytu sa uskutočnilo do hodiny po

strese. Pri sadbovom materiáli boli taktiež zisťované morfológické charakteristiky (tab. II).

Priemer stonky bol meraný 5 cm nad koreňovým krčkom a priemer koreňa je aritmetický priemer z dvoch navzájom kolmých meraní v najhrubšej časti hlavného koreňa.

Použité skrátené výrazy: REL – strata elektrolytu z koreňového systému, SEL – strata elektrolytu zo stonky.

Test suchom

Buk

III. Test na sucho pre voľnokorenný sadbový materiál (buk) – Drought stress test for bare-rooted planting stock (beech)

Varianta ¹	Koreňové vlásčky ² (%)		Hlavný koreň ³ (%)		Stonka ⁴ (%)	
	REL	Duncan	REL	Duncan	SEL	Duncan
Čerstvý sadbový materiál	28	C	21	C	17	A
4 h 25 °C/15 %	47	B	22	C	18	A
8 h 25 °C/15 %	53	B	22	C	14	A
12 h 25 °C/15 %	67	A	35	B	15	A
24 h 25 °C/15 %	75	A	49	A	17	A
α		***		***		–
R ²		0,71		0,53		0,008

*** P < 0,001

¹variant, ²root hairs, ³tap root, ⁴stem

Veľmi vysoké hodnoty straty elektrolytu a taktiež štatisticky významné rozdiely boli pozorované pri koreňových vláskoch. Pri hlavnom koreni je stúpajúci trend pomalší a maximálna hodnota straty elektrolytu je 49 %. Hodnoty SEL sa nemenili počas trvania testu.

Dub

IV. Test na sucho pre voľnokorenný sadbový materiál (dub) – Drought stress test for bare-rooted planting stock (oak)

Varianta ¹	Koreňová čiapočka ² (%)		Hlavný koreň ³ (%)		Stonka ⁴ (%)	
	REL	Duncan	REL	Duncan	SEL	Duncan
Čerstvý sadbový materiál	17	E	19	D	17	D
4 h 25 °C/15 %	27	D	30	C	22	C
8 h 25 °C/15 %	42	C	44	B	23	C
12 h 25 °C/15 %	59	B	52	A	35	A
24 h 25 °C/15 %	70	A	52	A	28	B
α		***		***		***
R ²		0,90		0,82		0,64

*** P < 0,001

¹variant, ²root cap, ³tap root, ⁴stem

Sadbový materiál bol jednoročný, takže nebolo možné zisťovať hodnoty REL pre koreňové vlásčky. Pri hlavnom koreni boli zistené vyššie straty elektrolytu ako pri buku.

Smrek

V. Test na sucho pre voľnokorenný sadbový materiál (smrek) – Drought stress test for bare-rooted planting stock (spruce)

Varianta ¹	Koreňové vlásky ² (%)		Hlavný koreň ³ (%)		Stonka ⁴ (%)	
	REL	Duncan	REL	Duncan	SEL	Duncan
Čerstvý sadbový materiál	23	C	23	B/A	20	A
4 h 25 °C/15 %	33	B	21	B/C	19	B/A
8 h 25 °C/15 %	28	C/B	20	B/C	17	B/A
12 h 25 °C/15 %	56	A	25	A	18	B/A
24 h 25 °C/15 %	59	A	23	B/A	19	B/A
α		***		**		–
R ²		0,90		0,19		0,13

*** $P < 0,001$

** $P < 0,01$

For 1–4 see Tab. III

Pri sadeníciach smreka je možné pozorovať vysoké straty elektrolytu pri koreňových vláskoch v závislosti od trvania stresu. Hodnoty straty pri stonke sú stabilné.

Smrekovec

VI. Test na sucho pre voľnokorenný sadbový materiál (smrekovec) – Drought stress test for bare-rooted planting stock (larch)

Varianta ¹	Koreňové vlásky ² (%)		Hlavný koreň ³ (%)		Stonka ⁴ (%)	
	REL	Duncan	REL	Duncan	SEL	Duncan
Čerstvý sadbový materiál	32	C	16	C	11	B
4 h 25 °C/15 %	51	B	20	C/B	14	A
8 h 25 °C/15 %	57	B/A	24	B	13	B/A
12 h 25 °C/15 %	56	B/A	20	C/B	11	B
24 h 25 °C/15 %	62	A	29	A	12	B/A
α +		***		***		*
R ²		0,80		0,46		0,13

*** $P < 0,001$

* $P < 0,05$

For 1–4 see Tab. III

Pri smrekovci bol zistený rovnaký priebeh straty elektrolytu ako pri smreku. Vo všeobecnosti sa hodnoty pri stonke pohybujú okolo 20 % (buk, dub a smrek) a 10 % pri smrekovci. Hodnoty pri hlavnom koreni stúpajú s trvaním stresu. Väčší vzostup je pri buku ako pri smreku a smrekovci a maximum sa dosahuje pri dube. Najväčšie hodnoty straty boli dosiahnuté pri koreňových vláskoch.

Test mrazom

Buk

VII. Mrazový test (buk) – Frost stress test (beech)

Varianta ¹	Koreňové vlásky ² (%)		Hlavný koreň ³ (%)		Stonka ⁴ (%)	
	REL	Duncan	REL	Duncan	SEL	Duncan
Čerstvý sadbový materiál	28	E	21	C	17	A
2 h/0 °C	41	D	24	C/B	12	A
4 h/0 °C	52	C	27	B	13	A
6 h/–5 °C	61	B	30	B	13	A
8 h/–10 °C	67	A	41	A	14	A
α		***		***		–
R ²		0,84		0,48		0,028

*** $P < 0,001$

For 1–4 see Tab. III

Tendencia straty elektrolytu má podobný priebeh ako pri teste na sucho. Strata pri koreňových vláskoch má najrýchlejší priebeh a SEL neukazuje žiadne zmeny.

