

**EVALUATION OF THE HEALTH DEVELOPMENT ON THE RESEARCH PLOTS  
IN THE KRKONOŠE MTS. DURING 25 YEARS OF MONITORING**

**ZHDNOCENÍ VÝVOJE ZDRAVOTNÍHO STAVU V PRŮBĚHU 25 LET MONITORINGU  
NA VÝZKUMNÝCH PLOCHÁCH V KRKONOŠÍCH**

ONDŘEJ ŠPULÁK, JIŘÍ SOUČEK, STANISLAV VACEK

*ABSTRACT*

*Forest research plots for evaluation of the health state of the forests under the high air pollution attack in the Krkonoše Mts. were established in 1976 – 1981. There were 20 spruce plots (990 – 1 260 m a. s. l.), 6 spruce with beech or beech with spruce plots (600 – 1 190 m a. s. l.) and 6 beech plots (740 – 1 030 m a. s. l.) established there totally, dispersed on whole area of the Krkonoše Mts. As a consequence of the air pollution calamity and its disposal, the number of still living spruce plots decreased to eleven. Health state of trees with methods of evaluation of foliation of every individual tree (Tesař, Temmllová 1971, Vacek, Jurásek 1985) is being monitored every year. This issue brings evaluation of average foliation development and defoliation degree transitions during the monitored period.*

*Keywords: air pollution, health state, foliation, mountain forest stands*

*ABSTRAKT*

*Plochy pro posouzení vývoje zdravotního stavu porostů pod vlivem vysokých koncentrací imisních látek v Krkonoších byly založeny v letech 1976 – 1981. Celkem bylo v této sérii založeno 20 smrkových (990 – 1 260 m n. m.), 6 buk-smrkových až smrkobukových (600 – 1 190 m n. m.) a 6 bukových ploch (740 – 1 030 m n. m.), rozprostřených po celém území Krkonoš. Působením imisní kalamity a následkem její likvidace byl počet živých smrkových ploch do současné doby redukován na 11. Na plochách byl každoročně sledován zdravotní stav jedinců pomocí hodnocení olistění jednotlivých stromů (metodiky Tesař, Temmllová 1971, Vacek, Jurásek 1985). Příspěvek přináší zhodnocení vývoje průměrného olistění a přechodů mezi stupni odlistění za období sledování.*

*Klíčová slova: imise, zdravotní stav, olistění, horské porosty*

**INTRODUCTION**

In the Krkonoše Mts., the increased influence of the air pollution started at the end of the seventies of the 20th century. After the hard climatic stress in March 1977, the first massive damage to forest stands occurred. The spruce stands on the management-plan area Harrachov rusted, as a consequence of the gradation of larch bud moth (*Zeiraphera diniana* Gn.) in 1977 to 1981 too (Vacek, Vašina 1991). Air pollution was the primary factor of the health-state worsening and dieback of stands, but the starting parameters were climatic extremes and phytopatogenous organisms. Sources of air pollution with the significant impact were both regional (especially fuel power station EPO II in Trutnov) and more distant from the Czech Republic, Poland and former Eastern Germany too (detail see e. g. in Vacek, Matějka 1999). The main pollutant, which caused forest stand damage in the large de-

gree, was SO<sub>2</sub>, possibly F (Schwarz 1997). During the last years, the sulphur dioxide concentrations fall under the critical limit of damage (according to Materna, summer limit 10, winter 30 and mean annual 20 µg.m<sup>-3</sup> SO<sub>2</sub>) to the extreme-site spruce stands (Gebas et al. 2004).

Climatically exposed ridge parts of the Krkonoše Mts. over about 900 m a. s. l. were the most affected. Weakening of the spruce stands was attended by bark beetle gradation, especially by eight-toothed spruce bark beetle (*Ips typhographus* L.), which culminated in 1984 and 1993 (Zahradník, Liška 1997). During the air pollution ecological calamity approximately 7 000 ha of the forest was cut (Balcar et al. 1994).

