

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ FORESTRY

9-10

ROČNÍK 38
PRAHA
ZÁŘÍ - ŘÍJEN 1992
ISSN 0024-1105

AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD ČSFR
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Redakční rada: doc. ing. Vladimír Chalupa, DrSc. (předseda), prof. ing. Jiří Bartuněk, DrSc., prof. ing. Mirjam Čech, CSc., ing. Ján Ilavský, CSc., ing. Jozef Konôpka, CSc., prof. ing. Jan Kouba, CSc., ing. Václav Lochman, CSc., prof. ing. Štefan Šmelko, DrSc., akademik Miroslav Vyskot

Za vedení časopisu odpovídá doc. ing. Vladimír Chalupa, DrSc.

OBSAH

V a c e k S., L e p š J.: Analýza vegetačních změn ve smrkových porostech Orlických hor.....	733
K o d r í k M.: Výskum podzemnej biomasy smreka v imisne zaťažovaných lesných ekosystémoch na LZ Čadca	751
K o r m u ľ á k A.: Hybridizácia druhov <i>Abies concolor</i> (Gord. et Glend./Lindl.) a <i>Abies grandis</i> (Dougl./Lindl.) na Slovensku	759
A m b r o s Z.: Zjišťování produkce dřevin v typologických jednotkách.....	771
S l o d i č á k M.: Výchova smrkových porostů pod vlivem imisí v Orlických horách - výsledky pokusu	783
S v i t o k R.: Sortimentácia bukového a dubového dreva v obnovných ťažbách s ohľadom na bonitný stupeň porastu.....	793
K r i e g e l H., T v r d k o v á J., A n d ě l P.: Růst dřevin v juvenilním stadiu v oblasti chemické těžby uranových rud ve Stráži pod Ralskem	805
K a n t o r P.: Změny vodní bilance smrkového porostu po jeho obnově holou sečí.....	823
H r d ý I., H r d á J., H o c h m u t R., L i š k a J., V r k o č J.: Standardizace feromonových odparníků a lapáků pro kontrolu výskytu obaleče prýtového, <i>Rhyacionia buoliana</i> (D. & S.).....	839
N o v o t n ý M.: Vícekriteriální rozhodování v řízení.....	853
N o v o t n ý G.: Vlastnické a užívací vztahy k lesní půdě a lesu v českých zemích v letech 1620 až 1918	861
ŽIVOTNÍ JUBILEUM	
G r e g u s s L.: Zakladatel arboréta Sofronka Ing. Karel K a ň á k, CSc., 70-ročný	875

ANALÝZA VEGETAČNÍCH ZMĚN VE SMRKOVÝCH POROSTECH ORLICKÝCH HOR

S. Vacek, J. Lepš

VACEK, S. - LEPS, J.: (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno; Laboratoř biomatematických metod ČSAV, České Budějovice): *Analýza vegetačních změn ve smrkových porostech Orlických hor*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 733-749.

Současný stav a vývojové změny fytocenóz smrkových porostů ovlivňovaných imisemi byly studovány v monokulturách šestého až osmého lesního vegetačního stupně (Ivs.) v Orlických horách. Při studiu vegetace na 17 výzkumných plochách bylo v roce 1991 navázáno na fytocenologické a pedologické průzkumy z let 1951 a 1971. Rostlinná společenstva byla kromě klasického způsobu curyšsko-montpelliérské školy hodnocena pomocí numerických analytických metod. Z výsledků vyplývá urychlená vegetační dynamika, zejména pak v druhově chudších společenstvech asociací *Vaccinio myrtilli-Piceetum*, *Calamagrostio villosae-Piceetum* i *Deschampsio flexuosae-Piceetum*. Vývojový trend těchto společenstev směřuje k druhově velmi chudým typům (asociace *Deschampsio flexuosae-Piceetum*). *Deschampsia flexuosa* se stává výraznou dominantou díky vyššímu prosvětlení porostů, ke kterému dochází vzhledem ke značnému imisní ekologickému zatížení, a nahrazuje některé druhy méně odolné vůči okyselení stanoviště, zejména pak *Vaccinium myrtillus*.

smrkové porosty; typologie; fytocenózy; klasifikace; ordinace

Vegetace Orlických hor, tak jak vypadala před zásahem člověka do krajiny ve 13. století, byla výsledkem vývoje rostlinstva ve čtvrtohorách. Především z Mikyškových a Zlatníkových vegetačních rekonstrukcí vyplývá, že přírodním základem někdejších porostů byly tyto rostlinné formace: luhy a olšiny, suťové lesy, květnaté bučiny, bikové bučiny, acidofilní horské bučiny, horské smrčiny, podmáčené smrčiny, vrchoviště a přechodová rašeliniště. Podstatná část pohoří (asi 90 %) byla původně kryta bukovými porosty s příměsí jedle, klenu a ve vyšších polohách smrku. Horské smrčiny pokrývaly zhruba 3 % rozlohy v nejvyšších nesouvislých partiích hor (ca nad 1020 m n. m.), zejména pak v oblasti Malé Deštné, Velké Deštné, Maruši, Jelenky, Koruny a Tetřevce, ale i Kunštátské kaple, Šerlichu a Vrchmezí (M i k y š k a et al., 1968). Na rozdíl od těchto údajů Z l a t n í k (archivní materiály) vylišil klimaxové smrčiny pouze v oblasti Malé a Velké Deštné. Dosud se zachovaly jen zbytky přírodních vegetačních typů či potenciální přírodní vegetace. V druhové skladbě hor nyní naprosto převažuje smrk (87,2 %) a kdysi dominantní buk je zastoupen pouze 4,8 %. Původní horské smrčiny se do současnosti nezachovaly. Zbytky smrkových porostů přírodního charakteru můžeme nyní spatřit již pouze v Šerlišském kotli.

Cílem práce bylo zachytit současný stav a vývojové změny fytocenóz smrkových porostů v Deštné hornatině v letech 1951 až 1991.

Stručný přehled klasických i numerických metod ve výzkumu vegetační dynamiky uvádějí Vacek a Lepš (1992). Efektivní a rychlou metodou sběru dat jsou semikvantitativní odhady, např. s užitím Braun-Blanquetovy sedmičlenné stupnice abundance a dominance, s níž při studiu smrčin pracovali Krajina (1933), Sillinger (1933), Samek (1957), Samek a Plíva (1957), Kučera (1966), Matyszkiewicz et al. (1960, 1967), Stöcker (1968), Mikyška (1972), Málek (1970, 1973), Pišta (1972, 1978), Krahulec (1975), Šoltés (1976), Viewegh (1987) a Marešová (1990). Podrobnější je jedenáctičlenná stupnice abundance a dominance Dominova v modifikaci Hadačové, se kterou klimaxové smrčiny snímkovali např. Hadač et al. (1969), Sýkora (1971), Sofron (1981) a Vacek (1984, 1985).

Užití semikvantitativní metody nevylučuje možnost dalšího zpracování vegetačních snímků a určení floristické podobnosti, popřípadě i vývojových změn populací. Pro časovou nenáročnost a možnost zachytit nepoměrně větší plochu jako celek ve srovnání s kvantitativními postupy je semikvantitativní metoda vhodná pro rozsáhlejší studii fytocenóz.

Klasifikační i ordinačními metodami při studiu fytocenóz smrkových porostů pracovali Krahulec (1975), Viewegh (1987) a Marešová (1990), kteří porovnávali obě techniky a zkoumali vhodnost využití různých vstupních dat pro numerickou analýzu.

Syntaxonomií smrčin se v Československu zabývalo mnoho botaniků a lesníků. V mnoha dřívě citovaných pracích se setkáváme s nejrůznějšími a často i protichůdnými názory na členění a hodnocení smrkových porostů. Tyto porosty jsou tvořeny výhradně smrkem (*Picea abies* (L.) Karst.), jen ojediněle bývá vtroušena jiná dřevina. Kvalitativně chudé bylinné patro vedlo mnohé autory k vytvoření poměrně široce chápaných asociací, jiní naopak více přihlíželi k zastoupení dominantních populací bylinného i mechového patra, jež jsou podmíněny rozmanitými ekologickými faktory. Kvantitativní převládnutí určitého druhu bylinného patra vytváří výraznou fyziognomii jednotlivých cenóz (Sofron, 1981).

Podmínkám fytocenologického monitorování ve smrkových porostech relativně dobře vyhovovalo 17 výzkumných ploch založených v roce 1951 prof. A. Zlatníkem a prof. J. Pelíškem z LF VŠZ v Brně a v roce 1971 obnovených RNDr. J. Gregorem z ÚHÚL, pobočky v Hradci Králové. Tyto plochy byly potřeby opakovaně snímkovány, v roce 1991 s cílem zachytit nejen současný stav, ale především vegetační dynamiku v letech 1951 až 1991.

MATERIÁL A METODA

CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚZEMÍ

Studované území, pokryté převážně smrkovými monokulturami, se rozkládá v olešenské, vrchmezské a dešenské části Orlického hřbetu, který je součástí Dešenské hornatiny. Jedná se o bývalé polesí Olešnice a Deštné, tj. o nynější lesní správu Deštné.

Převážná část území je tvořena krystalinikem - svorovými rulami, granitickými svory, méně ortorulami, pararulami a migmatity (Martinec, 1977). V nejnižších a středních partiích zájmového území převažuje mezotrofní až oligotrofní hnědá lesní půda, v horském masívu často podzolovaná. V nejvyšších partiích jsou vyvinuty humusové a humusozelezité podzoly. Na náhorních plošinách nebo jen na mírně svažitém terénu se setkáváme s půdami ovlivněnými vodou, horskými pseudogleji, svahovými gleji, rašelinnými gleji a semigleji.

Klimaticky patří zájmové území do chladné oblasti C, okrsku Cl - mírně chladného. Průměrná roční teplota se ve výškovém rozpětí pohybuje od 5,4 °C (Deštné) do 4,2 °C (Velká Deštná), ve vegetačním období v průměru kolísá od 10 do 12 °C. Průměrný roční úhrn srážek činí od 1116 mm (Deštné) zhruba do 1300 až 1400 mm ve vrcholových partiích. Délka vegetační doby je ve výšce 700 m n. m. 123 dní a ve výšce 1100 m jen 83 dní. Převládá západní proudění vzduchu, častý je i severovýchodní vítr zvaný polák.

Průměrná roční koncentrace SO₂ se podle ČHMÚ pohybuje kolem 20 až 30 µg.m⁻³. Mimo hlavní toxickou složku - oxid siřičitý - obsahují imise fluorovodík, jehož koncentra-

ce jsou o jeden až dva řády nižší, ale fytotoxicita je až desetinásobná. Dále jsou v imisích obsaženy ve značném množství oxidy dusíku a oxid uhelnatý.

Podle vegetačních rekonstrukcí v zájmovém území Deštné hornatiny výrazně převládaly druhově bohaté bučiny a jedlobučiny svazu *Fagion* (Luquet 1926). V nejvyšších hřebenových partiích od Šerlichu až po Vrchmezi se vyskytovaly druhově chudé acidofilní bučiny, smrkové bučiny a jedliny svazu *Luzulo-Fagion* (Lohmeyer et Tüxen in Tüxen 1954). Pouze v nejvyšších hřebenových polohách (nad 1000 až 1050 m n. m.) se vyskytovaly přirozené smrčiny svazu *Vaccinio-Piceion* Br. - Bl., in Br. - Bl., Sissingh et Vlieger 1939. Ostatní rostlinné formace zaujímaly jen nepatrné plochy (M i - k y š k a et al., 1968).

Do současné doby se ve studovaném území zachovaly jen malé fragmenty přírodních společenstev, např. ve státních přírodních rezervacích (SPR) Bukačka, Pod Vrchmezim a Sedloňovský vrch. Původní či přírodní společenstva smrkového lesního vegetačního stupně se nezachovala. Podle údajů k 1. 1. 1986 z lesního hospodářského plánu (LHP) a lesního hospodářského celku (LHC) Opočno (lesní správy Deštné) jsou jehličnany zastoupeny 90,1 % (smrk ztepilý 89,5 %, smrk pichlavý 0,3 %, jedle bělokora 0,2 %, modřín opadavý 0,1 %), listnáče 8,4 % (buk lesní 6,7 %, javor klen 0,3 %, bříza bradavičnatá 0,1 %, jeřáb obecný 1,1 %, olše šedá 0,3 %) a 1,5 % plochy zaujímá skutečná holina.

VÝZKUM V POROSTECH

Při studiu dynamiky vegetačních změn ve smrkových porostech na lesní správě Deštné bylo na 17 výzkumných plochách (TVP 01 - 17) navázáno na fytocenologické a pedologické záznamy prof. A. Zlatníka a prof. J. Pelíška z roku 1951 a RNDr. J. Gregora z roku 1971. V r. 1991 byly tyto plochy o velikosti 490 m² opět snímkovány pomocí sedmičlenné stupnice Braun-Blanquetovy, popsány imisně ekologické poměry a na vybraných plochách (TVP 01, 10, 13 a 16) obnoveny půdní sondy a podle genetických horizontů odebrány půdní vzorky. Přehled základních údajů o TVP 01 - 17 je uveden v tab. I.

ZPRACOVÁNÍ A HODNOCENÍ SNÍMKŮ

Taxonomické názvy druhů byly sjednoceny ve všech fytocenologických zápisech (Dostál, 1954; Pilous a Duda, 1960). Jednotlivé snímky byly podle zásad curyšsko-montpelliérské školy zařazeny do příslušných asociací: *Athyrio alpestre-Piceetum* (Aa-P), *Vaccinio myrtilli-Piceetum* (Vm-P), *Calamagrostio villosae-Piceetum* (Cv-P) a *Deschampsio flexuosae-Piceetum* (Df-P). Fytocenologické snímky jsou očíslovány tak, že první dvojčíslí značí výzkumné plochy (TVP) (01 - 17) a třetí číslo (1, 2 nebo 3) rok snímkování (1951, 1971, 1991), tzn., že např. snímek s označením 093 byl zapsán na TVP 09 v roce 1991.

Změny ve floristické podobnosti v letech 1951, 1971 a 1991 byly hodnoceny Sørensenovým koeficientem floristické podobnosti, který upravil Schmidt (Kubíkova, 1986). U jednotlivých druhů byla vypočítána konstanta a byly zařazeny do příslušných tříd I až V (Kubíkova, 1971).

Dále byly použity tyto numerické metody hodnocení fytocenologických dat:

1. Aglomerativní hierarchická klasifikace (Orlůci, 1978). Mírou nepodobnosti snímků byla euklidovská vzdálenost, jako shlukovací algoritmus byla použita metoda průměrné vzdálenosti (average linkage).

I. Přehled základních údajů o výzkumných plochách (VP) - A survey of basic data on research areas (VP)

Číslo VP	Nadmořská výška ² (m)	Expozice ³	Sklon ⁴ (°)	Porost ⁵	Lesní typ ⁶	Věk ⁷ roky	Střední výška ⁸ (m)	Střední výčetní tloušťka ⁹ (cm)	Bonita ¹⁰ (stupeň)	Zakme- nění ¹¹	Zápoj stromového patra (E ₃) v roce ¹²		
											1951	1971	1990
											(%)		
01	725	JZ	25	111C ₁₃	6K ₆	125	25	37	5	9	70	80	75
02	870	JZ	15	124C ₁₃	6K ₆	125	27	40	4	8	60	50	60
03	1 080	SV	2	122F ₁₃	8Z ₄	123	17	30	9	8	70	70	80
04	1 110	JZ	2	130A ₁₆	8Z ₂	160	18	30	9	8	70	80	25
05	1 110	-	0	130A ₁₆	8Z ₄	160	18	30	9	8	70	70	0
06	960	Z	20	120E ₁₁	7K ₁	108	23	32	5	9	70	70	70
07	980	JV	10	123D ₁₃	7V ₁	125	25	39	5	7	70	60	70
08	840	V	30	132A ₈	6A ₅	78	21	26	5	8	90	70	70
09	830	V	20	132A ₈	6N ₁	78	21	26	5	8	80	70	70
10	750	JZ	25	126C ₁₂	6N ₁	119	28	40	4	10	80	80	80
11	750	JZ	30	123A ₁₂	7Z ₁	120	16	23	9	8	70	70	65
12	1 025	JZ	10	122F ₁₃	8Z ₄	123	17	30	9	8	70	70	50
13	1 040	-	0	122E ₉	8Z ₄	87	15	24	8	8	75	60	30
14	1 020	Z	20	109C ₁₃	7Z ₂	128	15	34	7	7	65	60	50
15	940	SZ	20	116A ₁₁	7N ₁	109	24	29	6	10	75	75	70
16	920	Z	20	127C ₁₀	7K ₁	98	21	27	6	8	90	80	90
17	990	Z	10	128A ₁₁	7P ₁	109	22	28	6	8	80	70	0

⁺/ Údaje k roku 1986 podle lesního hospodářského plánu - Data from the year of 1986 according to forest management plan

¹ number of research area (VP), ² altitude, ³ exposure, ⁴ slope, ⁵ stand, ⁶ forest type, ⁷ age, years, ⁸ medium height, ⁹ medium diameter at breast height, ¹⁰ yield class (grade), ¹¹ stand density, ¹² canopy of tree storey (E₃) in the year

2. Divizivní klasifikace metodou TWINSpan (two way indicator species analysis, Hill, 1979a).

3. Ordinance metodou korespondenční analýzy (detrended correspondence analysis, DCA, program DECORANA, Hill, 1979b).

První osa ordinace odpovídá směru největší variability v celém souboru dat. Ordinance druhů a snímků si vzájemně odpovídají (Jongman et al., 1987).