Dub

VIII. Mrazový test (dub) – Frost stress test (oak)

Varianta ¹	Koreňová čiapočka ² (%)		Hlavný koreň ³ (%)		Stonka ⁴ (%)	
	REL	Duncan	REL	Duncan	SEL	Duncan
Čerstvý sadbový materiál	17	E	19	D	17	D
2 h/0 °C	41	D	29	C	19	C
4 h/0 °C	36	C	28	C	20	C
6 h/-5 °C	65	B	50	A	25	A
8 h/-10 °C	79	A	59	A	25	A
α		***		***		**
R ²		0,63		0,83		0,33

*** $P < 0,001$ ** $P < 0,01$

For 1–4 see Tab. IV

Na rozdiel od buka strata elektrolytu sa pri stonke zvyšuje s trvaním testu a aj pri hlavnom koreni dub vykazuje výraznejšie hodnoty straty REL ako buk.

Smrek

IX. Mrazový test (smrek) – Frost stress test (spruce)

Varianta ¹	Koreňové vlásky ² (%)		Hlavný koreň ³ (%)		Stonka ⁴ (%)	
	REL	Duncan	REL	Duncan	SEL	Duncan
Čerstvý sadbový materiál	23	E	23	C	20	B
2 h/0 °C	37	D	26	C	20	B
4 h/0 °C	49	C	28	C	19	B
6 h/-5 °C	56	B	34	B	21	B/A
8 h/-10 °C	71	A	42	A	23	A
α		***		***		*
R ²		0,92		0,62		0,20

*** $P < 0,001$ * $P < 0,05$

For 1–4 see Tab. III

Smrekovec

X. Mrazový test (smrekovec) – Frost stress test (larch)

Varianta ¹	Koreňové vlásky ² (%)		Hlavný koreň ³ (%)		Stonka ⁴ (%)	
	REL	Duncan	REL	Duncan	SEL	Duncan
Čerstvý sadbový materiál	32	D	16	C	11	B/A/C
2 h/0 °C	38	D	17	C	10	C
4 h/0 °C	47	C	23	C/B	11	B/C
6 h/-5 °C	58	B	32	B	12	B/A
8 h/-10 °C	68	A	47	A	12	A
α		***		***		*
R ²		0,71		0,53		0,20

*** $P < 0,001$ * $P < 0,05$

For 1–4 see Tab. III

VÝSLEDKY

Z predchádzajúcich tabuliek je zjavné, že stonka ne reaguje na zvyšovanie mrazových teplôt. Najväčšie hodnoty boli dosiahnuté pri koreňových vláskoch. Vo všeobecnosti dosiahnuté výsledky je možné porovnať s predchádzajúcim stresom na sucho.

DISKUSIA

Z analýzy dosiahnutých výsledkov je zjavné, že existujú štatisticky významné rozdiely straty elektrolytu pri koreňovom systéme medzi jednotlivými stresovými úrovňami. V mrazovom teste sa strata elektrolytu z koreňových vláskov pri nepoškodenom materiáli pohybovala okolo 30 % a prudko stúpala s intenzitou stresu (maximálne hodnoty sa pohybovali okolo 70 %). Hlavný koreň ukázal podobnú tendenciu, aj keď zistené straty elektrolytu boli pri všetkých variantách nižšie ako pri koreňových vláskoch.

Strata elektrolytu sa pri bukovej stonke nemenila v závislosti od intenzity stresu a aj pri ostatných drevinách mala len slabú stúpajúcu úroveň. Obdobné výsledky sú publikované aj v práci (Calmé et al., 1994), ktorá sa zaoberala toleranciou na mráz a dormanciou púčikov pri *Quercus rubra*, *Acer saccharum* a *Betula alleghaniensis*. Pri každej drevine bola zistená väčšia tolerancia na mráz pri stonke ako pri koreňovom systéme. Dosiahnuté výsledky tiež korešpondujú s prácou (McEvoy, McKay, 1997), v ktorej bola testovaná odolnosť na sucho a nesprávne ošetrovanie listnatých drevín medzi vyzdvihnutím a následnou výsadbou. Autori zistili, že strata elektrolytu bola závislá od intenzity stresu a taktiež hlavný koreň bol viac rezistentný voči poškodeniu a následnej strate elektrolytu.

Podobný trend bol zistený aj pri teste na sucho v tejto práci. Strata elektrolytu pri stonke bola pri všetkých variantách v rámci jednej dreviny rovnaká, len pri dube boli zistené štatisticky veľmi významné rozdiely, čo je pravdepodobne zapríčinené jeho väčšou senzibilitou. Vo všeobecnosti je možné konštatovať, že stresové faktory (sucho a mráz) je možné identifikovať meraním straty elektrolytu z koreňového systému. Hlavný koreň (jeho horná časť) poskytol najlepšie výsledky, pretože nie je tak senzitívny ako koreňové vlásky, ktoré mali veľmi vysokú stratu elektrolytu už pri slabom strese (pravdepodobne bez vplyvu na kvalitu sadbového materiálu). Problém bol pri dube, ktorý nemal dostatok koreňových vláskov, a tak bola použitá koreňová čiapočka. Ďalšie výhody hlavného koreňa sú, že je možné presne špecifikovať, ktorá časť bola použitá, čo pri ostatných častiach koreňového systému môže byť problematické, a aj vlastná príprava vzoriek je pri hlavnom koreni najjednoduchšia.