#### RESEARCH PLOTS AND METHODS

Experimental plots for studying of the structure and development of the health state were established in 1976 (4 plots) and 1980 to 1981 in maturing to mature forest stands. Twenty plots were established in the spruce, six in the spruce with beech or beech with spruce stands and six in the beech stands in order to represent the growth conditions of the particular ecosystem (Vacek 1986). As a consequence of the air pollution calamity and its disposal, the number of still living spruce plots decreased to eleven, dispersed on whole area of the Krkonoše Mts. (fig. 1). The altitude of the plots varied from 600 to 1 260 m a. s. l. The basic data of the research plots are shown in the table 1, detailed characteristics are e. g. in Vacek, Matějka (1999). Size of the research plots is mostly 0.25 ha, only the area of plot 7 is 1.0 ha, plot 6 is 0.5 ha and plot 30 is 0.6 ha. After the improving of the air pollu-

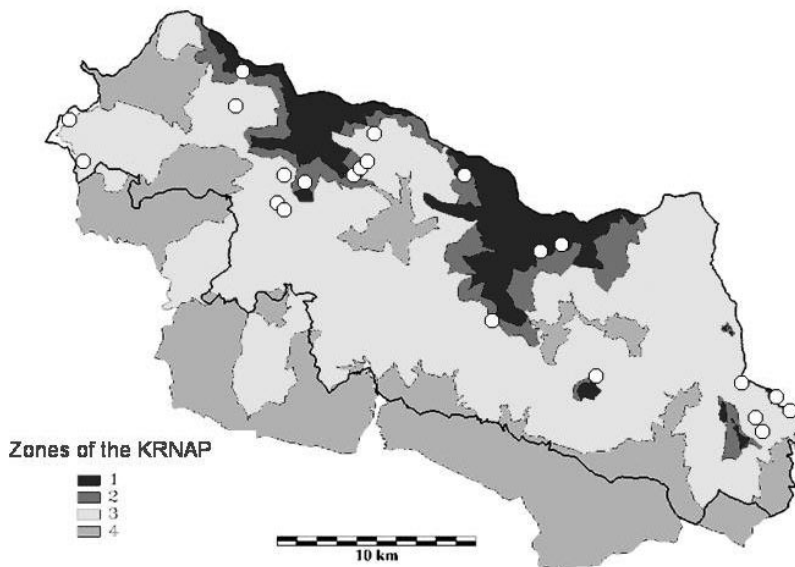


Fig. 1: Schematical disperse of the still living research plots in the Krkonoše Mts. National Park (KRNAP) Zonation.

*Schematické rozmístění v současné době žijících výzkumných ploch v zónách KRNAPu.*

Tab. 1: Summary of the basic properties of still living permanent research plots (state 2005).

*Přehled základních parametrů v současné době žijících výzkumných ploch (stav 2005).*

Plot Nu.	Plot name	Species	Age (years)	Mean height	Mean diameter	Altitude	Oriention	Inclination
<i>TVP</i>	<i>Název plochy</i>	<i>Dřevina</i>	<i>Věk (roky)</i>	<i>Střední výška</i>	<i>Střední tloušťka</i>	<i>Nadmoř výška</i>	<i>Expozice</i>	<i>Sklon</i>
			(m)	(cm)	m		(°)	
2	Vilémov	Spruce	189	38.8	46.5	600	SW	22
		Beech	189	30.5	46.5			
4	Pod Voseckou boudou	Spruce	240	18.4	41.3	1180	SW	12
5	Pod Lysou horou	Spruce	260	18.5	41.7	1130	N	17
6	Bažinky 2	Spruce	249	28.7	48.7	1060	E	22
		Beech	249	21.9	36.7			
7	Bažinky 1	Spruce	249	36.5	61.4	940	E	24
		Beech	249	29.2	43.5			
8	Nad Benzínou 2	Spruce	175	11.9	24.0	1190	SW	24
		Beech	175	22.3	38.8			
9	Nad Benzínou 1	Spruce	185	26.7	42.3	1170	SW	17
		Beech	185	20.2	37.3			
10	Pod Vysokým Kolem	Spruce	229	21.7	42.2	1240	SW	16
11	Strmá stráň A	Spruce	212	14.2	38.8	1220	NE	29
12	Strmá stráň B	Spruce	212	20.4	44.8	1170	NE	26
13	Strmá stráň C	Spruce	210	26.2	47.5	1120	NE	23
20	Pod Liščí horou	Spruce	188	15.6	36.4	1260	SW	19
21	Modrý důl	Spruce	151	21.8	43.2	1230	S	21
22	Obří důl	Spruce	166	15.3	24.4	1160	E	32
23	Václavák	Spruce	204	13.4	25.9	1190	NE	4
24	Střední hora	Spruce	208	20.0	30.4	1250	SE	20
27	U bukového pralesa A	Beech	191	11.0	21.0	1030	SW	3
		Rowan	117	11.0	20.0			15
28	U bukového pralesa C	Beech	165	20.6	34.7	940	SE	16
29	U bukového pralesa B	Beech	186	22.2	45.8	950	SE	16
		Rowan	84	13.7	16.0			
30	U hadí cesty D	Beech	185	27.4	46.2	790	NE	24
31	U hadí cesty F	Beech	168	22.5	38.8	740	NE	23
32	U hadí cesty E	Beech	151	20.1	35.3	760	NE	35