Pro všechny soubory byla sedmičlenná stupnice abundance a dominance transformována na hodnoty 1 - 7.

VÝSLEDKY

PŘEHLED SYNTAXONU SMRKOVÝCH POROSTŮ

Fytocenologická klasifikace syntaxonů smrkových porostů byla velice různě interpretována. V následujícím přehledu jsou uvedeny syntaxony smrkových porostů. V rámci studovaného materiálu byla vylišena jedna vegetační třída, dva řády, dva svazy, jeden podsvaz a čtyři asociace:

třída: *Vaccinio-Piceetea* Br.-Br., in Br.-Bl., Sissingh et Vlieger, 1939

řád: *Athyrio-Piceetalia* Hadač, 1962

svaz: *Athyrio-Piceion* Sýkora, 1971

asociace: *Athyrio alpestre-Piceetum* Hartmann, 1959

řád: *Vaccinio-Piceetalia* Br.-Bl., in Br.-Bl., Sissingh et Vlieger, 1939

svaz: *Vaccinio-Piceion* Br.-Bl., in Br.-Bl., Sissingh et Vlieger, 1939

podsvaz: *Eu-Vaccinio-Piceion* Oberdorfer, 1962

asociace: *Calamagrostio villosae-Piceetum* (Tx, 1937) Hartmann, 1953

Vaccinio myrtilli-Piceetum Szafer, Kulcz. et Pawl., 1923

Deschampsio flexuosae-Piceetum Hadač et al., 1969

Athyrio alpestre-Piceetum (Hartmann, 1959)

V relativně dobře zapojeném stromovém patře (zápoj 60 - 90 %) dominuje *Picea abies*, vtroušen je *Acer pseudoplatanus* (V. třída konstance - tř. konst.) a místy se vykytuje *Fagus silvatica* (III. tř. konst.). Ojedinelé keřové patro (pokryvnost 0 - 30 %) tvoří *Picea abies*, *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus* a *Sorbus aucuparia*, které lze zařadit do II. - III. tř. konst.

Fyziognomicky je asociace charakterizována dominancí kapraďorostů *Athyrium alpestre*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris spinulosa* a *Polystichum lobatum* v bylinném patře. Ráz této asociace je dotvářen prvky vysokostébelných niv - *Streptopus amplexifolius* a *Veratrum album*. Z mechorostů jsou významné *Polytrichum formosum*, *Catharinaea undulata* a *Plagiothecium curvifolium*. Pokryvnost mechového patra kolísá od 5 do 30 %.

V bylinném patře jsou v V. tř. konst. zastoupeny: *Athyrium filix-femina*, *Calamagrostis villosa*, *Dryopteris spinulosa*, *Lamium luteum*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Polygonatum verticillatum*, *Prenanthes purpurea*, *Rubus idaeus*, *Stellaria nemorum*, *Streptopus amplexifolius* a *Vaccinium myrtillus*, ve IV. tř. konst.: *Actea spicata*, *Calamagrostis arundinacea*, *Carex pilulifera*, *Deschampsia flexuosa*, *Homogyne alpina*, *Impatiens noli-tangere*, *Polystichum lobatum*, *Senecio fuchsii*, ve III. tř. konst.: *Ajuga reptans*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Milium effusum*, *Rumex arifolius*, *Senecio nemorensis* a *Veratrum album*. V mechovém patře je v V. tř. konst. zastoupen *Polytrichum formosum*, ve

IV. tř. konst. *Dicranum scoparium* a ve III. tř. konst. *Catharinea undulata* a *Plagiothecium curvifolium*.

Význačnou druhovou kombinaci tvoří *Picea abies*, *Athyrium alpestre*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris spinulosa*, *Calamagrostis villosa*, *Stellaria nemorum*, *Homogyne alpina*, *Oxalis acetosella*, *Polytrichum formosum*, *Dicranum scoparium* a *Sphagnum girgensohnii*.

Celkem bylo v asociaci zjištěno 99 druhů, počet druhů ve snímcích kolísá mezi 21 až 58. Průměrný počet druhů ve snímcích v roce 1951 činil 50, v roce 1971 35 a v roce 1991 27, procentuálně vyjádřeno 100 %, 70 % a 54 %. I z hodnot Sørensenova koeficientu vyplývá, že ve společenstvech této asociace probíhají významnější změny než pouhá fluktuace v čase, nejmarkantněji je to patrné na ploše 08 (hodnoty koeficientu 62 - 35 %) (tab. II).

Společenstva byla nalezena na písčitohlinité oglejené mezotrofní hnědé lesní půdě a oglejeném humusovém podzolu v nadmořské výšce 840 až 1025 m. Ve všech třech sledovaných obdobích (rok 1951, 1971 a 1991) byla tato asociace popsána pouze na ploše 08. Na ploše 02 byla vylišena pouze v roce 1951, na ploše 12 v roce 1951 a 1971, později již byly tyto plochy zařazeny do asociace Cv-P.

II. Změny druhové pestrosti a floristické podobnosti společenstev na výzkumných plochách (VP) 01 až 17 - Changes in species diversity and floristic similarities of communities in research area (VP) 01 - 17

Číslo VP	Asociace ²			Počet druhů ³			Sørensenův koeficient ⁴ (%)		
	rok ⁵								
	1951	1971	1991	1951	1971	1991	1951/71	1971/91	1951/91
01	Df-P	Df-P	Df-P	19	21	18	70	61	50
02	Aa-P	Cv-P	Cv-P	58	41	19	81	62	49
03	Df-P	Cv-P	Df-P	24	11	14	52	64	45
04	Df-P	Df-P	Df-P	22	14	14	78	46	47
05	Cv-P	Cv-P	Cv-P	19	15	15	70	64	51
06	Df-P	Vm-P	Df-P	11	13	12	77	66	44
07	Cv-P	Cv-P	Cv-P	51	42	33	76	70	60
08	Aa-P	Aa-P	Aa-P	61	39	27	62	60	35
09	Vm-P	Vm-P	Df-P	24	20	14	45	60	32
10	Vm-P	Vm-P	Df-P	20	13	13	70	48	42
11	Vm-P	Vm-P	Df-P	15	14	18	81	69	53
12	Aa-P	Aa-P	Cv-P	33	32	20	75	71	53
13	Cv-P	Cv-P	Df-P	16	15	10	74	80	60
14	Cv-P	Cv-P	Cv-P	21	15	12	51	77	51
15	Df-P	Cv-P	Df-P	12	13	13	66	58	44
16	Df-P	Df-P	Df-P	10	13	11	37	60	45
17	Cv-P	Df-P	Df-P	15	15	13	57	41	42

¹number of research area, ²association, ³number of species, ⁴Sørensen's coefficient, ⁵year

Společenstva této asociace patří v Orlických horách mezi ohrožená, a to pravděpodobně v důsledku změn světelných poměrů, vlhkosti a kyselosti půdy. V posledních letech se vývoj těchto kapradinových společenstev s prvky vysokostébelných niv relativně rychle ubírá směrem k asociaci Cv-P.

Calamagrostis villosae-Piceetum (Tx, 1937) Hartmann, 1953

V převážně dobře zapojeném stromovém patře dominuje *Picea abies* (V. tř. konst.), vtroušen je *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica* a *Sorbus aucuparia* (III. a II. tř. konst.). Keřové patro je jen ojedinělé a řídké (pokryvnost 0 až 20 %), jeho druhová skladba odpovídá stromovému patru.

Fyziognomicky je asociace charakterizována vysokou pokryvností *Calamagrostis villosa*, která tvoří často až souvislé svrchní bylinné patro. *Deschampsia flexuosa* je obvykle koncentrována ve spodním bylinném patře. Mechové patro s charakteristickým *Polytrichum formosum* a *Dicranum scoparium* je vždy vyvinuto (pokryvnost 5 až 40 %).

V bylinném patře jsou v V. tř. konst. zastoupeny: *Calamagrostis villosa* a *Vaccinium myrtillus*, ve IV. tř. konst.: *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris spinulosa*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella* a *Trientalis europaea*, ve III. tř. konst. *Athyrium filix-femina*, *Homogyne alpina*, *Polygonatum verticillatum* a *Streptopus amplexifolius*. V mechovém patře jsou v V. tř. konst. konstante zastoupeny *Dicranum scoparium* a *Polytrichum formosum*, ve IV. třídě není zařazen žádný druh a ve III. tř. konst. *Plagiothecium curvifolium*.

Význačnou druhovou kombinaci tvoří *Picea abies*, *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris spinulosa*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Trientalis europaea*, *Homogyne alpina*, *Polytrichum formosum*, *Dicranum scoparium* a *Plagiothecium curvifolium*.

Celkem bylo v asociaci zjištěno 86 druhů, počet druhů ve snímcích kolísá mezi 14 až 43. Průměrný počet druhů ve snímcích v roce 1951 činil 25, v roce 1971 21 a v roce 1991 19, procentuálně vyjádřeno 100 %, 84 % a 76 %. Také z hodnot Sørensenova koeficientu vyplývá, že ve společenstvech této asociace probíhají významnější změny než pouhá fluktuace v čase (hodnoty koeficientu převážně pod 70 %) (tab. II).

Společenstva byla nalezena na hlinitopísčitém a písčitolinitém humusovém podzolu, oglejeném humusovém podzolu a oglejené mezotrofní hnědé lesní půdě v nadmořské výšce 870 až 1110 m. Ve všech třech sledovaných obdobích (rok 1951, 1971 a 1991) byla tato asociace popsána na ploše 05, 07 a 14. V roce 1951 byla vylišena na plochách 12 a 17, v roce 1971 na 02, 03, 13, 15 a v roce 1991 na 02 a 12. Ve většině případů tato společenstva v sobě zahrnují četné přechodné prvky ze společenstva Df-P.

Společenstva této asociace patří v Orlických horách dosud k nejrozšířenějším, i když se jejich vývoj v posledních letech různě rychle ubírá směrem k asociaci Df-P.

Deschampsia flexuosae-Piceetum (Hadač et al., 1969)

V různě zapojeném až rozvolněném stromovém patře dominuje *Picea abies* (V. tř. konst.), výjimečně je vtroušen *Fagus sylvatica* a *Sorbus aucuparia* (I. a II. tř. konst.). Keřové patro je jen ojedinělé, převážně řídké (pokryvnost 0 - 30 %) a jeho druhová skladba odpovídá stromovému patru (I. a II. tř. konst.).

Bylinné patro je druhově velice chudé, výraznou dominantu v něm tvoří *Deschampsia flexuosa*, která místy pokrývá až souvislé plochy. Vždy je přítomná *Dryopteris spinulosa*,

Vaccinium myrtillus. Suchost stanoviště značně omezuje výskyt *Calamagrostis villosa*. Mechové patro je vždy vyvinuto, většinou s nižší pokrývností. Dominuje v něm *Polytrichum formosum*.

V bylinném patře jsou v V. tř. konst. zastoupeny: *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris spinulosa* a *Vaccinium myrtillus*, ve IV. tř. konst. *Sorbus aucuparia* a ve III. tř. konst. *Maianthemum bifolium*. V mechovém patře je v V. tř. konst. zastoupen *Polytrichum formosum*, ve IV. tř. konst. *Dicranella heteromalla*, *Dicranum scoparium* a *Plagiothecium curvifolium*, do III. tř. konst. nebyl zařazen žádný druh.

Význačnou druhovou kombinaci tvoří *Picea abies*, *Deschampsia flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Dryopteris spinulosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Polytrichum formosum*, *Dicranella heteromalla*, *Dicranum scoparium* a *Plagiothecium curvifolium*.

Celkem bylo v asociaci zjištěno 48 druhů, počet druhů ve snímcích kolísá mezi 10 až 22. Průměrný počet druhů ve snímcích v roce 1951 činil 16 (100 %), v roce 1971 15 (94 %) a v roce 1991 13 (81 %). Také z hodnot Sørensenova koeficientu vyplývá, že ve společenstvech této asociace probíhají významnější změny než pouhá fluktuace v čase (hodnoty koeficientu většinou pod 70 %) (tab. II).

Společenstva byla nalezena na hlinitopísčité podzolované oligotrofní hnědé lesní půdě a humusovém podzolu ve výšce 725 až 1110 m n. m. Ve všech třech sledovaných obdobích (rok 1951, 1971 a 1991) byla tato asociace popsána pouze na plochách 01, 04 a 16. V roce 1951 byla vylišena na plochách 03, 06 a 15, v roce 1971 na 17 a v roce 1991 na 03, 06, 09, 10, 11, 13, 15 a 17. V posledních letech se společenstva této asociace stávají v hřebenových partiích Orlických hor výrazně dominantními. Postupně k nim směřuje trend sukcese většiny společenstev monokulturních smrkových porostů. *Deschampsia flexuosa* je v těchto společenstvech výraznou dominantou díky vyššímu prosvětlení porostů, nahrazuje některé druhy méně odolné vůči okyselení stanoviště, zejména pak *Vaccinium myrtillus*. Ústup dalších druhů, ke kterým náleží především *Calamagrostis villosa*, byl způsoben změnou vodního režimu - celkovým vysycháním ekotopu. Tyto změny lze vysvětlit jako důsledek působení imisí na vegetaci.

Vaccinio myrtilli-Piceetum (Szafer, Kulcs. et Pawl., 1923)

V relativně dobře zapojeném stromovém patře dominuje *Picea abies* (V. tř. konst.), vtroušen je *Fagus silvatica* a *Sorbus aucuparia* (II. tř. konst.). Keřové patro je vyvinuto jen sporadicky - *Picea abies* a *Fagus silvatica* (I. tř. konst.). V bylinném patře je základní dominantou *Vaccinium myrtillus*. Vždy se vyskytuje *Deschampsia flexuosa* a *Calamagrostis villosa*. V poměrně dobře vyvinutém mechovém patře je vždy zastoupen *Dicranum scoparium*, *Plagiothecium curvifolium* a *Polytrichum formosum*.

V bylinném patře jsou v V. tř. konst. zastoupeny: *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia flexuosa* a *Vaccinium myrtillus*, ve IV. tř. konst. *Dryopteris spinulosa*, ve III. tř. konst. *Carex pilulifera*, *Fagus silvatica*, *Maianthemum bifolium*, *Picea abies*, *Rubus idaeus* a *Sorbus aucuparia*. V mechovém patře jsou v V. tř. konst. *Dicranum scoparium*, *Plagiothecium curvifolium* a *Polytrichum formosum*, ve IV. tř. konst. *Dicranella heteromalla*, ve III. tř. konst. *Plagiothecium curvifolium* a *Pohlia nutans*.

Význačnou druhovou kombinaci tvoří *Picea abies*, *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris spinulosa*, *Maianthemum bifolium*, *Polytrichum formosum*, *Dicranum scoparium* a *Plagiothecium curvifolium*.