ZÁVER

Na základe dosiahnutých výsledkov je možné konštatovať, že pomocou merania straty elektrolytu je mož-

né zistiť poškodenie mrazom a suchom pri testovaných drevinách s ohľadom na požiadavku rýchlosti, presnosti a relatívne malých nákladov. Pre podrobnejšie overenie tejto metódy je potrebné znova indikovať rôzne druhy stresu rozdielnej úrovne pri viacerých druhoch lesných drevín, následne zaškôľkovať testovaný sadbový materiál a sledovať jeho ujímavosť a rast. Ďalším cieľom by malo byť overenie, či na stratu elektrolytu nevplyvajú aj ďalšie faktory (stupeň dormancie, spôsob ošetrovania a typ sadbového materiálu, pôdne pomery, časový faktor a iné) a či je možné pomocou tejto metódy zisťovať kvalitatívny stav materiálu. Optimálne by bolo zistiť hraničné hodnoty elektrolytu pre nepoškodený sadbový materiál a vypracovať stupnicu, ktorá by odzrkadľovala stupne poškodenia a pomocou ktorej by bolo možné určiť následnú predikciu rastu pre testované dreviny.

Literatúra

- CALMÉ, S. – BIGRAS, F. J. – MARGOLIS, H. A. – HÉBERT, C., 1994. Frost tolerance and bud dormancy of container-grown yellow birch, red oak, and sugar maple seedlings. *Tree Physiol.*, 14: 1313–1325.
- COLOMBO, S. J., 1990. Bud dormancy status, frost hardiness, shoot moisture content, and readiness of black spruce container seedlings for frozen storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115: 302–307.
- COLOMBO, S. J. – WEBB, D. P. – GLERUM, C., 1984. Frost Hardiness Testing: An Operational Manual for Use with Extended Greenhouse Culture. Ontario Ministry of Natural Resources, Forest Research Report No. 110: 14.
- DEXTER, S. T. – TOTTINGHAM, W. E. – GRABER, L. F., 1932. Investigations of the hardiness of plants by measurement of electrical conductivity. In: MATTSSON, A. (eds.), *Predicting field performance using seedling quality assessment*: 227–252.
- FLINT, H. L. – BOYCE, B. R. – BEATTIE, D. J., 1967. Index of injury – a useful expression of freezing injury to plant tissues as determined by the electrolytic method. *Can. J. Plant. Sci.*, 47: 229–230.
- JAMRICH, V. – KMEŤ, J., 1992. Fyziológia rastlín. [Učebná texty.] Zvolen, TU: 157–163.
- LEVITT, J., 1980. Responses of plants to environment stresses. Chilling, freezing and high temperature stresses. Vol. 1. New York, Academic Press.
- MATTSSON, A., 1991. Root growth measurements in the nursery as a mean to reduce establishment cost. In: MENZIS, M. I. – PARROTT, G. E. – WHITEHOUSE, L. J. (eds.), *Proceedings Efficiency of stand Establishment Operation. IUFRO Symposium, Rotorua, New Zealand FRI. Bulletin* 156: 61–71.
- MATTSSON, A., 1997. Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests*, 13: 227–252.
- McEVOY, C. – MCKAY, H. M., 1997. Sensitivity of broad-leaved trees to desiccation and rough handling between lifting and transplanting. *Arboriculture research and information note* 139.

- McKAY, H. M., 1991. Electrolyte leakage: a rapid index of plant vitality. For Comm. Res. Div., Res. Inf. Note 210: 2.
- McKAY, H. M., 1992. Electrolyte leakage from fine roots of conifer seedlings: a rapid index of plant vitality following cold storage. Can. J. For. Res., 22: 1371–1377.
- McKAY, H. M. – MASON, W. L., 1992. Physiological indicators of tolerance to cold storage in Sitka spruce and Douglas-fir seedlings. Can. J. For. Res., 21: 890–901.
- RITCHIE, G. A., 1984. Assessing Seedling Quality. In: DURYEA, M. L. – LANDIS T. D. (eds.), Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. The Hague/Boston/Lancaster, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers: 243–259.
- RITCHIE, G. A. – DUNLAP, J. R., 1980. Root growth potential: its development and expression in forest tree seedlings. N.Z.J. For. Sci., 10: 218–248.
- ZAERR, J. B., 1985. The role of biochemical measurements in evaluation vigour. In: DURYEA, M. L. (ed.), Proceedings, Evaluating Seedling Quality. Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Oregon State University, Corvallis: 137–141.
- ON 48 2211: Semenáčky a sadenice lesných drevín.

Došlo 5. 3. 1998

THE POSSIBILITY TO ASSESS PLANT QUALITY BY MEASURING ELECTROLYTE LEAKAGE

M. Sarvaš

Forestry Research Institute, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen

This paper is aimed at possibilities to find plant quality of planting stock by measuring electrolyte leakage. In October and November 1996 bare-rooted plants of beech (*Fagus sylvatica* L.), oak (*Quercus robur* L.), spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] and larch (*Larix decidua* Mill.) were exposed to drought and frost in a controlled environmental room. Drought: for 4, 8, 12 and 24h at 25 °C/15% air humidity. Frost: 2h/0 °C, 4h/0 °C, 6h/-5 °C, 8h/-10 °C + control plants. Directly after terminating these specified stress conditions the electro-

lyte leakage was measured from fine root (for oak: root tip), root tap and shoot. Also biometrical values as height (cm), diameter of shoot and tap root (mm) and length of root system (cm) were taken. The data analysis (analysis of variance) has shown a strong relation between electrolyte leakage and the given stress factors for the roots, but no relation for the shoot. In general this method has advantages with low initial and running costs and shortness of test duration (48 hours).