Pozn.: Spruce = SM, Beech = BK, Rowan = JR  
N = sever, E = východ, S = jih, W = západ; NE = SV apod.

tion situation, health development studies continue.

The evaluation of the health state of the forest stand on the basis of every tree fo-

liation was done every year in period 1980 (1981) – 2005. Because in 2005 the evaluator (Vacek) left Opočno Research Station, monitoring was turned to new schooled evaluators (Souček, Špulák). Spruce was classified due to method of Tesař and Temmllová (1971), while beech was evaluated in correspondence of method by Vacek and Jurásek (1985). Both methods are based on ratio of the actual quality of leaves of single tree to the potentially highest quality of those under optimum conditions of stand development. It was determined with special regard to the cenotic position and morphological type of crown within 5% intervals. These procedures are compatible with methods used for the International Co-operative Programme (ICP Forests) - Vacek et al. (2003). Ocular classification is determined with certain error emerged from the subjective influence of the evaluator (MZe 2004). For assessment of interspersed species the methods used were adapted.

The evaluation of the whole stand is based on counting of average defoliation and/or assessing the share of trees with certain (low or high) defoliation degree (Matějka 1994).

Average foliage of stand is counted as an arithmetical mean of foliage of all living trees and freshly dead trees on a plot. It means different conception to the method of evaluation used in previous works (e. g. Vacek, Matějka 1999), where the average was composed of the values of all (also long time dead) trees. Defoliation (as a complement of foliage to 100%) was differed to the five classes of defoliation that correspond to degrees of tree damage according to ICP Forests (tab. 2).

Tab. 2: Defoliation classes according to UNECE and EU classification (UNECE 2005).  
*Třídy defoliace podle klasifikace UNECE a EU (UNECE 2005).*

Defoliation class <i>Třída defoliace</i>	Defoliation interval <i>Interval defoliace</i>	Degree of defoliation <i>Stupeň defoliace</i>
0	up to 10%	none
1	> 10 - 25%	slight (warning stage)
2	> 25 - 60%	moderate
3	> 60 - < 100%	severe
4	100%	dead tree

## RESULTS

The development of the mean foliage of the spruce on the monitored spruce stands recorded the decrease of values to the year 1988. Thereafter was the development stabilised or started slight improving (fig. 2a). Mean foliage of the spruces in the mixed stands was higher during all years of evaluation (in 1980 and 2005 for cca 10%), the descent at the beginning of the period finished one year sooner than in the case of spruce stands (in 1987), but it was more noticeable. The injury of the tree crowns which originated in the period of increased air pollution load has significant impact to the foliage state in 2005 – the values of mean foliage are in both cases for about 10% lower than the starting ones.

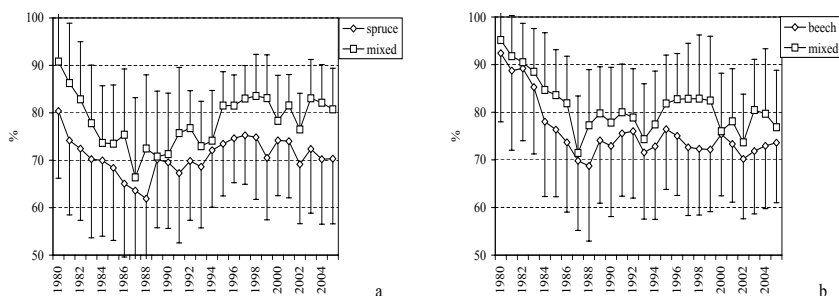


Fig. 2: Development of the mean foliation of spruce (a) and beech (b) in the single species and mixed forests with standard deviations.