Celkem bylo v asociaci zjištěno 38 druhů, počet druhů ve snímcích kolísal od 26 do 10. Průměrný počet druhů ve snímcích v roce 1951 činil 20 a v roce 1971 15 (procentuálně vyjádřeno 100 a 75 %), v roce 1991 již tato asociace nebyla vylišená. Také z hodnot Sørensenova koeficientu vyplývá, že ve společenstvech této asociace probíhají výraznější změny než pouhá fluktuace v čase (tab. II).

Společenstva byla nalezena na písčitohlinité oligotrofní hnědé lesní půdě a humusovém podzolu v nadmořské výšce 750 až 830 m. Byla popsána pouze v letech 1951 a 1971 na plochách 09, 10 a 11. V roce 1991 na těchto plochách již byla zaznamenána asociace Df-P. Společenstva této asociace v Orlických horách téměř vymizela, přestože zde v pásmu smrčín byla v minulosti nejrozsáhlejší.

Toto členění odpovídá pojetí, které formuloval S o f r o n (1981); M o r a v e c et al. (1983) slučují asociace Cv-P, Df-P a Vm-P do souborné asociace Cv-P. Odpovídá to poměrné druhové chudosti uvedených asociací, které jsou odlišovány především na základě zastoupení dominantních druhů.

NUMERICKÁ KLASIFIKACE ROSTLINNÝCH SPOLEČENSTEV

Klasický klasifikační postup vycházející ze zásad curyšsko-montpelliérské školy, uvedený v předchozí stati (Přehled syntaxonů smrkových porostů), byl porovnán s výsledky numerické klasifikace. Jejím cílem je pomocí daného algoritmu matematicky roztřídit soubor snímků na jednotlivé skupiny snímků navzájem podobných. Za tím účelem byly aplikovány dva druhy hierarchické klasifikace, tj. klasifikace aglomerativní a divizivní.

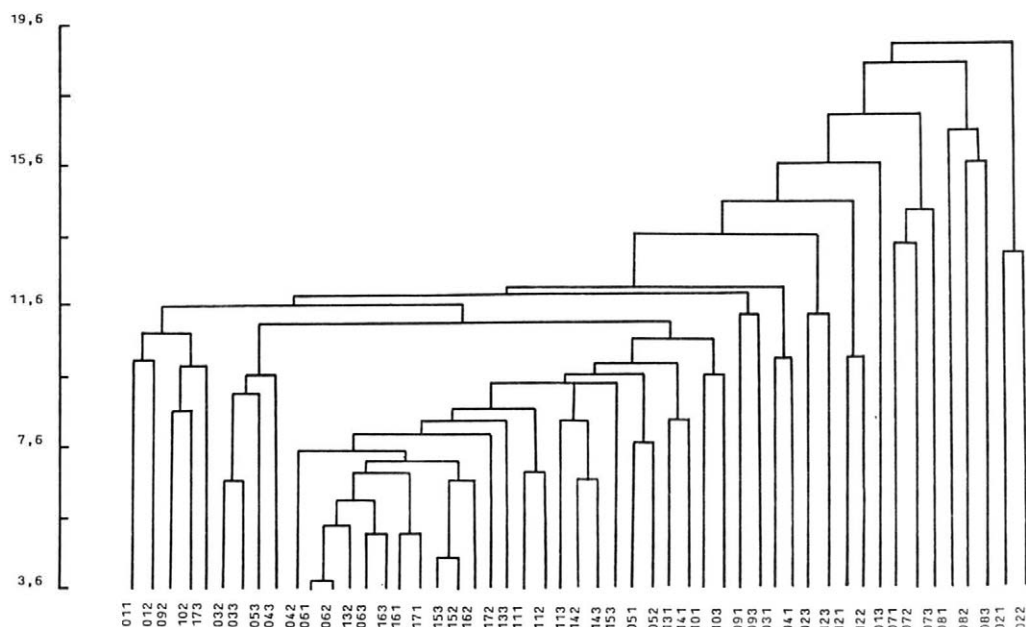
Aglomerativní klasifikace

Výsledky numerické klasifikace znázorňuje dendrogram na obr. 1. Řada snímků od 011 až po 041 tvoří jeden základní velký shluk. Jsou v něm obsažena společenstva asociací Vm-P, Df-P a Cv-P. Tato společenstva se v dendrogramu sdružují na vysoké hladině podobnosti. Navzájem se liší především podílem dominantních druhů (*Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa* a *Calamagrostis villosa*). M o r a v e c et al. (1983) všechna tato společenstva řadí do jedné asociace - Cv-P. Protože při užití hodnot Braun-Blanquetovy stupnice transformovaných na hodnoty 1 až 7 je klasifikace více ovlivněna druhovým složením než zastoupením dominant, neodlišila asociace Vm-P, Df-P a Cv-P.

Ostatní snímky v pravé části obr. 1 (tj. 023 až 022) jsou již více rozrůzněny a tvoří výrazné shluky. Je to skupina druhově pestřejších společenstev s převážně hojným zastoupením kapradin. Tato společenstva náleží do asociace Aa-P, nebo jde o přechodná společenstva od této asociace k asociaci Cv-P (snímky 022, 023, 123) či o společenstva z asociace Cv-P s neobvykle velkou druhovou diverzitou (snímky 071, 072, 073).

Divizivní klasifikace

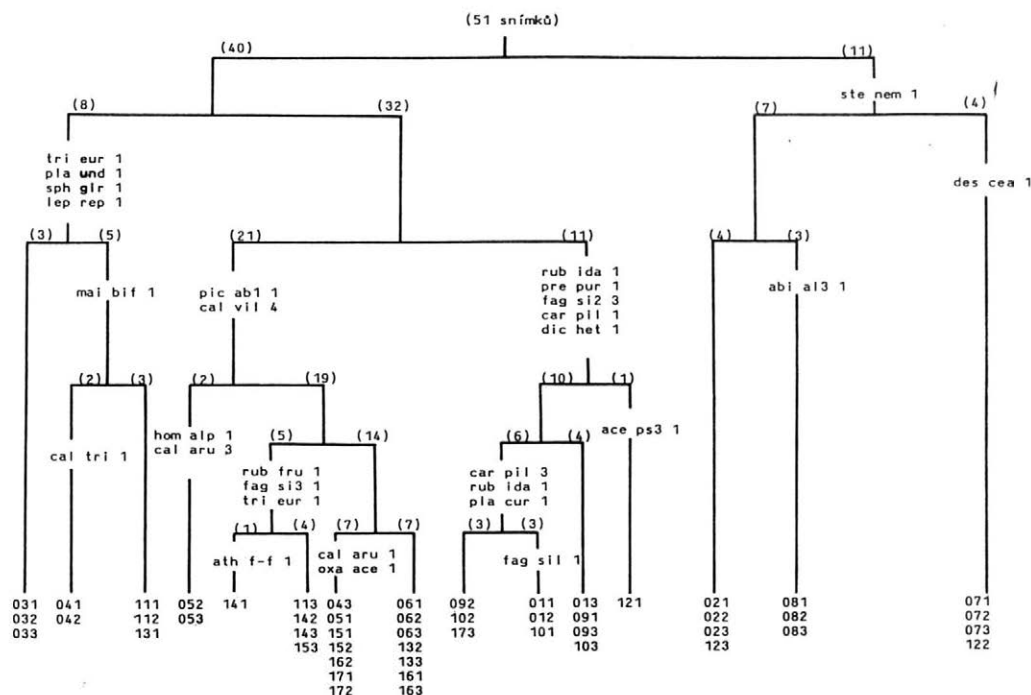
Výsledky klasifikace jsou znázorněny na obr. 2. Skupina 40 snímků (od 031 až po 121) tvoří první základní velký shluk, jenž v pojetí, které uvádějí M o r a v e c et al. (1983), náleží společenstvům asociace Cv-P. Při podrobnějším členění jde o asociace Df-P, Vm-P a Cv-P. Pouze v jednom případě (snímek 121) je to přechodné společenstvo asociace Aa-P, které později přechází do Cv-P. Ani tato (v principu floristická) klasifikace nebyla schopna odlišit od sebe asociace Df-P, Vm-P a Cv-P. Výsledky numerické klasifikace v tomto případě podporují pojetí citovaných autorů (M o r a v e c et al., 1983).



1. Dendrogram znázorňující výsledky aglomerativní klasifikace snímků - Dendrogramme expressing the results of agglomerative classification of plant records

osa x - číslo snímku - axis x - number of shot

osa y - iniciální vzdálenost - axis y - initial distance



2. Výsledky numerické klasifikace snímků metodou TWINSpan. Každé dělení je doprovázeno seznamem indikátorových druhů - Results of numeric classification of records through the TWINSpan method. Each classification is accompanied with the list of indicator species

Jde o shluk snímků s poměrně malou druhovou diverzitou. Přestože jsou zde sdruženy 4/5 snímků, vyskytuje se v nich pouze 35 % z celkového počtu hodnocených druhů.

Skupina 11 snímků (od 021 až po 122) tvoří druhý základní velký shluk (indikátorový druh *Stellaria nemorum*). Jsou to buď společenstva náležející do asociace Aa-P, nebo přechodná druhově bohatá společenstva zařazená do asociace Cv-P. Druhová diverzita tohoto shluku je značná. V 1/5 snímků sdružených v tomto shluku je 65 % druhů z celkového počtu, který byl zjištěn ve studovaných smrkových porostech.

Obě klasifikace (aglomerativní i divizivní) odlišily druhově relativně chudá společenstva, která Moravec et al. (1983) řadí do souborné asociace Cv-P, od druhově bohatších společenstev, z nichž většinu lze zařadit do asociace Aa-P, nebo představují přechodné druhově bohaté typy k této asociaci. Výsledky ukazují na obtížnost jednoznačného zařazení některých přechodných typů, zvláště v případech, kdy pod různými (antropogenními) vlivy dochází ke změnám ve společenstvech.

ORDINACE ROSTLINNÝCH SPOLEČENSTEV

Ordinace snímků

Grafický výstup ordinace snímků (obr. 3) znázorňuje „trajektorii“ jednotlivých ploch v ordinačním prostoru vzniklou spojením tří bodů. Souřadnice těchto bodů odpovídají snímkům zapsaným v letech 1951, 1971 a 1991 na téže výzkumné ploše. Z poměru velikosti přímků vektoru i ze samotné jejich délky lze usuzovat na dynamiku vegetačních změn v uvedených letech. Zhruba lze říci, že čím více se trojice ordinačních bodů z jedné plochy k sobě blíží, tím k menší vegetační dynamice ve sledovaných letech došlo a naopak.

V ordinačním prostoru směrem odleva doprava klesá druhová diverzita společenstev. Výrazně vlevo jsou v ordinačním prostoru umístěny snímky z plochy 08, které patří společenstvu Aa-P. Nejblíže jejich ordinačnímu prostoru leží snímky z ploch 02, 12, tj. společenstva směřující od asociace Aa-P ke Cv-P. Po roce 1951 a zejména pak po roce 1971 prvky kapradinových smrčín (asociace Aa-P) z těchto dvou ploch poměrně rychle mizí. Celkem stranou leží snímky z plochy 07, tj. druhově velmi bohatá společenstva patřící do asociace Cv-P. Výsledky ordinace ukazují, jak druhově bohatá společenstva papratkových smrčín nebo přechodných typů na plochách 02, 07 a 08 ztrácejí své charakteristické rysy a jejich vývoj směřuje k nepřiliš diferencovaným, druhově chudým smrčínám.

Můžeme se oprávněně domnívat, že výrazně urychlená vegetační dynamika společenstev na plochách 02, 06, 12, 15 a 17 v letech 1971 až 1991 byla způsobena prosvětlením v důsledku zvýšeného imisně ekologického zatížení.

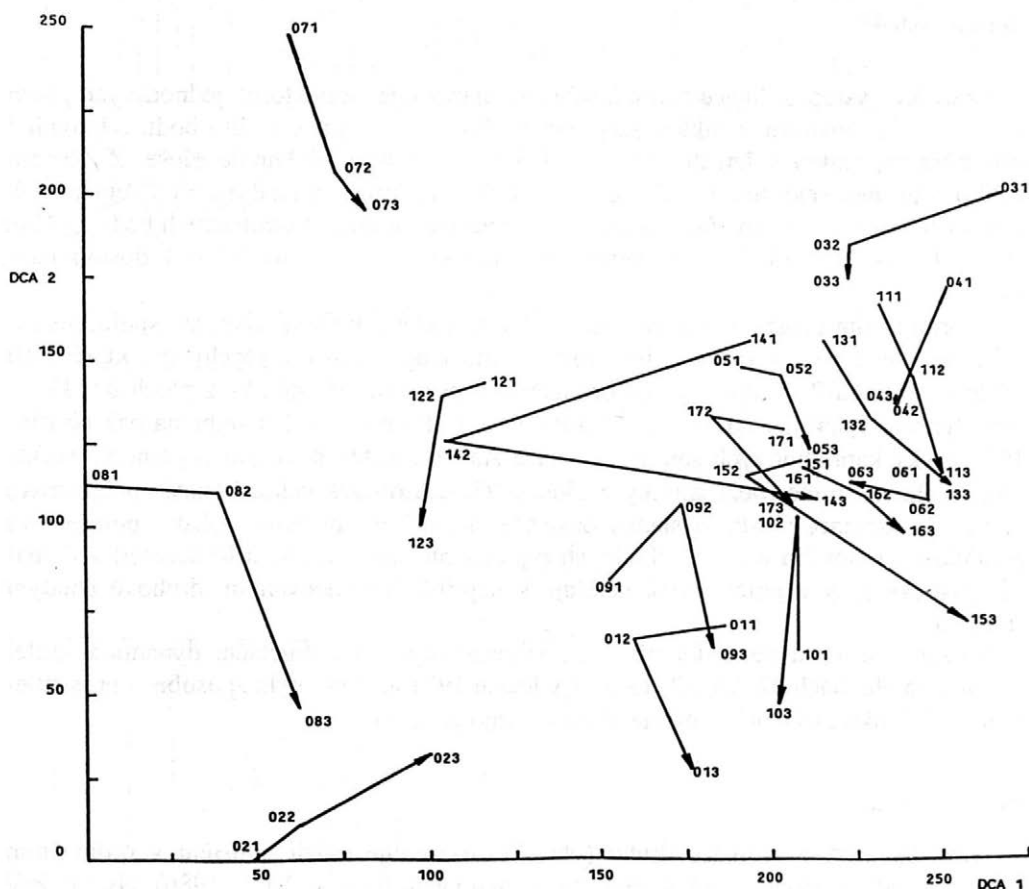
Ordinace druhů

Grafický výstup ordinace druhů (obr. 4) znázorňuje jejich umístění v ordinačním prostoru podle podobnosti ekologických nároků (A m b r o s , 1985, 1986), číselný klíč k druhům je uveden v tab. III. V pravé horní části ordinačního prostoru se nacházejí převážně druhy typické pro smrkové porosty. Jsou to např. *Deschampsia flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Dryopteris spinulosa*, *Homogyne alpina*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Polygonatum verticillatum*, *Rubus idaeus*, *Senecio fuchsii*, *Streptopus amplexifolius* a *Trientalis europaea*. Většina druhů je z hlediska indi-

kace trofického režimu (půdní reakce) řazena mezi rostliny mírně až silně kyselých půd. Z hlediska světelného režimu jde o taxony, které jsou stinné, ale mohou růst i na světlejších lokalitách. Odolnost vůči vysychání a zamokření nelze u této skupiny zobecnit.

V horní levé části ordinačního prostoru jsou převážně druhy charakteristické pro suťové lesy a částečně i pro bučiny, které vyžadují svěží a nitrofilní půdy. Jedná se např. o *Phegopteris dryopteris*, *Phegopteris polypodioides*, *Blechnum spicant*, *Carex muricata*, *Ajuga reptans*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Stellaria nemorum*, *Scrophularia nodosa*, *Asarum europaeum*, *Festuca silvatica*, *Geranium roborianum*, *Primula elatior*, *Thalictrum aquilegifolium* a *Polystichum lobatum*.