Kontaktná adresa:

Ing. Milan Sarvaš, Lesnícký výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, Slovenská republika

POVRCH KOŘENOVÉHO SYSTÉMU DUBU LETNÍHO URČENÝ OBRAZOVOU ANALÝZOU MAPY ZÍSKANÉ GEOFYZIKÁLNÍM RADAREM

SURFACE OF PEDUNCULATE OAK ROOT SYSTEM DETERMINED BY
THE IMAGE ANALYSIS OF A MAP DESIGNED BY A GEOPHYSICAL
RADAR

S. Šustek¹, J. Hruška², M. Druckmüller³, T. Michálek⁴

¹Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, 613 00 Brno

²Divize obecné geofyziky, Ječná 29a, 612 46 Brno

³Vysoké učení technické, ÚMAT, Technická 2, 616 69 Brno

⁴Vysoké učení technické, student, Technická 2, 616 69 Brno

ABSTRACT: The method of root surface assessment using geophysical radar and image analysis is presented. The proposed method makes it possible to determine the surface of root system of any sample tree on the little skeletal soil ground. The described assessment is relatively easy, prompt and exact. The results of primary data collection can be used for ecological modelling, constructing biometrical models and solving practical problems.

pedunculate oak; root system; mapping methods; geophysical radar; image analysis; root surface

ABSTRAKT: V příspěvku je představena metoda zjišťování povrchu kořenového systému dubu pomocí geofyzikálního radaru a následně obrazové analýzy. Metoda umožňuje relativně snadno, rychle a přesně definovat povrch kořenového systému jakéhokoliv vzorníku na relativně málo skeletovitém podkladu. Výsledků takového sběru primárních dat pak lze dále využívat při ekologickém modelování, při sestavování biometrických modelů a při řešení konkrétních úloh v praxi.

dub letní; kořenový systém; metody mapování; geofyzikální radar; obrazová analýza; povrch kořenů

ÚVOD A CÍL

Pro studium chování stromů a lesních ekosystémů a zejména pro modelování vodního provozu (na úrovni jedince až porostu) je nezbytně nutné znát alespoň přibližné charakteristiky jejich kořenových soustav a kořenových ploch v půdním prostředí. Jedním ze zdrojů pro získání těchto informací je výstup z geofyzikálního radaru. Takové získávání informací z rizosféry je poměrně málo časté (Papamarinopoulos et al., 1997). Cílem práce je navrhnout a ověřit metodiku použití radaru k determinaci rozsahu, hustoty, hloubky a celkové biomasy kořenů a navrhnout a ověřit metodiku zpracování radarového výstupu pro výpočet velikosti povrchu kořenových soustav. Protože je rozlišovací úroveň takto primárně shromážděných dat indifferenční,

je vhodné zjemnit determinaci funkčně relevantních ploch obrazovou analýzou. Postupy využívající obrazovou analýzu se používají např. při řešení mechanizovaného třídění sadby (Kranzler, Rigney, 1989; Ruark, Bockheim, 1988; Rietveld, 1989) nebo při vývoji deskových skenerů na určování povrchu nižších rostlin. V těchto případech se však nejedná o námi navrhovanou metodu eroze pixelu, ale o výpočet na základě fraktálové analýzy.

MATERIÁL A METODY

Měření geofyzikálním pulzním radarem vychází z následujících principů. Základním způsobem je měření na předem vytyčeném profilu nebo síti profilů. V tra-

se měřeného profilu je situován přijímač a vysílač signálů. Jejich vzdálenost a krok měření po profilu závisí na povaze řešeného úkolu (očekávaná hloubka uložení v zemi hledaných těles, jejich rozměry apod.). Používaným signálem jsou elektromagnetické vlny s frekvencí desítek až stovek megahertzů (MHz). Výběr frekvence ovlivňuje povaha úkolu a charakter zkoumaného materiálu.

Vysílaný signál přijatý po odrazu od těles v zemi je aparaturou dále zpracováván a je možné jej sledovat na obrazovce připojeného počítače, kde se postupně přímo v terénu vykreslí celý geofyzikální řez profilu. Zjištěné vstupní údaje se dále zpracovávají programovými soubory aparatury. Systém zpracování umožňuje ztvrdňovat struktury v různých částech řezu a v jiných je potlačovat.

Sady výsledných příčných a podélných profilů poskytují obraz rozložení podzemních těles v hloubkovém řezu (výše a níže uložené objekty atd.). Sledovaným objektem může být cokoliv, co způsobí odraz radarového signálu. Jsou to jednak rozhraní, tj. styčné plochy materiálů rozdílného složení, vrstevní plochy apod., jednak lokální objekty, jako jsou kameny, potrubí, kabely a hlavně kořeny a kořenové systémy.

Hloubkový dosah měření lze do jisté míry ovlivnit výběrem frekvence, neboť vlny o nižší frekvenci pronikají do větších hloubek. V zásadě je však dosah ovlivněn geologickým složením řezu, konkrétně koeficientem útlumu elektromagnetických vln v jednotlivých horninách. Hloubkový dosah je až několik desítek metrů, v nepříznivých podmínkách to však může být řádově méně. Také rozlišovací schopnost radaru se mění s frekvencí. Pro nízké frekvence se měří s přesností v metrech, pro nejvyšší to jsou milimetry. Přesnost určení polohy zachyceného objektu je dána krokem měření po profilu, do hloubky pak hustotou vzorkování signálu. Aparatury umožňují dosáhnout přesnosti řádově v centimetrech a zachycují nejtenčí kořeny o síle 1 cm.