*Vývoj průměrného olistění smrku (a) a buku (b) v jednodruhových a smíšených porostech se směrodatnými odchylkami (spruce = smrkové, beech = bukové, mixed = smíšené porosty).*

Initial mixed state of the mean foliation of beech in the beech and mixed stands (fig. 2b) was roughly the same (92.4 and 95.2%). The trend of lowering at the beginning was comparable (till the year 1987), afterwards in the mixed stands the period of improving started, this turn was one year later on the beech plots. Course of the mean foliation development was different in 1996 - 1998. Stagnation in the beech stands was accompanied with lowering of the values in the mixed stands.

When we compare the development of the mean foliation of spruce and beech in the mixed stands (fig. 3), we can state higher starting values of beech (95.2 to 90.8%). At the beginning, negative development was higher in spruce, in the years 1995 - 1996 it stagnated. This stagnation did not occur in beech. In the next period, unstable balancing of the health state of beech came, but average spruce's foliation mildly increased and in 1997 - 1998 overtook foliation of beech (in 2005 for 3.9% - 80.7% as against 76.8%).

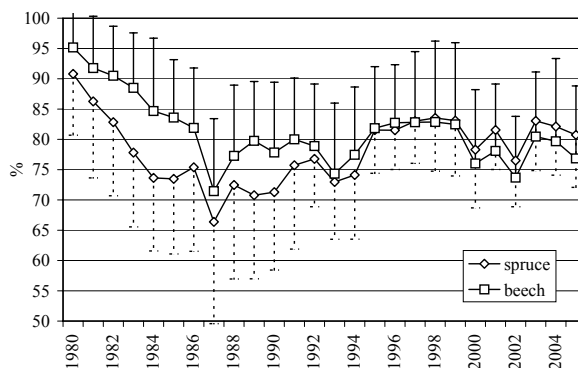


Fig. 3: Development of the average foliation of spruce and beech in the mixed stands with standard deviations.

*Vývoj průměrného olistění smrku a buku ve smíšených porostech se směrodatnými odchylkami.*

Chosen beech plots 27 – “U Bukového pralesa A” and 29 – “U bukového pralesa B” are closed together (about 500 m), but they have different site conditions and dissimilar health state development as well (they represent beech plots with the lowest and the highest mean foliation in the set – fig. 4). Research plot 27 lays in the summit area, beech forest is affected by summit phenomenon and by historical forest livestock grazing as well. Negative factors had surely impact on the health state development. Plot 29 is situated in the lower part in more favorable site conditions, which also show mean diameter and height of trees (tab. 1).

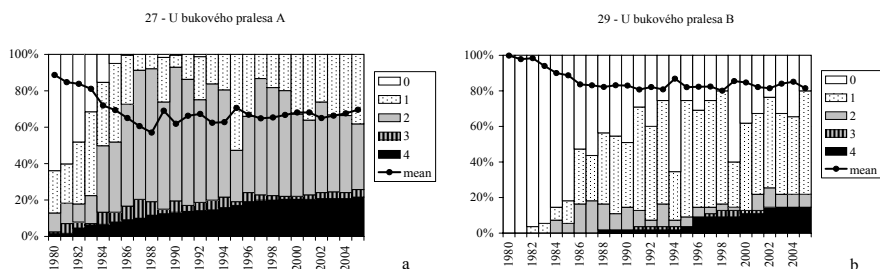


Fig. 4: Development of the average foliation and defoliation-class distribution of the chosen beech plots.

*Vývoj průměrného olistění a zastoupení tříd defoliace na vybraných bukových plochách.*