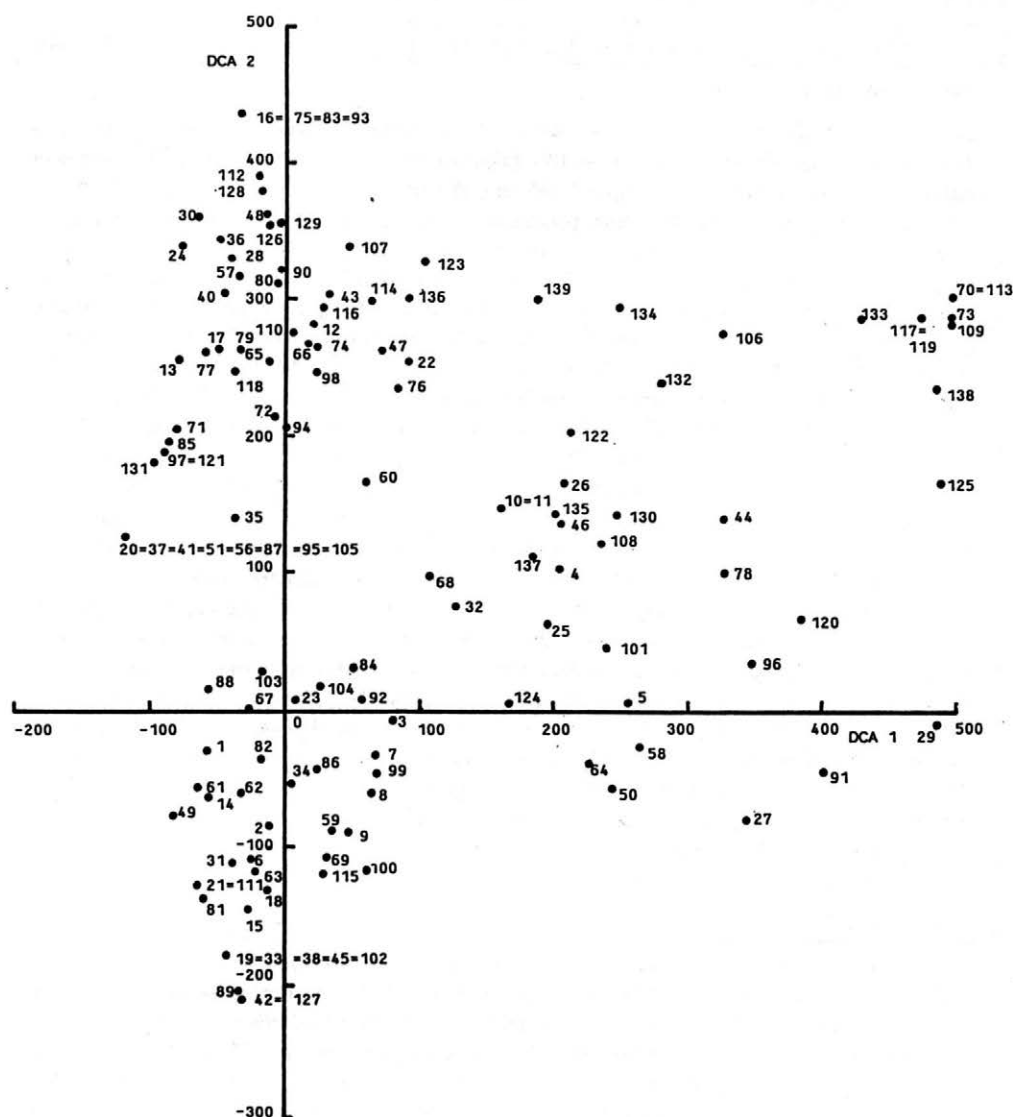
Ve spodní části ordinačního prostoru jsou poblíž osy DCA 2 převážně druhy se značnými trofickými nároky, tj. taxony rostoucí obvykle na stanovištích květnatých bučin. Jsou to např. *Dentaria enneaphyllos*, *Corydalis cava*, *Asperula odorata*, *Actea spicata*, *Euphorbia dulcis*, *Dryopteris filix-mas*, *Veronica montana*, *Poa angustifolia*, *Prenanthes*



3. Výsledky ordinace snímků (metodou korespondenční analýzy, DECORANA). Přímký spojují body odpovídající snímkům téže plochy v jednotlivých letech - Results of ordination of records (through the method of correspondence analysis, DECORANA). The lines link the points corresponding to records of the same area in different years

purpurea, *Senecio nemorensis* a *Hieracium vulgatum*. Z hlediska trofických nároků jde o rostliny bohatších, slabě kyselých až neutrálních, půd.

Ze zastoupení druhů ve studovaných smrkových porostech je patrné, že na mnoha místech přežívají původní druhy bučin.



4. Výsledky ordinace druhů (metodou korespondenční analýzy, DECORANA). Čísla druhů jsou v tabulce III - Results of ordination of species (through the method of correspondence analysis, DECORANA). The figures of species are given in Tab. III

Stromové patro¹ (E₃):
1 - <i>Abies alba</i> (abi al3), 2 - <i>Acer pseudoplatanus</i> (ace ps3), 3 - <i>Fagus silvatica</i> (fag si3), 4 - <i>Picea abies</i> , 5 - <i>Sorbus aucuparia</i>
Keřové patro² (E₂):
6 - <i>Acer pseudoplatanus</i> , 7 - <i>Fagus silvatica</i> (fag si2), 8 - <i>Picea abies</i> , 9 - <i>Sorbus aucuparia</i> , 10 - <i>Abies alba</i>
Bylinné patro³ (E₁):
11 - <i>Acer pseudoplatanus</i> , 12 - <i>Aconitum napellus</i> , 13 - <i>Aconitum rostratum</i> , 14 - <i>Actea spicata</i> , 15 - <i>Aegopodium podagraria</i> , 16 - <i>Agrostis alba</i> , 17 - <i>Ajuga reptans</i> , 18 - <i>Anemone nemorosa</i> , 19 - <i>Anthriscus nitida</i> , 20 - <i>Asarum europaeum</i> , 21 - <i>Asperula odorata</i> , 22 - <i>Athyrium alpestre</i> , 23 - <i>Athyrium filix-femina</i> (ath f-f), 24 - <i>Blechnum spicant</i> , 25 - <i>Calamagrostis arundinacea</i> (cal aru), 26 - <i>Calamagrostis villosa</i> (cal vil), 27 - <i>Calluna vulgaris</i> , 28 - <i>Cardamine amara</i> , 29 - <i>Carex canescens</i> , 30 - <i>Carex muricata</i> , 31 - <i>Carex pallescens</i> , 32 - <i>Carex pilulifera</i> (car pil), 33 - <i>Carex remota</i> , 34 - <i>Carex silvatica</i> , 35 - <i>Chaerophyllum hirsutum</i> , 36 - <i>Chrysosplenium alternifolium</i> , 37 - <i>Circaea alpina</i> , 38 - <i>Cirsium palustre</i> , 39 - <i>Corydalis cava</i> , 40 - <i>Crepis paludosa</i> , 41 - <i>Dentaria bulbifera</i> , 42 - <i>Dentaria enneaphyllos</i> , 43 - <i>Deschampsia caespitosa</i> (des cae), 44 - <i>Deschampsia flexuosa</i> , 45 - <i>Dryopteris filix-mas</i> , 46 - <i>Dryopteris spinulosa</i> , 47 - <i>Epilobium montanum</i> , 48 - <i>Equisetum silvaticum</i> , 49 - <i>Euphorbia dulcis</i> , 50 - <i>Fagus silvatica</i> (fag sil), 51 - <i>Festuca silvatica</i> , 52 - <i>Filipendula ulmaria</i> , 53 - <i>Galeopsis tetrahit</i> , 54 - <i>Galium rotundifolium</i> , 55 - <i>Galium uliginosum</i> , 56 - <i>Geranium robertianum</i> , 57 - <i>Heracleum sphondylium</i> , 58 - <i>Hieracium murorum</i> , 59 - <i>Hieracium vulgatum</i> , 60 - <i>Homogyne alpina</i> (hom alp), 61 - <i>Impatiens noli-tangere</i> , 62 - <i>Lamium luteum</i> , 63 - <i>Leucium vernum</i> , 64 - <i>Luzula nemorosa</i> , 65 - <i>Luzula pilosa</i> , 66 - <i>Lycopodium annotinum</i> , 67 - <i>Lysimachia nemorum</i> , 68 - <i>Maianthemum bifolium</i> , 69 - <i>Melandrium rubrum</i> , 70 - <i>Melandrium pratense</i> , 71 - <i>Mercurialis perennis</i> , 72 - <i>Milium effusum</i> , 73 - <i>Molinia arundinacea</i> , 74 - <i>Mulgedium alpinum</i> , 75 - <i>Myosotis palustris</i> , 76 - <i>Oxalis acetosella</i> (oxa ace), 77 - <i>Petasites albus</i> , 78 - <i>Picea abies</i> (pic abl), 79 - <i>Phegopteris dryopteris</i> , 80 - <i>Phegopteris polypodioides</i> , 81 - <i>Phyteuma spicatum</i> , 82 - <i>Poa angustifolia</i> , 83 - <i>Poa chaixii</i> , 84 - <i>Polygonatum verticillatum</i> , 85 - <i>Polystichum lobatum</i> , 86 - <i>Prenanthes purpurea</i> (pre pur), 87 - <i>Primula elatior</i> , 88 - <i>Pulmonaria obscura</i> , 89 - <i>Ranunculus lanuginosus</i> , 90 - <i>Ranunculus repens</i> , 91 - <i>Rubus fruticosus</i> (rub fru), 92 - <i>Rubus idaeus</i> (rub ida), 93 - <i>Rumex acetosella</i> , 94 - <i>Rumex arifolius</i> , 95 - <i>Sanicula europaea</i> , 96 - <i>Sambucus racemosa</i> , 97 - <i>Scrophularia nodosa</i> , 98 - <i>Senecio fuchsii</i> , 99 - <i>Senecio nemorensis</i> , 100 - <i>Solidago virgaurea</i> , 101 - <i>Sorbus aucuparia</i> , 102 - <i>Stachys silvatica</i> , 103 - <i>Stellaria nemorum</i> (ste nem), 104 - <i>Streptopus amplexifolius</i> , 105 - <i>Thalictrum aquilegifolium</i> , 106 - <i>Trientalis europaea</i> (tri eur), 107 - <i>Urtica dioica</i> , 108 - <i>Vaccinium myrtillus</i> , 109 - <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , 110 - <i>Veratrum album</i> , 111 - <i>Veronica montana</i> , 112 - <i>Viola biflora</i>
Mechové patro⁴ (E₀):
113 - <i>Brachythecium albicans</i> , 114 - <i>Brachythecium rutabulum</i> , 115 - <i>Brachythecium starkei</i> , 116 - <i>Calypogeia trichomanis</i> (cal tri), 117 - <i>Campylopus pyriformis</i> , 118 - <i>Catharinaea undulata</i> , 119 - <i>Cephalozia bicuspidata</i> , 120 - <i>Dicranella heteromalla</i> (dic het), 121 - <i>Dicranodontium denudatum</i> , 122 - <i>Dicranum scoparium</i> , 123 - <i>Entodon schreberi</i> , 124 - <i>Lepidozia reptans</i> (lep rep), 125 - <i>Lophozia ventricosa</i> , 126 - <i>Mnium affine</i> , 127 - <i>Mnium undulatum</i> , 128 - <i>Mnium hornum</i> , 129 - <i>Mnium punctatum</i> , 130 - <i>Plagiothecium curvifolium</i> (pla cur), 131 - <i>Plagiothecium denticulatum</i> , 132 - <i>Plagiothecium roeseanum</i> , 133 - <i>Plagiothecium silesiacum</i> , 134 - <i>Plagiothecium undulatum</i> (pla und), 135 - <i>Pohlia nutans</i> , 136 - <i>Polytrichum commune</i> , 137 - <i>Polytrichum formosum</i> , 138 - <i>Ptilidium pulcherrimum</i> , 139 - <i>Sphagnum girgensohnii</i> (sph gir)

¹tree storey, ²shrub storey, ³herb storey, ⁴moss storey

Ze studia fytocenóz na 17 plochách ve smrkových porostech Orlických hor v letech 1951 až 1991 vyplývá urychlená vegetační dynamika, zejména pak v druhově bohatších společenstvech asociace Aa-P, ale i v druhově chudších společenstvech asociací Vm-P, Cv-P i Df-P. Vývojový trend těchto společenstev směřuje k druhově velmi chudým typům (asociace Df-P). V roce 1951 byla na šesti plochách zmapována společenstva patřící do asociace Df-P, na pěti plochách společenstva Cv-P a na třech plochách Vm-P a Aa-P. Do roku 1991 došlo k téměř dvojnásobnému nárůstu ploch se společenstvy asociace Df-P. Počet ploch se společenstvy asociace Cv-P zůstal stejný. Naproti tomu společenstva asociace Aa-P byla zaznamenána pouze na jedné ploše a asociace Vm-P již nebyla zjištěna. Průměrný počet druhů ve snímcích společenstva Aa-P v roce 1951 činil 50 (100 %), v roce 1971 35 (70 %) a v roce 1991 27 (54 %), ve snímcích společenstva Cv-P v uvedených letech byl 25 (100 %), 21 (84 %) a 19 (76 %), ve snímcích Df-P kolísal okolo 16 (100 %), 15 (94 %) a 13 (81 %). Průměrný počet druhů ve snímcích společenstva Vm-P v roce 1951 činil 20 (100 %), v roce 1971 15 (75 %) a v roce 1991 již tato asociace vylišená nebyla.

Výsledky aglomerativní a divizivní klasifikace odlišily druhově bohatá společenstva, řazená do asociace Aa-P a k přechodným typům. Naproti tomu tyto metody nebyly schopny odlišit jednotlivé typy, které M o r a v e c et al. (1983) řadí do souborné asociace Cv-P. To, že některé skupiny snímků zařazené do jednotlivých asociací Df-P, Vm-P a Cv-P neodpovídají shlukům vylišeným uvedenými klasifikacemi, je způsobeno velkou floristickou podobností těchto společenstev, ale s různými dominantními druhy. Pravděpodobně z tohoto důvodu např. M o r a v e c et al. (1983) tato společenstva nediferencují a zařazují je do souborné asociace Cv-P.

Vývojový trend společenstev monokulturních smrčů v hřebenových partiích Orlických hor směřuje k asociaci Df-P. *Deschampsia flexuosa* se stává výraznou dominantou díky vyššímu prosvětlení porostů způsobenému převážně imisně-ekologickým zatížením a nahrazuje některé druhy méně odolné vůči okyselení stanoviště, zejména pak *Vaccinium myrtillus*. Ústup dalších druhů, ke kterým náleží především *Calamagrostis villosa*, byl způsoben změnou vodního režimu - celkovým vysycháním ekotopu. K nejvýraznějším změnám v uplynulých dvaceti letech došlo na plochách 02, 06, 12, 15 a 17.

Literatura

- AMBROS, Z.: Bioindikace abiotického prostředí lesních ekosystémů. Sbor. Vys. Šk. zeměd. lesn. Fak. Brno, Ser. C, 1985, č. 3-4, s. 367-392; 1986, č. 1-4, s. 33-56.
- DOSTÁL, J.: Klíč k úplné květeně ČSR. Praha, Academia 1954. 1183 s.
- HADAČ, E. et al.: Die Pflanzengesellschaften des Tales „Dolina Siedmich prameňov“ in der Belaer Tatra. Vegetácia ČSSR B2. Bratislava, 1969, s. 1-343.
- HILL, M. O.: TWINSPLAN - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics. Ithaca, Cornell Univ. 1979a. 90 s.
- HILL, M. O.: DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics. Ithaca, Cornell Univ. 1979b. 52 s.
- JONGMAN, R. H. et al.: Data analysis in community and landscape ecology. Wageningen, Pudor 1987. 299 s.
- KRAHULEC, F.: Vegetace kulminační části Králíckého Sněžníku. [Diplomová práce.] PFF UK, Praha 1975. 119 s.
- KRAJINA, V.: Die Pflanzengesellschaften des Mlynica-Tales in den Vysoké Tatry (Hohe Tatra). Beih. bot. Cbl., 1933, 50B, s. 774-957, 51B, s. 1-224.