Vlastní měření bylo realizováno v listopadu 1996 v Brně-Soběšicích na čtvercové ploše 6 x 6 m, kdy byly pomocí georadarových sond determinovány kořeny výrazně dominantního vzorníku dubu letního rostoucího ve středu radarované plochy. Pro ověření metody byl na ploše asi 9 m² proveden horizontální odkryv do hloubky přibližně 0,5 m. Z výšky 6 m a ze čtyř světových stran na kmeni byl výkop ofotografován a ze snímků byl pak vyhotoven plán horizontální projekce kořenů. Kromě zkoumaného většího stromu se na ploše nalézaly dva pařezy a podúrovňový vrůstající dub. Tyto okolnosti velmi komplikovaly vyhodnocení výsledků, neboť bylo zřejmé, že se na ploše nalézá několik navzájem se prostupujících kořenových soustav v různém stupni rozkladu.

Radarem bylo uskutečněno měření ve dvou směrech v síti profilů 0,25 x 0,25 m. Krok měření po profilech byl 0,05 m, použitá frekvence signálu 450 MHz, přístroj Pulse EKKO 1000 kanadské firmy Sensors and Software. Tyto parametry umožnily identifikovat koře-

ny s přesností 3–4 cm. Proměřeno bylo celkem 300 m na 50 profilových liniích, což představovalo více než 6 000 bodů. Kompletní terénní proměření uvedené plochy trvalo asi šest hodin, vyhodnocení výsledků 30 hodin. Měření uvedeného rozsahu lze realizovat za týden.

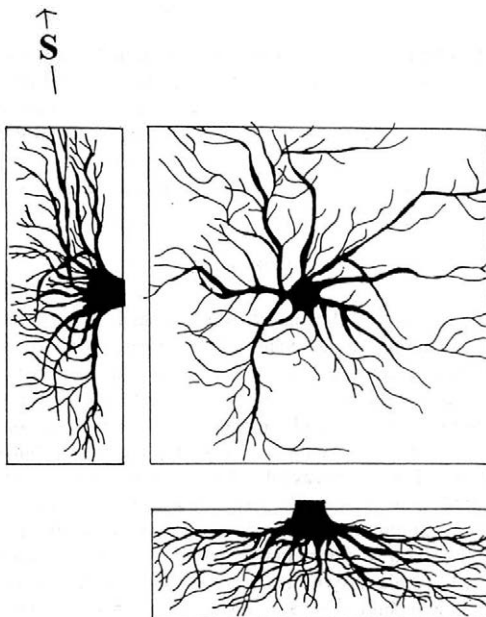
VÝSLEDKY A DISKUSE

Informačním výstupem z radarového průzkumu je horizontální projekce kořenového systému „soběšického dubu“ a dva na sebe kolmé bokorysy vertikálních kořenů (obr. 1). Pro následující obrazovou analýzu je taková forma výstupů nejvhodnější. Další možnou formou zpracování výsledků je půdorysná projekce kořenů v barvách spektra podle postupného zahlubování kořenů do půdního horizontu.

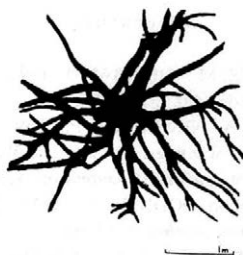
Při zběžném pohledu na předložené materiály (z radaru, výkopu a fotografické projekce kořenů) je zřejmá jistá, nikoliv však úplná shoda. Důvodů může být několik:

1. Při fotografování z výšky asi 6 m na kmeni došlo ke zkreslení; byla by vhodná svislá optická osa a provedení optické korekce.
2. Konfigurace fotografií vykopaných kořenů při překreslování je vždy relativní (obr. 2).
3. Při vytýčování radarových profilů dochází k napínání pásma nebo k jeho kopírování terénu. Srovnání souřadnicové sítě vynesené na papíře a vytvořené na nerovném a velmi hrbolatém terénu lesní půdy také vykazuje rozdíly.

4



1. Radarem definovaný plán kořenové soustavy dubu letního [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.] v Brně-Soběšicích (měřítko: 1 : 50) – Radar defined plan of a root system of the pedunculate oak [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.] at Brno-Soběšice (scale 1 : 50)



2. Plán kořenové soustavy dubu letního [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.], zjištěný výkopem na ploše 3 x 3 m, před korekcí konformním zobrazením – Plan of a root system of the pedunculate oak [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.] determined by digging on a 3 x 3 m plot before adjustment conformal projection

Směrem na SSZ od sledovaného vzorníku byl při horizontálním odkryvu nalezen přibližně 1 m dlouhý kosterní kořen probíhající z V na Z, který vyrůstá ze zbytku zcela rozloženého pařezu; zřejmě jsou do něj ukládány asimiláty z pařezových výmladků jemu příslušejících. Tento kořen byl zcela opomenut, ale při zpětné korekci byl v primárních datech nalezen, můžeme tedy konstatovat, že primární data poskytovaná aparaturou jsou objektivní. Praktická využitelnost pozemního radaru je otázkou správné interpretace.