The initial foliation of the plot 27 “U Bukového pralesa A” was lower (88.7%) than in the case of the plot 29 (99.8%), it had more noticeable decrease phase to 1988, but little higher trend of stabilisation. The difference of the values in 2005 practically corresponds to the difference of starting ones (11.9%), it refers to very similar reaction of both stands on the occurrence and development of stressors. Plot 27 had in 1980 about 65% of trees without signs of defoliations, their number sharply decreased until the year 1985. Despite stabilisation and slow improvement of mean foliage there were no trees on the plot with class defoliation 0 since the year 1993. Dying of trees started immediately in 1980 and slowly increased until the year 1997. Last years number of trees stabilised and some trees slowly increased their foliations. Plot 29 “U bukového pralesa B” had through the whole time of evaluation share of the trees without signs of defoliation, in the initial state all trees were in defoliation class 0. Decrease of number of healthy trees continued until the year 1993 with significant accrual in 1986. After the year 1993, most trees had defoliation on the edge of the classes 0 and 1, which reflects great variation of number of trees in these classes in the next years. Dying of trees started in 1988 and significant increase was in 1995, most dead trees were dying gradually. Low foliation and dying occurred by suppressed trees in the lower stratus mostly. Number of trees with defoliation over 25% was very low during all the monitoring period.

For the purpose of this paper, four spruce plots were chosen. The plots 4 – “Pod Voseckou boudou” and 5 – “Pod Lysou horou” comprise in the identical altitude SW and N slope of the Mumlava River valley (fig. 5a, 5b). Both plots have equable

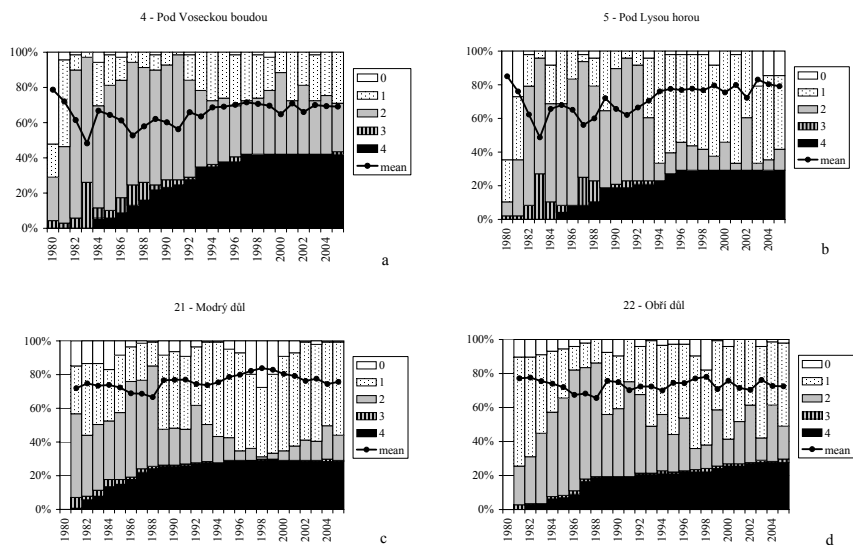


Fig. 5: Development of the average foliage and defoliation-class distribution of the chosen spruce plots.

*Vývoj průměrného olistění a zastoupení tříd defoliace na vybraných smrkových plochách.*

site and stand conditions. The differences of the starting average foliage did not overload measuring error, trees without sign of damage prevailed in the initial state on the both plots. Already next year their number considerable lowered, mean foliage rapidly decreased until 1983. We can state mild improving of average foliage in the next years, which was caused by dying of the most damaged trees. Dieback of trees terminated in 1996, since this year mean foliage step by step increased. The research plot “Pod Voseckou boudou” has continually higher number of moderate damaged trees, on the plot 5 occur trees without defoliation in the last 3 years. The total number of dead trees was on the N oriented plot “Pod Lysou horou” for 12.9% lower and the global trend of regeneration was higher. The final mean values of defoliation are 69.1% (plot 4) and 79.1% (plot 5), N oriented plot 5 had higher average defoliation during all the monitoring period.

The plots 21 – “Modrý důl” and 22 – “Obří důl” are placed on the S and E slope of the Studniční hora Mt., they represent relatively closed locations. State condition of these plots are comparable too, altitude of the plot 22 is for about 70 m lower. Initial stand states and foliations were comparable. Gradual lowering of the average foliage on the both plots ended in 1988, mean foliage decreased despite progressive dieback of single trees (fig. 5c, 5d). Slight regeneration of both stands started after the year 1988. On the plot “Modrý důl”, the average foliage progressively increased, maximum reached in 1998 exceeded starting state. The regeneration process on the plot “Obří důl” was not so favourable, the highest number of the trees with none damage was in 1998 on both plots. On the plot “Obří důl”, the oscillation of the average foliage and slow increase of the dead trees after 1998

related with sanitation of the withered trees attacked by bark beetles. After the year 1998 also on the plot “Modrý důl” decreased average foliage moderately, the number of the trees without any signs of defoliation lowered and the share of slight and moderate damaged trees rose. Approximately to the year 1988, noticeable accumulation of the dead trees appeared on this plots as well. It corresponded with decrease of slightly and moderately damaged trees. Also in the last years, mortality caused by bark beetle attack and sanitation felling on the edge of the stony field occurred on the plot “Obří důl”. The highest proportion of the healthy trees occurred on both plots in 1998.