- KUBÍKOVÁ, J.: Geobotanické praktikum. Praha, SPN 1971. 186 s.
- KUBÍKOVÁ, J.: Jak poznáme ohroženou fytoocenózu. In: Preventivní a nápravná opatření v ohrožených fytoocenózách. ČSVTS - lesnické společnosti při SUPPOP Středočeského kraje. Praha, Botanický ústav ČSAV 1986, s. 45-55.
- KUČERA, S.: Fytoocenologický a fytogeografický rozbor vegetace Novohradských hor. [Diplomová práce.] PFF UK, Praha 1966. 275 s.
- MÁLEK, J.: Rašelinné jedlové smrčiny (*Abieto-Piceetum sphagnosum*) na Českomoravské vysočině. Vlastiv. Sbor. Vysočiny, Odd. Věd. přír., 1970, č. 6, s. 61-70.
- MÁLEK, J.: Jedliny a smrčiny jižní části Českomoravské vrchoviny. Lesnictví, 19, 1973, č. 1, s. 37-58.
- MAREŠOVÁ, H.: Vegetační změny ve smrkových porostech Orlických hor. [Diplomová práce.] Pedagogická fakulta, Hradec Králové 1990. 84 s.
- MARTINEC, P.: Geologické poměry. In: Příroda Orlických hor a Podorlicka. Praha, SZN 1977, s. 105-215.
- MATUSZKIEWICZ, W. et al.: Pflanzensoziologische Untersuchungen der Waldgesellschaften des Riesengebirges. Acta Soc. Pol., 29, 1960, s. 499-530.
- MATUSZKIEWICZ, W. et al.: Zespoły roślinne Karkonoskiego Parku Narodowego. Scésc 1. Zbiorowiska lesne. Groupments végétaux du Parc national Karkonosze (Sudètes occidentales). Partie 1. Groupments forestiers. Prace Wrocław Tow. Nauk., ser. B, 1967, č. 135, s. 1-100.
- MIKYŠKA, R.: Die Wälder der böhmischen mittleren Sudeten und ihrer Vorberge. Rozpr. Českoslov. Akad. Věd, Řada MPV, 82, 1972, č. 3, 162 s.
- MIKYŠKA, R. et al.: Geobotanická mapa ČSSR. 1 Česká země. Vegetace ČSSR, A2 Praha, Academia 1968. 204 s.
- MORAVEC, J. et al.: Rostlinná společenstva České socialistické republiky a jejich ohrožení. Sev.-čes. Přír., Litoměřice, 1983, č. 1, 110 s.
- ORLÓCI, L.: Multivariate analysis in vegetation research. 2nd. ed. The Hague, Junk 1978. 392 s.
- PILOUS, Z. - DUDA, J.: Klíč k určování mechorostů ČSR. Praha, Academia 1960. 568 s.
- PIŠTA, F.: Lesní společenstva šumavského pralesa. Lesnictví, 18, 1972, č. 5, s. 415-437.
- PIŠTA, F.: Smrkové bučiny jižní části Šumavy. Lesnictví, 24, 1978, č. 3, s. 219-236.
- SAMEK, V.: Lesní společenstva Krušných hor. Zpr. lesn. Výzk., Zbraslav-Strnady, 1957, č. 3/1, s. 11-15.
- SAMEK, V. - PLIVA, K.: Rozšíření smrku a fytoocenologická charakteristika smíšených smrčín v Brdech. Práce VÚLHM, Zbraslav-Strnady, 1957, č. 1, s. 93-102.
- SILLINGER, P.: Monografická studie o vegetaci Nízkých Tater. Knih. Sboru pro Výzk. Slov. a Podkarp. Rusi při Slovan. Úst. v Praze, Praha 1933. 339 s.
- SLAVÍKOVÁ, J.: Ekologie rostlin. Praha, SPN 1986. 366 s.
- SOFRON, J.: Přirozené smrčiny západních a jihozápadních Čech. Studie Českoslov. Akad. Věd, č. 7, 1981. 127 s.
- STÖCKER, G.: Das *Anastrepto-Piceetum* im Harz und Riesengebirge (Krkonoše). Opera corcontica, 5, 1968, s. 135-155.
- SÝKORA, T.: Lesní rostlinná společenstva Jizerských hor. Liberec 1971. 60 s.
- ŠOLTÉS, R.: Phytazonotische Analyse der Verbandes *Vaccinio-Piceion* BR.-BL. 1938 in den Westkarpaten. Acta Fac. Rer. natur. Univ. Comen., Bot., 24, 1976, s. 139-167.
- VACEK, S.: Analýzy fytoocenóz na Strmé stráni v Krkonoších. Opera corcontica, 21, 1984, s. 67-101.
- VACEK, S.: Výzkum struktury, růstu a vývoje ochranných lesů v horských polohách. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM VS, Opočno 1985. 85 s. + 278 s. příloh.
- VACEK, S. - LEPŠ, J.: Analýza vegetačních změn v bukových porostech Orlických hor. Lesnictví, 37, 1991, č. 12, s. 993-1007.
- VIEWEGH, J.: Změny ve struktuře bylinné vegetace vlivem antropogenního působení v různých lesních společenstvech Moravsko-slezských Beskyd. [Kandidátská disertační práce.] VŠZ, Brno 1987. 86 s.

Došlo 19. 8. 1991

The present state and development changes in phytocenose of spruce stands affected with immissions were studied in monocultures of the 6th to 8th forest vegetation zone (725 - 1110 m above sea level) in north-western part of Orlické hory. The studies of the vegetation on 17 research sites of the area 490 sq meters were in 1991 followed up with phytocenological and pedological investigations of the years 1951 and 1971. Plant communities were beside the classical way of Zurich-Montpellier school appraised by agglomerative hierarchic classification, divisive classification by the TWINSpan method and ordination by the method of correspondence analysis (DECORANA). Faster vegetation dynamics follows from the results achieved, in particular in species-poorer communities of associations *Vaccinio myrtilli-Piceetum*, *Calamagrostio villosae-Piceetum* and *Deschampsio flexuosae-Piceetum*. The developmental trend of these communities leads to very poor species types (association *Deschampsio flexuosae-Piceetum*). In 1951 communities of the association *Deschampsio flexuosae-Piceetum* were mapped in six areas, the community *Calamagrostio villosae-Piceetum* in five areas and *Vaccinio myrtilli-Piceetum* with *Athyrio alpestre-Piceetum* on three areas. The areas with communities of the association *Deschampsio flexuosae-Piceetum* have been almost doubled to the year 1991. The number of areas with communities of the association *Calamagrostio villosae-Piceetum* remained without any change. In spite of this, the communities of the association *Athyrio alpestre-Piceetum* were recorded solely on one area and the association *Vaccinio myrtilli-Piceetum* was not yet found. Average number of species in the recordings of the community *Athyrio alpestre-Piceetum* was 50 in 1951 (100 %), 35 in 1971 (70 %) and 27 in 1990 (54 %), this was 25 in the pictures of the community *Calamagrostio villosae-Piceetum* (100 %), 21 (84 %) and 19 (76 %), and this fluctuated around 16 (100 %) in the recordings of *Deschampsio flexuosae-Piceetum*, 15 (94 %) and 13 (81 %). The average number of species in the pictures of the communities *Vaccinio myrtilli-Piceetum* amounted to 20 (100 %) in 1951, 15 in 1971 (75 %) and this association was no more observed in 1990. The results of agglomerative and divisive classification differentiated the rich in species communities of the association *Athyrio alpestre-Piceetum* and transient types from communities poorer in species. The fact that some groups of pictures ranked into various associations of *Deschampsio flexuosae-Piceetum*, *Vaccinio myrtilli-Piceetum* and *Calamagrostio* did not always correspond to clusters identified by the above-mentioned classifications is caused by a great floristic similarity of these communities, though with various dominant species. Most likely this is the reason why e. g. Moravec et al. (1983) do not differentiate these communities and rank them among the association *Calamagrostio villosae-Piceetum*. The developmental trend of communities of monocultures of spruce stands on ridges of the Orlické hory tends towards the association *Deschampsio flexuosae-Piceetum*. *Deschampsia flexuosa* becomes the marked dominant due to higher opening up of stands as a result as immission-ecological impact and substitutes some species less-resistant to acidification of the site, in particular *Vaccinium myrtillus*. The decline of other species, especially of *Calamagrostis villosa*, was caused by the change in water regime - total drying up of the ecotope. The number of species, represented in studied spruce stands, survives from original beechwood stands.

spruce stands; typology; phytocenose; classification; ordination

Adresy autorů:

RNDr. Stanislav V a c e k, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM, 517 73 Opočno

RNDr. Jan L e p š, CSc., Laboratoř biomatematických metod ČSAV, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice

INZERCE

Redakce časopisu nabízí tuzemským i zahraničním firmám možnost inzerce na stránkách časopisu LESNICTVÍ - FORESTRY. Prostřednictvím inzerátů uveřejňovaných v našem časopise budou o Vašich výrobcích informováni pracovníci z výzkumu a provozu u nás i v zahraničí.

Bližší informace získáte na adrese:

Redakce časopisu LESNICTVÍ - FORESTRY
k rukám R. Chlebečkové
Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
Slezská 7
120 56 P r a h a 2

VÝSKUM PODZEMNEJ BIOMASY SMREKA V IMISNE ZAŤAŽENÝCH LESNÝCH EKOSYSTÉMOCH NA LZ ČADCA

M. Kodrík

KODRÍK, M. (Ústav ekológie lesa SAV, Zvolen): *Výskum podzemnej biomasy smreka v imisne zaťažovaných lesných ekosystémoch na LZ Čadca*. Lesníctví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 751-758.

Práca uvádza výsledky výskumu podzemnej biomasy smreka na štyroch trvalých výskumných plochách. Každá z nich je vystavená rôznemu vplyvu imisií - štvrtá plocha je kontrolná. Porasty dosahujú hodnoty podzemnej biomasy od 54,53 do 72,61 t.ha⁻¹ v konštantnej hmotnosti. Najväčší podiel bol zistený na kontrolnej ploche. Rozdelenie biomasy podľa hrúbkových tried je na všetkých plochách približne rovnaké, rozdiely sú len v prvej hrúbkovej triede (< 0,5 cm) - najvyššie percento bolo na kontrolnej ploche. Pri rozdelení stromov podľa biosociologického postavenia v poraste (senzu Kraft) sú hlavnými nositeľmi podzemnej biomasy stromy z prvej a druhej stromovej triedy. Pri analýze vzorníkov sme zistili, že kontrolné vzorníky z druhej a tretej stromovej triedy dosahujú vyšších hodnôt ako vzorníky z imisne zaťažovaných plôch. Pri vzorníkoch z prvej stromovej triedy sa tento pomer posúva v prospech imisne zaťažovaných vzorníkov. Tieto výsledky poukazujú na selektívne pôsobenie imisií v lesnom poraste.

smrek; *Picea abies*; podzemná biomasa; korene; znečistenie ovzdušia

Základom pre poznanie dynamiky ekologických systémov sú tiež výskumy biomasy. Aj keď tieto stanovenia sú statické, opisné štúdie, vysvetľujúce aké množstvo živého materiálu je obsiahnuté v určitom priestore, sú dôležité pre sledovanie dynamiky lesného ekosystému. Jeho aspekty, ako sú rast, produktivita alebo premena energie, môžu monitoringom charakterizovať zmeny biomasy počas intervalov. Z tohto aspektu sú výskumy biomasy významné pre kvantitatívny opis materiálu v ekologických systémoch. Tieto výskumy tiež môžu odpovedať na otázky spojené so štúdiom pomeru komponentov v ekosystémoch.

Výskum so zameraním na ekosystémy sledujeme približne za posledných 30 rokov. Tento narastajúci záujem o dynamiku a produktivitu ekosystémov by nebol presný, keby sme prehliadli jeho koreňovú sústavu (Santantonio et al., 1977). Z celkového výskumu, vzhľadom na náročnosť získavania poznatkov o podzemnej biomase, je ich aj v súčasnosti dosť málo. Harris et al. (1977) tvrdí: „Dôležitosť koreňov ako štruktúrnych, zásobných a fyziologicky aktívnych orgánov je známa, ale zanedbávaná vo väčšine „ekosystémových štúdií“ hlavne preto, lebo sa ťažko skúmajú.“ Výskumy koreňových systémov sú komplikované, lebo sú oku pozorovateľa zakryté v pôdnom substráte. Väčšina výskumov je spojená s deštruktívnym meraním, pri ktorom je potrebné veľké množstvo zemných výkopových prác.

Koreňovej biomase bola venovaná pozornosť aj u nás. Cenné sú výsledky výskumu v rámci programu IBP v Bábe (Šimonovič, 1973; Oszlányi a Biskupský, 1977). Okrem toho nachádzame systematický výskum podzemnej biomasy hlavne v prácach ďalších autorov. Sú to napr. Benčat et al. (1985), Benčat

(1986, 1987, 1988, 1989), Kodrík J. (1990), Kodrík M. (1990, 1991a, b), Oszlányi (1979, 1981, 1986) a hlavne Vyskot (1970, 1973, 1975, 1981, 1989, 1990).

Vzhľadom na dosiaľ získané poznatky cieľom výskumu bolo:

- vyhodnotiť štruktúru podzemnej biomasy smreka na monitorovacích plochách na území LZ Čadca;
- podať prehľad o podiele jednotlivých častí podzemnej biomasy na celoporastových zásobách;
- posúdiť vplyv imisii na podzemnú biomasu smreka.

MATERIÁL A METÓDA

Na území LZ Čadca boli vybrané štyri trvalé výskumné monitorovacie plochy (MP 1 - MP 4). Všetky plochy sú situované na línii medzi Makovom a Turzovkou. Detailnejší fytocenologický opis spoločenstiev publikoval Šoltés (1976). MP 1, 3 a 4 reprezentujú skupinu lesných typov *Fagetum abietino-piceosum* a MP 2 *Fageto-abietinum* podľa Zlatníkovej klasifikácie. Pôdny substrát je tvorený železitým podzolom. Vo všetkých prípadoch porast tvorí smreková monokultúra. Ďalšie charakteristiky jednotlivých výskumných plôch sú:

MP 1 - LS Turzovka, lokalita Grónik, 900 m nad morom, SZ expozícia, sklon 5 - 10°, vek 80 rokov, výška (h) 23 m, $d_{1,3} = 24 - 28$ cm;

MP 2 - LS Raková, lokalita K zimnej vode, 920 m nad morom, SZ expozícia, sklon 10 - 15°, vek 75 rokov, h = 22 m, $d_{1,3} = 26 - 30$ cm;

MP 3 - LS Raková, lokalita Kavuliacka, 910 m nad morom, SZ expozícia, sklon 10 - 15°, vek 75 rokov, h = 22 m, $d_{1,3} = 26 - 30$ cm;

MP 4 - LS Turzovka, lokalita Dolný Grónik, 830 m nad morom, SZ expozícia, sklon 10 - 15°, vek 70 rokov, h = 22 m, $d_{1,3} = 23 - 28$ cm.

Všetky empirické hodnoty podzemnej biomasy sme získali deštrukčnou analýzou vzorníkov. Vychádzali sme z vypočítaných dendrometrických charakteristík stromov, zvlášť pre každú stromovú triedu, rozdelenú podľa Krafťa (Kraft, 1884 cit. Vyskot et al., 1971). Táto klasifikácia zohľadňuje relatívne výškové postavenie i vytváranie koruny, a teda aj celkovej hmoty stromu. Medzi kruhovou základňou a hmotnosťou stromu (nadzemnou biomasou) je lineárna závislosť (Ovington et al., 1968). Tak isto bola dokázaná aj závislosť medzi nadzemnou a podzemnou biomasou stromu (Harris et al., 1977). Na základe týchto výsledkov i vlastného výskumu v predošlom období sme zistili, že najväčšími nositeľmi hmoty (a teda aj podzemnej biomasy) sú stromy z Kraftovej stromovej triedy 1 a 2, resp. 3. Stromy zo štvrtej triedy majú v porovnaní s predošlými hmotu zanedbateľnú. Z tohto dôvodu a vzhľadom na technickú náročnosť extrakcie koreňových systémov sa náš výber orientoval na vzorníky prvej, druhej a tretej stromovej triedy. Na každej výskumnej ploche sme spracovali po jednom vzorníku z prvých troch stromových tried. Väčší počet vzorníkov nebolo možné spracovať vzhľadom na spôsob extrahovania koreňového systému. Koreňový systém stromu bol vyzdvihovaný archeologickými metódami. Tento spôsob bol zvolený hlavne z dôvodu odľahlosti objektov skúmania od komunikácií, a preto okrem navijáku lesného kolesového traktora, ktorý posunul peň, nebolo možné použiť iné technické pomôcky.