5. Kořeny „nadbytečné“ na obr. 1 z radaru jsou nejspíš uloženy hlouběji a z technických důvodů je nebylo možné odkryt.

Je nutné vyzdvihnout, že hlavní směry a počet kosterních kořenů byl určen správně, a že některé zajímavé struktury byly také správně předpovězeny. Interpretaci prvotních dat zcela jistě ztěžovala přítomnost pěti masivních kořenových srůstů hlavních větví (o průměru 7 cm); ty jsou pro operátora radaru zcela nerozlišitelné od pouhého těsného překrytí kořenů. K přesné shodě mezi radarem zjištěným a z výkopu nakresleným plánem by přispělo zaměření kořenů teodolitem a použití navigačního systému GPS. Současné pořizovací náklady na radarovou stanici představují asi 3 miliony Kč, což znamená, že běžně dostupná, finančně přijatelná stanice neexistuje. Očekává se však, že produkty budou v blízkém časovém horizontu cenově dostupné.

NELINEÁRNÍ GEOMETRICKÁ KOREKCE UŽITÍM KONFORMNÍHO ZOBRAZENÍ

Radarový snímek a snímek pořízený z fotografií obrazu vykazuje na první pohled jisté rozdíly. K jejich testování nejprve provedeme nelineární geometrickou korekci. Na obou snímcích nalezneme referenční body (obecně představují lichoběžníky). Takto získané lichoběžníky přetransformujeme na obdélníky o stejných stranách. Transformaci pak provádíme následovně:

- každá strana je ekvidistantně rozdělena na n bodů,
- protilehlé strany jsou spojeny přímkami, tím se vytvoří síť,
- tato síť se dále „natáhne“ na obdélník.

Hodnota n určuje hustotu sítě a tedy i kvalitu transformace, užití lokálního zobrazení zachovává lokálně tvar. Program byl vypracován v prostředí MATLAB. Oba dva obrazy byly chápány jako statistické soubory pixelů a byla testována hypotéza, že tyto dva soubory jsou totožné. Na hladině významnosti 18 % lze hypotézu přijmout (jedná se o riziko chyby 1. druhu, hypotéza platí a my ji zamítáme). Ke korelační analýze byl použit obraz o rozměrech 587 x 444 px, korelační koeficient $k_k = 0,82$. Testování bylo prováděno systémem analýzy obrazu DIPS 4.0 (Druckmüller, Heriban, 1992) firmy SOFO.

Výpočet ekvivalentních kořenových ploch metodou eroze pixelů pomocí analýzy obrazu DIPS 4.0

Plocha celého obrazu kořenu je tvořena obrazovými body. Budeme-li postupně erodovat celý obraz po jednom pixelu, dostaneme při každé následující iteraci posoupnost rozdílů zmenšujících se ploch (procedura FILTR TRANSFORM RUN). Součet rozdílů všech po sobě následujících ploch dává přibližně plochu výslednou.

$$\begin{aligned} S_1 - S_2 &= C_1 \\ S_2 - S_3 &= C_2 \\ S_N - S_{N+1} &= C_N \end{aligned}$$

S_1 – plocha prvního obrazu před erozí
 S_2 – plocha následujícího druhého obrazu po první erozi
 S_N – plocha každého následně zerodovaného obrazu
 A – celková plocha všech po sobě následujících iterací
 $A = (C_1 + 2C_2 + 2C_3 + \dots + 2C_N) \cdot 2^{0,5} \text{ (m}^2\text{)}$

Následující plochy se započítávají dvakrát, neboť se musí uvažovat i objem pod rovinou průmětu. Protože obalovou křivku vytvářejí sečné plochy jednotlivých trojrozměrných realizací pixelů, podle Pythagorovy věty násobíme každý horizontální průmět odmocninou ze dvou.

ZÁVĚR

Hlavní přínos radaru spočívá v determinaci kořenových ploch s vyloučením nebo alespoň omezením destruktivních terénních prací. Obor podzemní radarové detekce se velmi dynamicky rozvíjí a dnešní možnosti mohou být upgradovaným softwarem významně rozšířeny. Můžeme říci, že se neustále učíme, jakou vypovídací hodnotu může tato metoda poskytnout. V naší studii byly vyzkoušeny možnosti aparatury až na její nejvyšší mez.

Při porovnání obou metod studia kořenových systémů (tj. detekcí radarem a výkopem) se ukázalo, že plocha kořenů stanovená radarem činila 8 m², plocha kořenů odhalených výkopem (jeden a týž vzorník) byla přibližně 6 m². Rozdíly mezi výsledky kvantitativního významu byly přibližně v očekávaných mezích a lze je tedy tolerovat. Je nutné podotknout, že se jedná o dub

letní, a tedy o vzorník svým habitem obecně menší (Šustek, 1995).

Tato metodika je využitelná i při řešení praktických úkolů ekologizace našeho lesnictví – např.:

- sledování vývoje deformací kořenů po použití různých technologií pěstování a výsadby sazenic,
- sledování kořenových systémů sazenic po aplikaci různých melioračních opatření,
- sledování vývoje kořenových systémů na specifických stanovištích (písky, sutě, zamokřené plochy),
- sledování vývoje kořenových systémů na stanovištích silně narušených (zhuňtělých) při soustředěném dřeva a mechanizované přípravě stanoviště pro zalesňování,
- mechanizované třídění sadebního materiálu,
- projektování kořenových čističek odpadních vod,
- studium svahových sesuvů,
- ekologicky prováděné monitorování zdravotního stavu městské zeleně apod.

Poděkování:

Děkujeme doc. Ing. J. Čermákovi, CSc., za zprostředkování kontaktu v a. s. Geofyzika.