## DISCUSSION

Despite improving of the air pollution conditions in the last circa decade, trend of stabilisation in particular plots is not a rule. Changes of foliage between two years often varied. Some of the influencing factors are extreme climatic situations combined with ozone effect. These factors influence mostly foliage of beech (Vacek et al. 2003). Spruces and beeches in mixed forests were more tolerant to the stresses (have higher mean foliage) than trees on the single species plots. It can be also affected by altitude (compared to spruce stands) local climatic conditions or may be by positive influence of second species occurrence. We agree with Vacek (1989), that they are not ecologically stable in air pollution situation.

Monitoring of defoliation of the main tree species in Europe evaluated within the international program ICP Forests brings average values of Europe. In 1990, in spruce started the increase of defoliation, i. e. decrease of mean foliage from

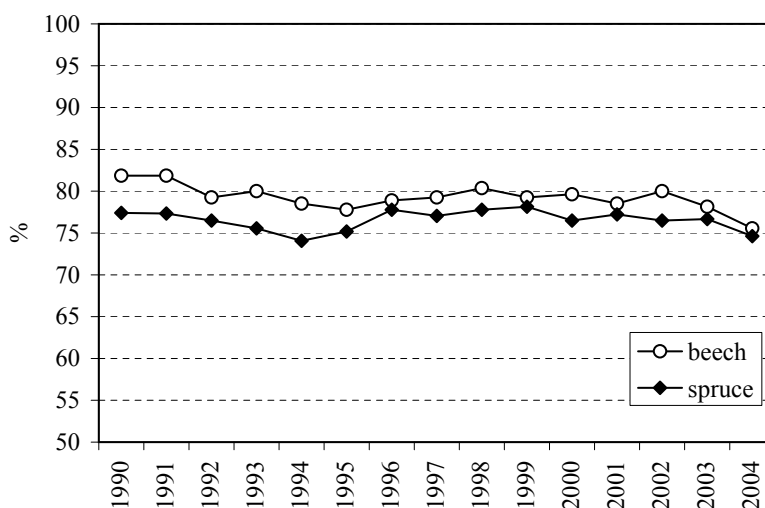


Fig. 6: Mean defoliation of spruce and beech in Europe in 1990 – 2004 (Source: UNECE 2005).  
*Průměrná defoliace smrku (spruce) a buku (beech) v Evropě v letech 1990 – 2004*  
 (Zdroj: UNECE 2005, upraveno).



77.5% to 74% in 1994, afterwards came moderate improving of the health state or stagnation. From 1990, average foliage of beech lowered progressively from circa 82% to 78% in 1995, slight improving started afterwards (fig. 6, UNECE 2005). Commonly, the variation of foliation through the years is in the European average very low. So the average development in Europe is different from the development of our monitoring plots. In our data, the period 1990 to 1997 meant improving of mean foliage (from 70% to 75%) in spruce of spruce stands and foliation of beech in beech plots oscillated without noticeable trend (between 72% and 76%). Three plots of ICP Forests Programme are evaluated in the area of the Krkonoše Mts. from 1984. At the beginning average foliation of the spruce was markedly higher than in our study (88%). The lowest values reached in 1990 and 1992 were overstepped in 2002 and 2003 when begun trend of worsening (MZe 2004). The plots of ICP Forests are localised in the lowest altitudes and their limited range cannot correspond with wide experimental basis of our experiment.