Podzemnú biomasu sme ihneď po odkrytí rozdelili do šiestich hrúbkových tried (tab. I), siedmou skupinou bol peň. Bezprostredne po vyzdvihnutí a spracovaní koreňovej biomasy sme na decimálnych váhach stanovili čerstvú hmotnosť každej hrúbkovej frakcie s presnosťou 0,05 kg a z každej hrúbkovej triedy sme odobrali cca 0,5 kg vzorky pre stanovenie konštantnej hmotnosti. Hmotnosť vzorky sme stanovili na obchodných váhach s presnosťou 0,005 kg. Vzorky sme sušili na konštantnú hmotnosť v sušičke pri teplote 75 °C, aby sme sa vyvarovali strát prchavých látok pri vyšších teplotách. Okrem toho boli ako pomôcky pri meraní použité: kovová priemerka, šablóny pre jednotlivé hrúbkové kategórie, kovový meter a pásma, súprava kefiek, rôznych pilok, kopácke náradie a jednomužná motorová píla.

VÝSLEDKY

Získané výsledky výskumu sú prezentované v tab. I, v ktorej sú uvedené hmotnosti podzemnej biomasy podľa hrúbkových tried v čerstvej i konštantnej hmotnosti a ich percentuálny podiel z celkovej biomasy. Z údajov vyplýva, že najväčší podiel podzemnej biomasy je na MP 4 (72 610 kg.ha⁻¹ v konštantnej hmotnosti). Na ostatných plochách je

I. Podzemná biomasa smreka obyčajného (*Picea abies* /L./ Karst.) podľa hrúbkových tried v čerstvej i konštantnej hmotnosti ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) - Underground biomass of Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) according to root-size classes in fresh and dry weight (kg/ha)

MP	Hmotnosť ¹	Hrúbkové triedy ² (cm)							Spolu ³
		< 0,5	0,6 - 2,0	2,1 - 5,0	5,1 - 7,0	7,1 - 10,0	> 10,0	peň ⁶	
1	čerstvá ⁴	1700	6 450	12 690	8560	8590	45 180	31 420	114 590
	(%)	1,5	6	11	7,5	8,0	39	27	100
	konštantná ⁵	740	2 810	5 960	3960	3880	19 420	18 370	55 140
	(%)	1,0	5	11	7,0	7,0	36	33	100
2	čerstvá	2020	10 000	14 480	7960	8370	45 080	41 050	128 960
	(%)	1,5	8	11	6,0	6,5	35	32	100
	konštantná	880	4 500	7 570	3630	3600	19 850	23 500	63 530
	(%)	1,5	7	12	5,5	6,0	31	37	100
3	čerstvá	3520	6 570	11 120	6920	5520	47 900	42 400	123 950
	(%)	2,5	5	9	6,0	4,5	39	34	100
	konštantná	1390	2 340	4 480	2990	2360	18 960	22 010	54 530
	(%)	2,5	4	8	5,0	4,5	35	41	100
4	čerstvá	5030	9 460	14 920	8150	9810	68 920	51 480	167 950
	(%)	3,0	5	9	5,0	6,0	41	31	100
	konštantná	2130	3 500	6 840	3910	4470	32 160	19 600	72 610
	(%)	3,0	5	10	5,0	6,0	44	27	100

MP = monitorovacia plocha - monitor plot

¹weight, ²root-size classes, ³total, ⁴fresh, ⁵dry, ⁶stump

množstvo biomasy menšie. Posledné dve hrúbkové kategórie obsahujú od 65 do 75 % celej podzemnej biomasy. Rozdelenie biomasy podľa hrúbkových tried je na všetkých plochách približne rovnaké, rozdiely badáme v prvej hrúbkovej triede (< 0,5 cm). Najväčší podiel je na MP 4 (3 % z celej hmotnosti podzemnej biomasy), najmenší podiel na MP 1 (1,5 %).

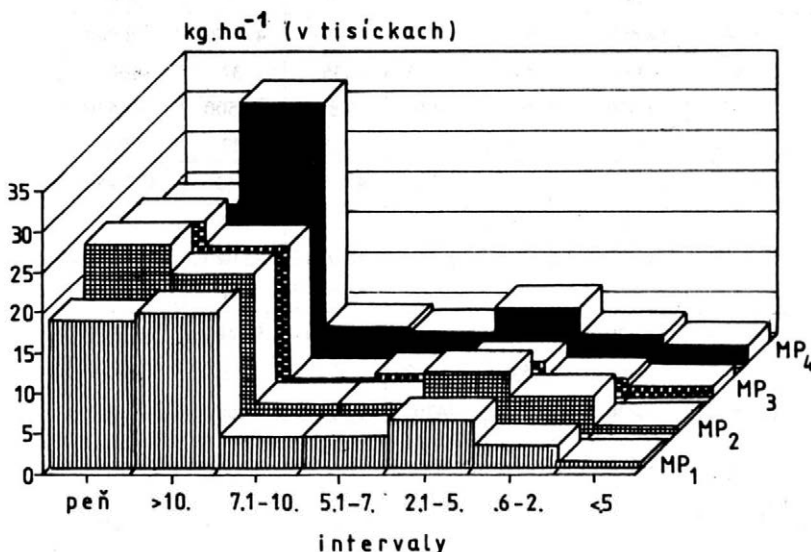
Na území LZ Čadca sme v roku 1986 založili štyri monitorovacie plochy. Prvé tri sú charakteristické tým, že sú zaťažované imisiami rôznej intenzity, štvrtá je kontrolná plocha, ktorá je imisiami zaťažovaná minimálne. Výber zohľadňoval také prírodné podmienky porastov, aby mohli byť vzájomne porovnávané. Imisná záťaž pochádza z priemyselných podnikov z oblastí Ostrava, Karviná, ako aj zo vzdialenejších zdrojov v Poľsku. Toto zaťaženie na jednotlivých plochách je charakterizované priemerným poškodením korún stratou ihličia (tab. II). Smrečiny na uvedenom území sú zaťažované dlhšiu dobu. To sa prejavilo hlavne v redukcii hrúbkového prírastku. Podľa kmeňových analýz sa redukcia začala prejavovať už pred 14 až 16 rokmi, t.j. v rokoch 1974 až 1976. Takéto obdobie je dostatočne dlhé, aby sa zmeny mohli prejavovať aj v podzemnej biomase.

Ak sa z tohto aspektu pozrieme na rozloženie biomasy v tab. I vidíme, že na kontrolnej ploche (MP 4) skoro všetky hrúbkové kategórie dosahujú vyššie hodnoty (obr. 1). Najväčšia celková biomasa - 72 610 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ v konštantnej hmotnosti - je tak isto na MP4. Z poškodzovaných plôch je najnižšia celková biomasa na MP 3 - 54 530 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ v konštantnej hmotnosti, čo predstavuje 75 % podzemnej biomasy kontrolnej plochy. Rozdiely v biomase medzi ostatnými imisne zaťaženými plochami sú zanedbateľné.

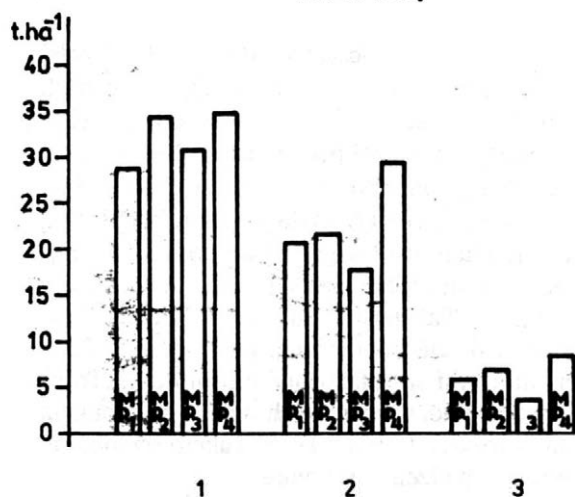
II. Charakteristika monitorovacích plôch (MP) podľa poškodenia korún vyjadreného stratou ihličia - Characteristics of monitor plots (MP) according to tree-crown damage shown in form of needle cast

Monitorovacia plocha (MP)	Priemerné poškodenie korún vyjadrené stratou ihličia ¹ (%)
1	60
2	50
3	55 - 60
4	15 - 20

¹ average damage to tree-crowns in form of needle cast



1. Analýza podzemnej biomasy smreka (v konštantnej hmotnosti) podľa hrúbkových tried na jednotlivých monitorovacích plochách (MP 1 - MP 4) a ich vzájomné porovnanie - Analyses of underground biomass of spruce (in dry weight) according to root-diameter classes on the different monitor plots (MP 1 - MP 4) and their comparison



2. Prehľad celkovej podzemnej biomasy (v konštantnej hmotnosti) na jednotlivých monitorovacích plochách podľa stromových tried - A survey of total underground biomass (in dry weight) on the different monitor plots according to tree classes

Ak porovnáme percentuálny podiel jednotlivých hrúbkových frakcií z celej podzemnej biomasy danej MP, okrem prvej hrúbkovej triedy v ostatných frakciách nevidíme významné rozdiely (tab. I). Hmotnosť jemných korenkov MP 4 (= kontrola) predstavuje 3 % celkovej hmotnosti podzemnej biomasy. Na imisne poškodených plochách je percentuálne nižší podiel.

Na obr. 2 je znázornený prehľad podzemnej biomasy na jednotlivých plochách podľa stromových tried. Biomasa na kontrolnej ploche vždy dosahuje najvyššie hodnoty. Najmarkantnejšie sa táto situácia prejavuje u stromov tvoriacich hlavnú úroveň porastov (stromová trieda 2). Z tohto grafu je zrejмый trend vývoja podzemnej biomasy od prvej po tretiu stromovú triedu, ktorá tvorí už len cca 10 % z celej skúmanej biomasy.

Ako už bolo uvedené, tri MP sú vystavené imisijným vplyvom, kým MP 4 je imisiami dotknutá čo najmenej. Aby rozdiely v biomase na jednotlivých plochách boli lepšie zjavné, porovnali sme priamo skúmané vzorníky. Takto sme sa vyhli určitému skresleniu výsledkov vyvolaných rôznou denzitou porastov (i keď tieto rozdiely nie sú veľké). V tab. III môžeme porovnať rozloženie podzemnej biomasy vzorníkov imisne zaťažených s kontrolnými podľa stromových tried. Celkovo možno usúdiť, že kontrolné vzorníky majú hodnoty podzemnej biomasy vyššie. Úplne jednoznačne to môžeme tvrdiť o vzorníkoch v tretej stromovej triede. V druhej stromovej triede sa v niektorých hrúbkových triedach vytvára malý rozdiel v prospech imisne zaťaženej plochy. V prvej stromovej triede je najviac rozdielnosti medzi vzorníkom MP 4 (=kontrola) a ostatnými. Potvrďuje to aj tab. IV, podľa ktorej celková biomasa vzorníka z prvej triedy na MP 4 nie je najväčšia. Tieto zistenia poukazujú na selektívne pôsobenie imisií v poraste.

III. Porovnanie smrekových vzorníkov v konštantnej hmotnosti podzemnej biomasy (kg) podľa stromových tried a hrúbkových kategórií koreňov - Comparison of spruce sample trees in dry weight of underground biomass (kg) according to tree classes and root-diameter classes

Hrúbková kategória ² (cm)	Stromová trieda ¹											
	1.				2.				3.			
	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
< 0,5	2,6	2,6	5,1	3,0	1,5	1,3	3,2	4,4	0,6	0,7	3,4	3,9
0,6 - 2,0	5,0	12,0	9,8	5,6	5,5	7,9	5,5	6,7	3,3	3,3	2,8	6,6
2,1 - 5,0	13,0	20,3	18,7	16,2	9,9	12,2	10,0	11,2	5,9	7,5	6,3	9,0
5,1 - 7,0	11,0	10,9	13,0	7,8	4,7	4,6	6,4	7,3	2,9	4,1	3,5	5,5
7,1 - 10,0	5,6	10,6	8,4	8,0	9,7	4,4	6,0	9,4	3,1	5,0	5,1	5,2
> 10,0	46,9	61,9	79,5	95,3	30,5	25,9	45,0	45,0	13,7	17,2	19,8	30,1

¹ tree class, ² root-diameter class

IV. Prehľad celej podzemnej biomasy jednotlivých vzorníkov čerstvej a konštantnej hmotnosti (kg) podľa ich biosociologického postavenia v poraste - A survey of total underground biomass of the various sample trees in fresh and d. weight (kg) according to their biosociological position in forest stand

Vzorník ² (cm)	Stromová trieda ¹											
	1.				2.				3.			
	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Čerstvá hmotnosť ³	272,3	370,5	525,7	454,9	170,1	181,1	224,7	250,7	107,8	128,3	126,1	187,8
Konštantná hmotnosť ⁴	123,3	175,8	221,6	195,0	90,0	96,3	104,7	112,1	51,0	66,6	62,6	75,0

¹ tree class, ² sample tree, ³ fresh weight, ⁴ dry weight

Pri výbere vzorníkov sme brali do úvahy biosociologické postavenie stromov v poraste. Vychádzali sme z vypočítaných charakteristík pre stromy Kraftových stromových tried, pričom ako základnú veličinu sme použili kruhovú základňu. Medzi kruhovou základňou a hmotnosťou stromu (jeho biomasou) je lineárna závislosť (O v i n g t o n et al., 1968). Dokazujú to aj praktické výpočty hmoty v jednotlivých stromových triedach. Na prvé dve stromové triedy pripadá od 61 do 78 % celej porastovej zásoby. Prvé tri stromové triedy obsahujú od 77 do 100 % zásob. T h r o u g h t o n (1982) a ďalší uvádzajú, že medzi relatívnym rastom koreňov a relatívnym rastom nadzemných častí je určitý koeficient a obdobne aj medzi podzemnou a nadzemnou hmotou. Z týchto tvrdení sme vychádzali aj pri výskume podzemnej biomasy, pri ktorom sme museli postupovať od známeho k neznámemu. Známu veličinou tu boli taxačné charakteristiky stromov v poraste. Pri tomto výskume sa potvrdilo aj tvrdenie, že hlavnými nositeľmi hmoty (nadzemnej i podzemnej) sú stromy prvej a druhej Kraftovej triedy. S pričítaním hmoty stromov z tretej triedy získavame prakticky celú zásobu porastu - v najnepriaznivejšom prípade cca 80 % celej zásoby porastu. Potvrdzuje to aj obr. 2, podľa ktorého je vyše 80 % podzemnej biomasy obsiahnutej v stromoch prvých dvoch stromových tried. Na základe týchto rozborov je jasné vysvetlenie, prečo sme vzhľadom na pracnosť získavania materiálu (extrakciu koreňov) so štvrtou stromovou triedou nepočítali.

V rámci štyroch MP sme kompletne preskúmali 12 koreňových systémov smreka. Monitorovacie plochy boli selektované tak, aby stanovištné pomery boli čo najpodobnejšie. Preto niektoré uzávery môžeme generalizovať. Najväčším podielom biomasy sa zúčastňujú najhrubšie korene s priemerom nad 0,1 m; ich podiel je cca 40 % z celkovej biomasy koreňov. Za nimi nasleduje peň, ktorý predstavuje 25 až 30 % podzemnej biomasy porastov. Na ostatné korene pripadá zvyšok. Porasty MP 1 až 4 dosahujú hodnoty od 114 500 kg.ha⁻¹ do 168 000 kg.ha⁻¹ v čerstvej hmotnosti. M a n a k o v (1961, 1962, cit. R o d i n a V a s i l i e v i č, 1967) udáva 118 000 kg.ha⁻¹ v 120-ročnom smrekovom poraste, ale o rozdielnej denzite ako MP 1 - 4. Tieto výsledky korešpondujú s našim výskumom. R e m e z o v (1959, cit. R o d i n a V a s i l i e v i č, 1967) stanovil podzemnú biomasu smreka 72-ročného porastu 65 000 kg.ha⁻¹ a 83-ročného 78 000 kg.ha⁻¹ v konštantnej hmotnosti. V porovnaní s našim výskumom sú to hodnoty trochu vyššie, ale tieto údaje sa absolútne nedajú porovnávať pre rozdielne stanovištné pomery. Tak isto možno komentovať aj hodnoty 59 000 kg.ha⁻¹ v 55-ročnom poraste, ktoré N i h l g ä r d (1972) a P a r š e v n i k o v a (1957, cit. R o d i n a V a s i l i e v i č, 1967) udávajú 66 000 kg.ha⁻¹ pre 110-ročnú smrečinu, čo odporuje našim výsledkom a aj výsledkom ďalších autorov (S o n n, 1960; N i h l g ä r d, 1972). Na MP v Čadci je denzita porastov vyššia a aj podmienky pre rast sú odlišné, a preto sú hodnoty vyššie. O ich hodnovernosti hovoria výsledky výskumu, podľa ktorých O s z l á n y i (1986) v 60-ročnej smrečine zistil 115 000 kg.ha⁻¹ podzemnej biomasy v čerstvej hmotnosti. I keď výskum bol vykonaný v mladšom poraste, pri predpokladanom trende vývoja porastu je táto hodnota v súlade s našimi výsledkami.