Literatura

- DRUCKMÜLLER, M. – HERIBAN, J., 1992. Scientific Image Analyzer Dips 4.0. SOFO.296.
- KRANZLER, G. A. – RIGNEY, M. P., 1989. Machine vision grading of tree seedlings. In: Land and Water Use. Proc. of the 11th International Congress on Agricultural Engineering in Dublin. DODD, V. A. – GRACE, P. M. (eds.), Agricultural Engineering, 4: 51–62.
- PAPAMARINOPOULOS, S. P. – PAPAIOANNOU, M. – STEFANOPOULOS, P., 1997. Explanation of religious miracle at a byzantine Church with geophysical methods at South Greece. 1st International Workshop Electric, Magnetic and Electromagnetic Methods Applied to Cultural Heritage. Institute for Technologies Applied to Cultural Heritage: 50.
- RIETVELD, W. J., 1989. Evaluating root growth potential of tree seedlings with an automated measuring system. New Forests, 3: 191–199.
- RUARK, G. A. – BOCKHEIM, J. G., 1988. Digital image analysis applied to soil profiles for estimating tree root biomass. Soil Science, 146: 119–123.
- ŠUSTEK, S., 1989. Stanovení funkčně relevantní plochy kořenové soustavy dubu letního v lužním lese. [Diplomová práce.] Brno, MZLU, FLD: 118.

Došlo 9. 6. 1998

SURFACE OF PEDUNCULATE OAK ROOT SYSTEM DETERMINED BY THE IMAGE ANALYSIS OF A MAP DESIGNED BY A GEOPHYSICAL RADAR

S. Šustek¹, J. Hruška², M. Druckmüller³, T. Michálek⁴

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

² Division of Universal Geophysics, Ječná 29a, 612 46 Brno

³ Institute of Technology, Technická 2, 616 69 Brno

⁴ Institute of Technology, student, Technická 2, 616 69 Brno

For studying the behaviour of trees and forest ecosystems and particularly for water balance modelling (at the level of individuals and forest stands) to forecast the development of ecological stability it is necessary to know the approximate parameters of their root system. The most important parameter is the root surface. It is very difficult to estimate but it has the greatest significance. Based on this parameter it is possible to estimate the flow of nutrients, water and energy through the root soil interface. Commonly the following parameters are used: total root length, percentage of root mass in soil for a defined volume, etc.

The study solves the question how to obtain basic data for computing this root surfaces efficiently and develops simple automatic procedures for their computing. Primary data for rhizological studies have been collected until now by mechanical excavation of root

systems or in a more sophisticated way by injecting radioactive tracers into the roots.

The excavated roots have to be measured by hand, which is very intensive work or the required data can be measured by using various types of through light equipment.

The aim of the study was to propose a methodology to identify the range and biomass of the root system by means of ground penetrating radar and to process the primary data by the image analyser DIPS 5.0 (producer SOFO, Czech Republic).

The measuring by ground penetrating radar is based on the following principles: The basic method is measuring at a pre-defined profile or profile grid. On the route of the measuring profile a receiver and signal transmitter is placed. Electromagnetic waves with a frequency are influenced by the character of the assign-

ment as well as by the character of the investigated material.

The sets of the resulting horizontal and vertical profiles provide an image of the location of underground objects in the profile (higher and lower situated objects, etc.). The objects detected by the radar are any interfaces like contact zones of materials of different composition, e.g. roots in the soil.

The equivalent water sorption surfaces are computed by the pixels erosion method employed in the image analyser.

The image consists of individual image points (pixels). If we erode the whole image one pixel by one, we will get a sequence of smaller and smaller areas obtained by individual iterations (procedure FILTER TRANSFORM RUN). The sum of all differences computed between the areas following each other gives the approximate resulting area.

$$S_1 - S_2 = C_1$$

$$S_2 - S_3 = C_2$$

$$S_N - S_{N+1} = C_N$$

S_1 – the area of the first image before erosion

S_2 – the area of the image following the first erosion

S_N – the area of each subsequently eroded image

A – the total area of all subsequently eroded images

$$A = (C_1 + 2C_2 + 2C_3 + \dots + 2C_N) \cdot 2^{0.5} \text{ (m}^2\text{)}$$

The following areas are included twice because we have to consider the volume under the projected plane.

As the envelope curves are created by the cutting area of the individual three-dimensional concretizations of the pixel, we have to multiply according to the Pythagorean axiom each horizontal projection by the square root of two. When comparing both methods to study root systems (i.e. detection by radar and excavation), we get acceptable results. Root surface estimated by radar was 8 m², the surface of the same specimen estimated from photographed excavation was 6 m². The differences in the results were approximately within the expected limits and are tolerable (Šustek, 1995).

This methodology of root surface estimation is useful for resolving practical tasks under consideration of the ecological point of view (we need not dig forest soil), e.g.:

- the investigation of the root deformation development to assess various seedling, planting, and silviculture technologies,
- the investigation of root systems of seedlings after application of different amelioration measures,
- the investigation of root systems development in forest stands severely damaged (soil compaction) by wood transport and mechanical site preparation for planting,
- the mechanical sorting of seedlings for planting,
- the projecting root based waste water treatment plants,
- the investigation of slope stability,
- the monitoring of health conditions of urban greenery.

Kontakní adresa:

Ing. Svatopluk Šustek, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická 37, 613 00 Brno, Česká republika

ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ KNIHOVNA, PRAHA 2, SLEZSKÁ 7

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna v Praze (dále jen ÚZLK), která je jednou z největších zemědělských knihoven na světě, byla založena v roce 1926. Již od počátku šlo o knihovnu veřejnou. Knihovna v současné době obsahuje více než jeden milion svazků knih, cestovních zpráv, dizertací, literatury FAO, svázaných ročníků časopisů z oblasti zemědělství, lesnictví, veterinární medicíny, ekologie a dalších oborů. Knihovna odebírá 750 titulů domácích a zahraničních časopisů. Informační prameny získané do fondu jsou v ÚZLK zpracovávány do systému katalogů – je budován jmenný katalog a předmětový katalog jako základní katalogy knihovny a dále různé speciální katalogy a kartotéky. Počátkem roku 1994 přistoupila ÚZLK k automatizovanému zpracování knihovního fondu v systému CDS/ISIS.