### CONCLUSIONS

Forest ecosystems of the Krkonoše Mts. are under the long-term anthropogenic attack. During the air pollution calamity, around 7 000 ha of the forest were felled, mostly on the exposed ridge parts of the mountains. The monitoring of the stand foliation development on the permanent research plots of VÚLHM (Forestry and Game Management Research Institute) in the Krkonoše Mts. started in 1981. The plots were placed into maturing or mature spruce, beech and beech with spruce stands. The evaluation of foliation corresponds to the international methods of ICP Forests. Within 1988, average foliation of every plot decreased; afterwards we can state stabilisation of the development or moderate improving of the mean foliage as well. Beeches and spruces growing in mixed stands had higher values of foliation compared with pure plots. The assessment of comparable plots confirmed considerable variability of the foliation in dependence on site conditions, exposition, stand structure, health state of stems and other factors.

### LITERATURE

- Balcar, V., Vacek, S., Henžlík, V.: Dynamika poškození lesních porostů v horských oblastech. In: Stav horských lesů Sudet v České republice. Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice 1994, pp. 73 - 100.
- Gebas, J. et al.: Péče o lesní ekosystémy v Krkonošském národním parku. Správa KRNP, 2004. 32 p. - ISBN 80-86418-41-3
- Matějka K.: Forest conditions under the air-pollution impact in europe (some results of the international co-operative programme), IAVS Symposium „Large area vegetation surveys“, Bailleul 1994, Colloques Phytosociologiques, 23, pp. 473 - 485.
- MZe 2004: Monitoring stavu lesa v České republice 1984 - 2003. Praha, Ministerstvo zemědělství České republiky, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, 2004. 431 p. - ISBN 80-86461-23-8
- Schwarz, O.: Rekonstrukce lesních ekosystémů Krkonoš. Vrchlabí, Správa KRNP 1997. 174 p.

- Tesař V., Temmllová B.: Olistění stromu jako kritérium pro posuzování stavu smrkových porostů v imisním území. *Lesnictví*, 17, 1971, 11, pp. 1017 - 1032.
- UNECE: International co-operative programme on assessment and monitoring of air pollution effects on forests. *Forest Condition in Europe. Technical Report*. Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), 2005. 99 p.
- Vacek, S., Jurásek, A.: Olistění jako kritérium hodnocení zdravotního stavu bukových porostů pod vlivem imisí. *Lesnictví*, 31, 1985, 7, pp. 579 - 600.
- Vacek, S., Matějka, K., Mayová, J., Podrázský, V.: Dynamics of health status of forest stands on research plots in the Šumava National Park. *Journal of Forest Science*, 49, 2003, 7, pp. 333 - 347.
- Vacek, S., Matějka, K.: The state of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. in years 1976 - 1997. *Journal of Forest Science*, 45, 1999, 7, pp. 291 - 315.
- Vacek, S., Vašina, V.: Poškození smrkových porostů imisně ekologickými vlivy. *Opera Corcontica*. 28. Praha, Zeměd. nakl. Brázda 1991, pp. 105 - 130.
- Vacek, S.: Dynamika olistění ochranných lesů pod vlivem imisí v Krkonoších. *Zprávy lesnického výzkumu*, 31, 1986, 4, pp. 4 - 7.
- Vacek, S.: Dynamika změn ve smrkobukových porostech pod vlivem imisí. *Práce VÚLHM*, 74. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1989, pp. 239 - 276.
- Zahradník, P., Liška, J.: Problematika smrčín a kůrovců rodu *Ips*. In: *Geoekologické problémy Karkonoszy. Materiały z sesji naukowej w Przesieci 15 - 18 X 1997*. Poznań 1998, pp. 133 - 137.

## SHRNUTÍ

Lesní ekosystémy Krkonoš byly vystaveny zvýšenému vlivu imisí od konce 70. let. Imise působily jako primární faktor zhoršování zdravotního stavu až odumírání porostů, spouštěcími mechanismy byly pak klimatické extrémy a fytopatogenní organismy. Hlavním polutantem způsobujícím rozhodující měrou poškození lesních porostů bylo SO<sub>2</sub>, příp. F. Koncentrace oxidu síry poklesly v posledních letech pod kritickou mez, při které jsou poškozovány smrkové porosty na extrémních stanovištích. Nejvíce byly postiženy klimaticky exponované hřebenové partie Krkonoš ve výšce zhruba nad 900 m. V průběhu imisně ekologické kalamity bylo vytěženo ca 7 000 ha lesa.