Nižšie hodnoty podzemnej biomasy v druhej a tretej stromovej triede (tab. III) súvisia s tým, že tieto triedy sú vystavené dlhšiemu pôsobeniu imisií než stromy nadúrovňové. Potvrdzuje to aj silné žltnutie ihlíc v tretej a druhej stromovej triede (O s z l á n y i a C i c á k - ústne podanie o výskume na tých istých MP v Čadci). Tieto výsledky poukazujú na selektívne pôsobenie imisií v lesnom poraste.

Literatúra

- BENČAĎ, T.: Biomass of the oldest individuals *Thuja occidentalis* cv. *Malonyana*. Folia dendrol., 1986, č. 13, s. 109-141.
- BENČAĎ, T.: Agát biely (*Robinia pseudoacacia* L.) v biomase. [Kandidátska disertačná práca.] Brno 1987, 222 s. - Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta.
- BENČAĎ, T.: Koreňový systém a podzemná biomasa agátu bieleho (*Robinia pseudoacacia* L.) na južnom Slovensku. Lesnictví, 34, 1988, č. 1, s. 51-60.
- BENČAĎ, T.: Black locust biomass production in South Slovakia. Acta dendrobiol., 1989, 192 s.
- BENČAĎ, F. - BENČAĎ, T. - GOLHA, M.: Biological and production analysis of *Thuja orientalis* L. population (Chinese provenance) under the conditions of Arboretum Mlyňany. Folia dendrol., 1985, č. 12, s. 11-160.
- HARRIS, W. F. - KINERSON, R. S. Jr. - EDWARDS, N. T.: Comparison of belowground biomass of natural deciduous forest and loblolly pine plantations. Pedobiologia, 17, 1977, s. 369-381.
- KODRÍK, J.: Príspevok k otázke statickej stability odumierajúcich dubín. Acta Fac. for. Zvolen., 32, 1990, s. 103-111.
- KODRÍK, M.: Analýza podzemnej biomasy smreka obyčajného (*Picea abies* /L./ Karst.) pod vplyvom imisnej záťaže. Bioklimatologie a lesní hospodářství. In: Sbor. Ref. ÚSEB ČSAV, Brno 1990, s. 136-139.
- KODRÍK, M.: Rozdelenie podzemnej biomasy smreka (*Picea abies* /L./ Karst.), buka (*Fagus sylvatica* L.) a ich porovnanie. Studium produkcie porostů lesních dřevin. In: Sbor. Ref. ÚSEB ČSAV, Brno 1991a, s. 66-69.
- KODRÍK, M.: Root biomass distribution of Norway spruce under different air pollution regimes. In: Forest ecosystems in Slovakia. Zvolen, ÚEL SAV 1991b, s. 20.
- NIHLGÅRD, B.: Plant biomass, primary production and distribution of chemical elements in a beech and a planted spruce forest in South Sweden. Oikos, 23, 1972, s. 69-81.
- OSZLÁNYI, J.: Energetická hodnota biomasy stromov s rozličným biosociologickým postavením. Lesn. Čas., 23, 1979, č. 3, s. 177-188.
- OSZLÁNYI, J.: Produktivita stromovej zložky troch borovicových lesných ekosystémov na Záhorí. [Záverečná výskumná správa.] Zvolen, VÚLH 1981, 89 s.
- OSZLÁNYI, J.: Analýza produkcie biomasy a jej energetického ekvivalentu stromovej vrstvy v piatich lesných ekosystémoch. Biol. Práce SAV, 1986, č. 1, 157 s.
- OSZLÁNYI, J. - BISKUPSKÝ, V.: Energetické vyhodnotenie drevinnej časti biomasy na výskumnom objekte Báb. [Čiastková záverečná práca.] SAV 1977, 97 s.
- OVINGTON, J. D. - FORREST, W. G. - ARMSTRONG, J. E.: Tree biomass estimation. In: Symposium on primary productivity and mineral cycling in natural ecosystems. YOUNG, H. E. (Ed.), Orono, University of Maine 1968, s. 4-31.
- RODIN, L. E. - VASILIEVIČ, N. I.: Production and mineral cycling in terrestrial vegetation. Edinburgh and London, Oliver and Boyd 1967.
- SANTANTONIO, D. - HERMANN, R. K. - OVERTON, W. S.: Root biomass studies in forest ecosystems. Pedobiologia, 17, 1977, s. 1-31.
- SONN, S. W.: Der Einfluss des Waldes auf die Böden. Jena, VEB Gustav Fischer Verlag 1960.
- ŠIMONOVIC, V.: Study of the root biomass in the herb layer of an oak-hornbeam forest. Biológia (Bratislava), 28, 1973, č. 1, s. 11-22.
- ŠOLTĚS, E.: Phytozönotische Analyse des Verbandes *Vaccinio-Piceion* Br.-Bl. 38 in den Westkarpaten. Acta Fac. rer. natur. Univ. Comen., Bot., 24, 1976, s. 139-169.
- THROUGHTON, A.: Root ecology and plant growth. In: Root ecology and its practical application. Symp. Gumpenstein. Bundesanstalt Gumpenstein, 1982, s. 447-452.
- VYSKOT, M.: Production analysis of a lowland forest in the region of Lednice, South Moravia. Productivity of terrestrial ecosystems - Production processes. Čs. komitét IBP, 1970.
- VYSKOT, M.: Biomasa a produkce v lesních ekosystémech. Lesnictví, 19, 1973, s. 641-658.
- VYSKOT, M.: Biomasa kořenů jedle bělokory. In: Funkce, produktivita a struktura ekosystému lužního lesa. Sbor. Vys. Šk. zeměd. lesn. Fak. Brno, 1975, s. 69-71.
- VYSKOT, M.: Biomass of the tree layer of spruce forest in the Bohemian Uplands. Praha, Academia 1981, 400 s.
- VYSKOT, M.: Podzemní biomasa mladé populace buku lesního. Lesnictví, 35, 1989, č. 7, s. 577-598.
- VYSKOT, M.: Podzemní biomasa adultní populace jedle bělokory (*Abies alba* Mill.). Lesnictví, 36, 1990, č. 4, s. 283-302.
- VYSKOT, M. a kol.: Základy růstu a produkce lesů. Praha, SZN 1971, 440 s.

Došlo 10. 12. 1991

Results are presented of research into underground biomass of spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) in spruce monoculture on four permanent sample plots (monitor areas MP 1 - MP 4). The effects of immissions are different slightly on each of these plots. MP 4 is a control plot. The effect of various intensity of pollution stress on these sample plots can be characterized by the average damage to tree-crowns in form of needle cast (Tab. II). The soil substrate on all plots is ferric Podzol, plot exposure is north-west. Other characteristics of the plots are as follows: MP 1 - 900 m above sea level, slope 5 - 10°, age 80 years, height (*h*) 23 m, diameter ($d_{1.3}$) 26.8 cm, 683 trees per 1 ha; MP 2 - 920 m above sea level, slope 10 - 15°, age 75 years, *h* = 22 m, $d_{1.3}$ = 29.0 cm, 578 trees per 1 ha; MP 3 - 910 m above sea level, slope 10 - 15°, age 75 years, *h* = 22 m, $d_{1.3}$ = 32.0 cm, 444 trees per 1 ha; MP 4 - 830 m above sea level, slope 10 - 15°, age 70 years, *h* = 22 m, $d_{1.3}$ = 26.7 cm, 718 trees per 1 ha. All empirical values of underground biomass were obtained by a destructive analysis of sample trees. Sample trees were chosen according to the calculated dendrometric characteristics of trees, specifically for each tree class divided after Kraft (1884 sensu Vyskot et al., 1971). Underground biomass was uncovered by excavations. This biomass was instantly divided into six root-diameter classes (Tab. I), stump represented the seventh class. Tab I shows the results of this research: underground biomass weights are presented in fresh and dry weight according to root-diameter classes and their percentage of total biomass are indicated. It can be seen in Tab. I that almost all root-diameter classes have higher values on the control area (MP 4). More clearly results are shown in Fig. 1. The highest total biomass of 72.61 t/ha in dry weight was found on MP 4. If percentual proportions of the root-size categories in total underground biomass of a particular MP are compared, there are no significant differences in the other categories except the first root-diameter class (Tab. I). The highest weight of fine roots was found on MP 4 and it makes 3 % of total underground biomass weight. This percentual proportion is lower on damaged plots. Fig. 2 shows a survey of underground biomass on the different areas according to tree classes. Biomass on the control plot has the highest values in all cases. This situation is more marked in trees representing the main tree layer (tree class 2). The graph indicates a trend of underground biomass development from the 1st to the 3rd tree class, where the biomass makes only about 10 % of total investigated biomass. Sample trees themselves were compared to confront differences in underground biomass on the different plots. A certain distortion results which can be caused by various stand density was avoided in this way (even though the results in stand density between MPs 1 - 4 are not large). Tab. III shows a comparison of underground biomass of sample trees exposed to pollution stress with control sample trees according to tree classes. Data in this table indicate that control sample trees have the higher values of underground biomass. These data clearly doubtlessly apply to sample trees in the 3rd tree class. In the 2nd tree class there is a small difference in several root-diameter classes in favour of the area exposed to pollution stress. In the 1st tree class there are most differences between the sample tree from MP 4 (= control) and the others. This is also confirmed in Tab. IV, where total biomass of sample tree from the 1st tree class on MP 4 is not the highest. These results document selective effects of immissions on forest stand. Trees of the 2nd and 3rd tree classes are exposed to pollution stress for a longer time than dominant trees.

spruce; *Picea abies*; underground biomass; roots; air pollution

Adresa autora:

Ing. Milan Kodrík, CSc., Ústav ekológie lesa SAV, Štúrova 2, 960 53 Zvolen

HYBRIDIZÁCIA DRUHOV *ABIES CONCOLOR* (GORD. et GLEND./LINDL.) A *ABIES GRANDIS* (DOUGL./LINDL.) NA SLOVENSKU

A. Kormuťák

KORMUŤÁK, A. (Ústav genetiky rastlín SAV, Nitra): *Hybridizácia druhov Abies concolor (Gord. et Glend./Lindl.) a Abies grandis (Dougl./Lindl.) na Slovensku*. Lesníctví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 759-769.

Vysoká genetická afinita jedle srienistej (*Abies concolor*/Gord. et Glend./Lindl.) a jedle obrovskej (*Abies grandis* Dougl. Lindl.) sa dokumentovala pomocou ich vzájomnej hybridizácie, ktorá vyústila do heterózneho potomstva medzidruhového hybridu *A. concolor* x *A. grandis*. V porovnaní s kontrolnými variantami zahrňujúcimi vnútrodrohové kríženie a samoopelenie jedle srienistej bola efektívnosť medzidruhovej hybridizácie neporovnateľne vyššia, o čom svedčí až 169,9% priemerná krížiteľnosť rodičovských druhov. Na úrovni trojročných sadeníc medzidruhový hybrid výrazne predstihoval vo výškovom raste potomstvo materského druhu zo samoopelenia, a to na všetkých troch testovaných lokalitách Slovenska, rovnako ako aj potomstvo domácej jedle bielej z voľného opelenia na lokalite v Kamenci pod Vtáčnikom.

Abies concolor; *Abies grandis*; umelá hybridizácia; heteróza

Jedľa srienistá (*Abies concolor*/Gord. et Glend. / Lindl.) a jedľa obrovská (*A. grandis*/Dougl. / Lindl.) patria medzi tých zástupcov severoamerickej dendroflóry, ktorých introdukcia do Európy sa začala už v roku 1891 (H e r m a n n , 1987). Dobrý rastový potenciál jedle obrovskej spolu so zvýšenou rezistenciou jedle srienistej k znečisteniu ovzdušia (B a i l e y , 1923) prispeli k rozsiahlemu zavádzaniu oboch zmienených druhov aj do našich parkov a arboriet. Veľmi intenzívne sú taktiež snahy o masovú introdukcii jedle obrovskej do našich lesov ako náhradu za ustupujúcu jedľu bielu (Šika a Vančura, 1987). Na Slovensku sa jedľa obrovská hodnotí ako drevina lepšie rastúca do hrúbky a výšky než domáce ihličnany (H o l u b č í k , 1968). Vynikajúce rastové vlastnosti jedle obrovskej spolu s nemenej pozoruhodnými charakteristikami výškového a hrúbkového rastu jedle srienistej a jej dekoratívnym habitusom zvyšujú tak lesnícky, ako aj sadovnícky význam týchto jedlí (T o k á r , 1973a). Ich početný výskyt v 82 parkových objektoch Slovenska, zahrňujúci 222 stromov jedle srienistej a 11 jedincov jedle obrovskej (T o k á r , 1973b), možno považovať za významné obohatenie genofondu jedlí v našom regióne, ktoré otvára nové možnosti ich šľachtenia.

Vysoká genetická príbuznosť oboch druhov priamo predurčuje ich využitie v hybridizačnom programe. Všetky doposiaľ získané potomstvá tejto kombinácie druhov prejavujú totiž výrazné symptómy somatickej heterózy (R o h m e d e r , 1960). Možno preto predpokladať, že v hybridnom potomstve sa zvýraznia už spomenuté znaky a vlastnosti, pre ktoré sú jedľa srienistá a jedľa obrovská predmetom záujmu našich lesníkov a šľachtiteľov.

UMELÁ HYBRIDIZÁCIA JEDLE SRIENISTEJ A JEDLE OBROVSKEJ

Experiment sa uskutočnil v priebehu rokov 1988 až 1991 a zahrňoval dva jedince jedle srienistej (*A. concolor* /Gord. et Glend./ Lindl.) a jeden strom jedle obrovskej (*A. grandis* /Dougl./ Lindl.) nachádzajúce sa v Arborete Mlyňany (obr. 1), ktorých krížiteľnosť sa testovala v oboch smeroch. Okrem medzidruhového kríženia *A. concolor* x *A. grandis* a recipročnej kombinácie sa overovala aj účinnosť vzájomnej hybridizácie jedincov jedle srienistej a samoopelenia všetkých troch rodičovských jedincov. Pri umelej hybridizácii sa používal iba čerstvo



1. Jedince jedle srienistej (a) a jedle obrovskej (b) používané v experimente - Individuals of white fir (a) and grand fir (b) used in the experiment



zobieraný peľ jednotlivých stromov, avšak v prípade medzidruhovej kombinácie *A. concolor* x *A. grandis* sa v roku 1991 použil aj rok uskladňovaný peľ jedle obrovskej. Ako izolátory sa použili papierové vrecúška, ktoré sa aplikovali na samičie strobilusy s prasknutými blánitými obalmi a trochu odchýlenými brakteami, čo zodpovedá tretiemu stupňu klasifikačnej stupnice vyvíjajúcich sa makrostrobilov jedlí, všeobecne považovanému za optimálny okamih ich bezpečnej izolácie (G r e g u s s, 1982). Receptívne strobilusy boli opakovane opeľované v trojdňových intervaloch. Účinnosť izolácie sa overovala ponechaním časti izolovaných samičích strobilov v neopelenom stave a následným stanovením kvality získaných semien, vo vzorkách ktorých sa nenašlo ani jedno plné semeno. K odstráneniu izolátorov došlo tri týždne po opelení, po úplnom uzavretí kvetných šupín. Kvalita získaných semien sa zisťovala roentgenologicky, v súlade s ČSN 48 1211 (počet plne vyvinutých semien vo vzorke 400 analyzovaných semien), zatiaľ čo stupeň križiteľnosti oboch testovaných druhov sa vypočítal podľa formuly

$$\frac{\text{percento plných semien medzidruhovej kombinácie}}{\text{percento plných semien kontroly}} \cdot 100$$

Ako kontrola sa vo väčšine prípadov používalo percentuálne zastúpenie plne vyvinutých semien zo samoopelenia materského druhu s výnimkou roku 1991, kedy okrem samoopelenia sa použili aj príslušné hodnoty variantov z kontrolovaného vnútrodrohového križenia oboch materských jedincov druhu *A. concolor*. U druhu *A. grandis* vzhľadom na začlenenie iba jediného jedinca do experimentu tento typ potomstva nebolo možné získať.