Pro informaci uživatelů o nových informačních pramenech ve fondech ÚZLK zpracovává a vydává knihovna následující publikace: Přehled novinek ve fondu ÚZLK, Seznam časopisů objednaných ÚZLK, Přehled rešerší a tematických bibliografií z oboru zemědělství, lesnictví a potravinářství, AGROFIRM – zpravodaj o přírůstcích firemní literatury (je distribuován na disketách), AGROVIDEO – katalog videokazet ÚZLK.

V oblasti mezinárodní výměny publikací knihovna spolupracuje s 800 partnery ze 45 zemí světa. Knihovna je členem IAALD – mezinárodní asociace zemědělských knihovníků. Od září 1991 je členem mezinárodní sítě zemědělských knihoven AGLINET a od 1. 1. 1994 je depozitní knihovnou materiálů FAO pro Českou republiku.

Knihovna poskytuje svým uživatelům následující služby:

Výpůjční služby

Výpůjční služby jsou poskytovány všem uživatelům po zaplacení ročního registračního poplatku. Mimopražští uživatelé mohou využít možnosti meziknihovní výpůjční služby. Vzácné publikace a časopisy se však půjčují pouze prezenčně.

Reprografické služby

Knihovna zabezpečuje pro své uživatele zhotovování kopií obsahů časopisů a následné kopie vybraných článků. Na počkání jsou zhotovovány kopie na přání uživatelů. Pro pražské a mimopražské uživatele jsou zabezpečovány tzv. individuální reproslužby.

Služby z automatizovaného systému firemní literatury

Jsou poskytovány z databáze firemní literatury, která obsahuje téměř 13 000 záznamů 1 700 firem.

Referenční služby

Knihovna poskytuje referenční služby z vlastních databází knižních novinek, odebíraných časopisů, rešerší a tematických bibliografií, vědeckotechnických akcí, firemní literatury, videotéky, dále z databází převzatých – Celostátní evidence zahraničních časopisů, bibliografických databází CAB a Current Contents. Cílem je podat informace nejen o informačních pramenech ve fondech ÚZLK, ale i jiné informace zajímavější zemědělskou veřejnost.

Půjčovárna videokazet

V AGROVIDEU ÚZLK jsou k dispozici videokazety s tematikou zemědělství, ochrany životního prostředí a příbuzných oborů. Videokazety zasílá AGROVIDEO mimopražským zájemcům poštou.

Uživatelům knihovny slouží dvě studovny – všeobecná studovna a studovna časopisů. Obě studovny jsou vybaveny příručkovou literaturou. Čtenáři zde mají volný přístup k novinkám přírůstků knihovního fondu ÚZLK.

Adresa knihovny:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Slezská 7
120 56 Praha 2

Výpůjční doba:

pondělí, úterý, čtvrtek	9.00–16.30
středa	9.00–18.00
pátek	9.00–13.00

Telefonické informace:

vedoucí:	24 25 50 74, e-mail: IHOCH@uzpi.agrec.cz
referenční služby:	24 25 79 39/linka 520
časopisy:	24 25 66 10
výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 415
meziknihovní výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 304
fax:	24 25 39 38
e-mail:	ÚZLK@uzpi.agrec.cz

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

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

Text

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

Tables

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

Figures

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

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

POKYNY PRO AUTORY

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

Úprava textu

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

Každý článek by měl obsahovat český (slovenský) a anglický abstrakt, který nemá mít více než 90 slov, a klíčová slova. Úvod by měl být stručný, s uvedením zaměření a cíle práce ve vztahu k dosud provedeným pracím. Neměl by v něm být uváděn rozsáhlý přehled literatury. V kapitole Materiál a metody by měl být uveden popis použitých experimentálních metod tak, aby byl postačující pro zopakování pokusů. Měly by být uvedeny obecně 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 doplní zkratka „et al.“.

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

Tabulky

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

Obrázky

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

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



CONTENTS

Kohán Š.: Evaluation of growth characteristics of some poplar clones on heavy-textured soils of the East Slovakian Lowland.....	97
Kula E., Richterová D.: Do solid immissions actually influence rime occurrence?.....	104
Kundrík F., Greguš C., Kodrík M.: Restorative measures in forests damaged by immissions	112
Saniga M.: Structure, production conditions and regenerative processes in the Badín virgin forest.....	121
Sarvaš M.: The possibility to assess plant quality by measuring electrolyte leakage	131
REPORT	
Šustek S., Hruška J., Druckmüller M., Michálek T.: Surface of pedunculate oak root system determined by the image analysis of a map designed by a geophysical radar.....	139

OBSAH

Kohán Š.: Zhodnotenie rastových vlastností vybraných klonov topofov na ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny	97
Kula E., Richterová D.: Ovlivňují skutečně tuhé imise tvorbu námrazy?.....	104
Kundrík F., Greguš C., Kodrík M.: Ozdravné opatrenia v imisiách poškodených lesoch.....	112
Saniga M.: Štruktúra, produkčné pomery a regeneračné procesy Badínskeho pralesa.....	121
Sarvaš M.: Možnosti použitia merania straty elektrolytu na zistenie kvality sadbového materiálu.....	131
REFERÁT	
Šustek S., Hruška J., Druckmüller M., Michálek T.: Povrch kořenového systému dubu letního určený obrazovou analýzou mapy získané geofyzikálním radarem.....	139