Plochy pro posouzení vývoje zdravotního stavu porostů pod vlivem vysokých koncentrací imisních látek v Krkonoších byly založeny v letech 1976 – 1981. Celkem bylo v této sérii založeno 20 smrkových (990 - 1 260 m n. m.), 6 bukosmrkových až smrkobukových (600 - 1 190 m n. m.) a 6 bukových ploch (740 - 1 030 m n. m.), rozprostřených po celém území Krkonoš (obr. 1). Působením imisní kalamity a následkem její likvidace byl počet živých smrkových ploch do současné doby redukován na 11 (základní charakteristiky jsou uvedeny v tabulce 1).

Na plochách je každoročně sledován zdravotní stav pomocí hodnocení olistění jednotlivých stromů, u smrku podle metodiky Tesař, Temmllová (1971), u buku Vacek, Jurásek (1985), které jsou kompatibilní s metodikou ICP Forests. Zdravotní stav celého porostu je posuzován na základě průměru jedinců a rozdělení jedinců v třídách defoliace (doplňk do 100 %, tab. 2).

Vývoj průměrného olistění smrku na sledovaných smrkových plochách zaznamenal pokles hodnot do roku 1988, poté lze konstatovat stabilizaci vývoje či mírné zlepšování (obr. 2a). Smrk ve smíšených porostech vykazuje po celou dobu sledování vyšší hodnoty průměrného olistění (v roce 1980 i 2005 o zhruba 10%), pokles na počátku periody končil o rok dříve než v případě smrkových porostů (1987), byl však mnohem výraznější. Počáteční stav průměrného olistění buku v bukových a smíšených porostech (obr. 2b) vykazoval takřka srovnatelné hodnoty (92,4 a 95,2%). Trend poklesu olistění byl zpočátku totožný (do roku 1987), v případě smíšených porostů pak následovalo období zlepšení, u čistě bukových porostů nastal tento trend s ročním zpožděním.

Porovnáním vývoje průměrného olistění smrku a buku ve smíšených porostech (obr. 3) můžeme konstatovat, že počáteční hodnoty olistění byly vyšší u buku (95,2 oproti 90,8%), negativní vývoj byl zpočátku výraznější v případě smrku a v letech 1995-1996 došlo k jeho stagnaci, která se u buku neprojevila. Následující období znamená kolísavé vyrovnávání zdravotního stavu jedinců buku, u smrku pak lze konstatovat trend mírného zvyšování průměrného olistění, které od let 1997-1998 předčilo olistění buku (v současnosti o 3,9% - 80,7 oproti 76,8%).

Vybrané bukové plochy 27 – U Bukového pralesa A a 29 – U bukového pralesa B tvoří dvojici ploch, které jsou si lokálně blízko, liší se však charakterem stanovištních podmínek a zároveň vývojem zdravotního stavu (reprezentují plochu s nejnižším a nejvyšším průměrným olistěním ze souboru bukových ploch (obr. 4). Plocha 27 leží ve vrcholových partiích, bukový porost díky vrcholovému efektu i historickému využívání (pastva v lese) vykazuje deformované růstové formy, které se jistě projeví na zdravotním stavu.

Ze smrkových ploch byly pro účel tohoto příspěvku vybrány čtyři. Plochy 4 – Pod Voseckou boudou a 5 – Pod Lysou horou představují ve shodné nadmořské výšce JZ a S svah údolí Mumlavy (obr. 5a, 5b). Stanovištní i porostní podmínky jsou na obou plochách srovnatelné. Plochy 21 – Modrý důl a 22 – Obří důl jsou lokalizovány na J a V svahu Studniční hory, reprezentují tudíž relativně kryté polohy. Také u těchto ploch jsou stanovištní podmínky podobné, plocha 22 je o cca 70 m níže.

Hodnocení srovnatelných ploch v naší studii potvrdilo značnou variabilitu olistění v závislosti na stanovištních podmínkách, expozici, porostních podmínkách, zdravotním stavu a vlivu dalších faktorů.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This paper was written thanks to research plan MZe 002070201 “Stabilisation of the forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity under changing ecological conditions“ (Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí).

**Author address:**

*Ing. Ondřej Špulák  
VULHM Výzkumná stanice Opočno  
Na Olivě 550  
517 73 Opočno  
spulak@vulhmop.cz*