Rastový potenciál hybridných potomstiev *A. concolor* x *A. grandis*, ako aj potomstiev zo samoopelenia sa hodnotil s ohľadom na výškový rast semenáčikov v priebehu prvých troch rokov ich vývinu v lesných škôlkach v Račkovej doline (LZ Liptovský Hrádok), Veľký Uherciach (LZ Topoľčianky) a Kamenci pod Vtáčnikom (LZ Partizánske). Počty hodnotených sadeníc sa pohybovali od 47 jedincov jedle srienistej zo samoopelenia po 153 hybridných jedincov *A. concolor* x *A. grandis*. Ide o potomstvá tých istých materských stromov, ktoré sa získali hybridizáciou druhov *A. concolor* č. 1 a *A. grandis* v roku 1988.

STANOVENIE KVALITY PEĽU

Kvalita čerstvo zozbieraného peľu jedle obrovskej sa porovnávala s kvalitou peľových zŕn toho istého jedinca uskladňovaných po dobu jedného roka v exsikatore nad KOH pri teplote -30 °C, a to nakličovaním na agarovom médiu (1%) s 2 až 10% obsahom sacharózy. Hodnotila sa klíčivosť 100 peľových zŕn každej vzorky po ich 48-hodinovej kultivácii pri teplote 26 °C, v trojnásobnom opakovaní. Dĺžka peľových vrecúšok sa stanovila mikroskopicky, pomocou okulárového mikrometra u 30 peľových zŕn každej vzorky.

Štatisticky sa namerané hodnoty hodnotili Z-testom a t-testom (Š m e l k o a W o l f, 1977).

VÝSLEDKY

Účinnosť jednotlivých variantov umelého opelenia jedle srienistej a jedle obrovskej najlepšie charakterizujú rozdiely v kvalite získaných semenných potomstiev. Vo vzťahu k testovaným kombináciám križenia si zasluhujú pozornosť dva druhy rozdielov, z ktorých prvý sa zakladá na extrémnych hodnotách percentuálneho podielu plne vyvinutých semien po samoopelení oboch druhov jedlí a zodpovedajúcich ukazovateľov kvality potomstiev z medzidruhovej hybridizácie. Druhý, menej nápadný, bol rozdiel v kvalite semien z medzidruhovej hybridizácie a kontrolovaného vnútrodrohového križenia jedle srienistej.

Ako vyplýva z tab. I, samoopelenie jedle srienistej bolo sprevádzané výrazným poklesom kvality semenného potomstva v priebehu celého štvorročného obdobia. Zastúpenie plných semien sa v rámci tohto variantu pohybovalo v rozmedzí 8 až 26 % a výrazne zaostávalo za kvalitou semien medzidruhovej kombinácie *A. concolor* x *A. grandis*, charakterizovanou až 26,7 až 49% podielom plne vyvinutých semien. Štatisticky ide o vysoko preukazný rozdiel ($Z = 7,43^{++}$ až $13,75^{++}$). Primeraný tomuto rozdielu bol aj stupeň vzájomnej križiteľnosti jedle srienistej a jedle obrovskej, ktorá v porovnaní so samoopelením oboch materských jedincov jedle srienistej bola dvojnásobne až trojnásobne efektívnejšia a dosiahla hodnotu 184 až 333,75 %. Je zrejmé, že tak veľký rozdiel v kvalite semien odráža genetické dôsledky oboch protikladných stránok oplodňovacieho

I. Výsledky umelej hybridizácie materských jedincov jedle srienistej s jedľou obrovskou - The results of artificial hybridization of maternal individuals of white fir with grand fir

Kombinácia ¹	Rok opelenia ²	Počet ³		Počet plných semien vo vzorke 400 semien ⁶	Percento plných semien	Křížiteľnosť ⁸ (%)	
		opelených samičích strobilov ⁴	zozbieraných zrelých šišiek ⁵			a ⁺	b ⁺⁺
<i>A. concolor</i> č. 1 x <i>A. grandis</i>	1988	134	132	117	29,25	248,93	
<i>A. concolor</i> č. 1 - samoopelenie ⁹	1988	20	18	47	11,75		
<i>A. concolor</i> č. 1 x <i>A. grandis</i>	1989	135	77	151	37,75		
<i>A. concolor</i> č. 1 - samoopelenie	1989	44	14	53	13,25	284,90	
<i>A. concolor</i> č. 1 x <i>A. grandis</i>	1990	21	20	196	49,00		
<i>A. concolor</i> č. 1 - samoopelenie	1990	19	15	24	26,00	188,46	
<i>A. concolor</i> č. 2 x <i>A. grandis</i>	1990	103	83	184	46,00		
<i>A. concolor</i> č. 2 - samoopelenie	1990	35	30	100	25,00	184,00	
<i>A. concolor</i> č. 1 x <i>A. grandis</i> čerstvý peľ ¹⁰	1991	529	496	170	42,50	283,33	141,66
<i>A. concolor</i> č. 1 x <i>A. grandis</i> uskladnený peľ ¹¹	1991	77	70	150	37,50		
<i>A. concolor</i> č. 1 x <i>A. grandis</i> č. 2	1991	89	76	120	30,00		
<i>A. concolor</i> č. 1 - samoopelenie	1991	75	63	60	15,00		
<i>A. concolor</i> č. 1 - voľné opelenie ¹²	1991	-	50	26	6,50		
<i>A. concolor</i> č. 2 x <i>A. grandis</i>	1991	277	251	107	26,70	333,75	198,14
<i>A. concolor</i> č. 2 x <i>A. concolor</i> č. 1	1991	50	47	54	13,50		
<i>A. concolor</i> č. 2 - samoopelenie	1991	32	28	32	8,00		
<i>A. concolor</i> č. 2 - voľné opelenie	1991	-	32	64	16,00		

⁺a = křížiteľnosť posudzovaná vo vzťahu k samoopeleniu materských jedincov - Crossability assessed in respect of self-pollination of parental specimens

⁺⁺b = křížiteľnosť posudzovaná vo vzťahu k vnútrodrohovému kříženiu jedincov *A. concolor* č. 1 a 2 - Crossability assessed in respect of intraspecific fertilization of *A. concolor* No. 1 and No. 2

¹combination, ²year of pollination, ³number, ⁴pollinated female strobili, ⁵collected mature cones, ⁶number of fertile seeds in a sample of 400 seeds, ⁷% fertile seeds, ⁸crossability, ⁹self-pollination, ¹⁰fresh pollen, ¹¹stored pollen, ¹²open pollination

procesu, t.j. výraznú inzuchtnú depresiú samoopelenia na úrovni semien a reprodukčnú heterózu vzdialenej hybridizácie. Objektívnejším sa preto zdá byť porovnanie efektívnosti medzidruhovej hybridizácie z hľadiska vzájomného kríženia oboch rodičovských jedincov jedle srienistej. Tento typ kontroly sa použil až v roku 1991, kedy aj druhý zo spomenutých jedincov jedle srienistej bohato zakvitol. Posudzované z tohto hľadiska sú rozdiely v kvalite semien z vnútrodruhového kríženia jedincov *A. concolor* č. 1 a č. 2 (30 a 13,5 % plných semien) a medzidruhovej kombinácie *A. concolor* x *A. grandis* (42,5 a 26,7 % plných semien) podstatne menšie. Avšak aj napriek tomu vyniká vyššia hybridologická afinita druhov *A. concolor* a *A. grandis*, ako o tom svedčí 141,6 a 198,1% miera ich vzájomnej krížiteľnosti, vypočítaná pre oba materské jedince jedle srienistej.

Analogicky jedli srienistej aj samoopelenie materského jedince jedle obrovskej vyústilo do relatívne nízkeho zastúpenia plných semien v získanom potomstve. Ako vidieť z tab. II, v trojnásobne opakovanom pokuse sa samoopelením získalo 10 až 31,5 % plne vyvinutých semien, zatiaľ čo v potomstve medzidruhového kríženia *A. grandis* x *A. concolor* bola táto kategória semien zastúpená 23,25 až 40,75% podielom. Zodpovedajúca miera krížiteľnosti činila 129,36 až 232,5 %.

II. Výsledky umelej hybridizácie materského jedince jedle obrovskej s jedľou srienistou - The results of artificial hybridization of the maternal tree of grand fir with white fir

Kombinácia ¹	Rok opelenia ²	Počet ³		Počet plných semien vo vzorke 400 semien	Percento plných semien ⁷	Krížiteľnosť vo vzťahu k samoopeleniu ¹³ (%)
		opelených samičích strobilov ⁴	zobieraných zrelých šišíek ⁵			
<i>A. grandis</i> x <i>A. concolor</i> č. 1	1988	119	80	163	40,75	129,36
<i>A. grandis</i> - samoopelenie ⁹	1988	28	26	126	31,50	
<i>A. grandis</i> x <i>A. concolor</i> č. 1	1990	192	110	93	23,25	232,5
<i>A. grandis</i> - samoopelenie	1990	133	83	40	10,00	
<i>A. grandis</i> x <i>A. concolor</i> č. 1	1991	278	162	162	40,50	213,15
<i>A. grandis</i> x <i>A. concolor</i> č. 2	1991	151	98	160	40,00	210,52
<i>A. grandis</i> - samoopelenie	1991	81	51	76	19,00	
<i>A. grandis</i> - voľné opelenie ¹²	1991	-	24	31	7,70	

¹ - 7, ⁹, ¹² see Tab. I, ¹³ crossability in respect of self-pollination

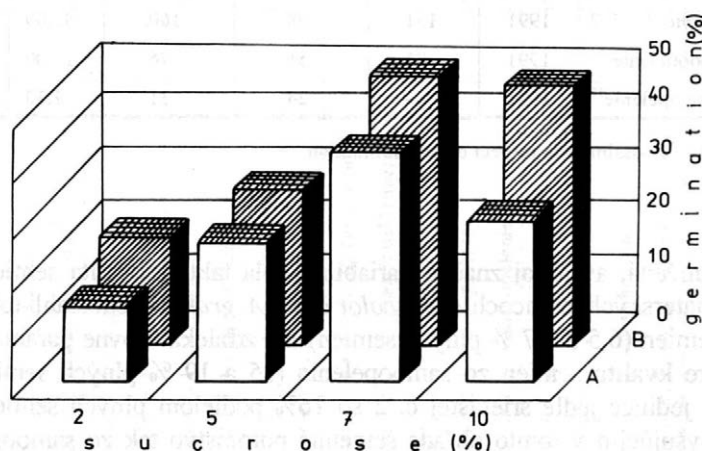
Relatívne znížená, avšak aj značne variabilná bola taktiež kvalita semien z voľného opelenia. Pri materských jedincoch *A. concolor* č. 1 a *A. grandis* nedosiahli totiž sledované ukazovatele semien (6,5 a 7,7 % plných semien) ani zďaleka úroveň parametrov charakteristických pre kvalitu semien zo samoopelenia (15 a 19 % plných semien). Jedinou výnimkou bol jedinec jedle srienistej č. 2 so 16% podielom plných semien z voľného opelenia, prevyšujúcim v tomto ohľade semenné potomstvo tak zo samoopelenia (8 % plných semien; $Z = 9,3^{++}$), ako aj z kontrolovaného vnútrodruhového kríženia (13,5 % plných semien; $Z = 2,47^{+}$). Je zjavné, že variabilný charakter tohto potomstva súvisí s lokalizáciou rodičovských stromov v arboréte, počtom a druhom ich obklopujúcich

jedlí a z tohto vyplývajúceho charakteru opelenia makrostrobilov vlastným peľom, alebo peľom jedlí vzájomne kompatibilných či inkompatibilných s testovanými druhmi.

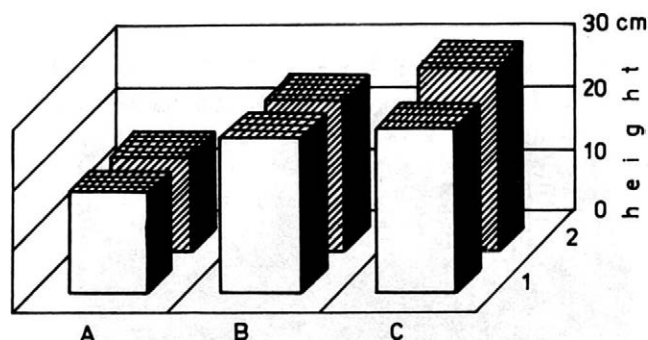
Opakované použitie tých istých jedincov jedle srienistej (č. 1) a jedle obrovskej v hybridizačnom experimente umožnilo nahliadnuť aj na sezónnu premenlivosť kvality semenných potomstiev pri jednotlivých variantoch kríženia. Najväčšia variabilita sa počas štvorročného obdobia pozorovala pri medzidruhovej kombinácii *A. concolor* č. 1 x *A. grandis* s 29,25 až 40% zastúpením plných semien. Samoopelením jedle srienistej sa v uvedenom období získalo 11,75 až 20 % plných semien. Z uvedených údajov vyplýva, že podobný typ premenlivosti bol charakteristický aj pre potomstvá jedle obrovskej, čo je nesporným dôsledkom variabilného charakteru faktorov, ktoré sa bezprostredne podieľajú na oplodňovacom procese jedlí, alebo s ním interferujú iba okrajovo.

Osobitná pozornosť sa v experimente venovala porovnaniu účinnosti opelenia materského stromu jedle srienistej č. 1 čerstvo zozbieraným a jeden rok uskladňovaným peľom jedle obrovskej. Vlastnej hybridizácii predchádzalo štúdium kvality oboch vzoriek peľu ich naklíčovaním na agarovom médiu, ktoré vyústilo do prekvapujúceho zistenia vyššej kvality uskladňovaného peľu. Ako znázorňuje obr. 2, klíčivosť čerstvého peľu sa v rámci štyroch testovaných koncentrácií sacharózy pohybovala v rozmedzí 7 až 32 %, zatiaľ čo zodpovedajúce ukazovatele uskladňovaného peľu dosahovali hodnoty 15 až 48 %. Ako optimálna sa pritom ukázala 7% koncentrácia sacharózy v médiu. S klíčivosťou peľových zŕn korelovala aj dĺžka peľových vrecúšok, ktorá v čerstvom peľi dosiahla v priemere 455,03 mikrónov, zatiaľ čo v uskladňovanom peľi 510,6 mikrónov. Štatisticky ide o bezvýznamný rozdiel ($t = 1,62$), ktorý však potvrdzuje možnosť dlhodobšieho zachovania kvality peľu zmrazovaním.

So zistenými hodnotami klíčivosti peľu kontrastovala kvalita hybridných semien *A. concolor* č. 1 x *A. grandis*. Aj napriek nižším hodnotám klíčivosti sa totiž čerstvo zozbieraný peľ jedle obrovskej ukázal vhodnejší pre hybridizáciu ako jeden rok uskladňovaný peľ toho istého jedinca. Dôkazom tohto je 42,5% zastúpenie plných semien v potomstve z opelenia čerstvým peľom, ktoré preyšuje kvalitu semien získaných pomocou uskladňo-



2. Klíčivosť čerstvého (A) a jeden rok uskladňovaného peľu (B) jedle obrovskej na médiách obsahujúcich 2 až 10 % sacharózy - Germination of freshly collected (A) and one year stored pollen (B) of grand fir on media with 2 - 10 % content of sucrose



3. Výškový rast trojročných potomstiev jedle srienistej zo samoopelenia (1) a medzidruhového kríženia *A. concolor* x *A. grandis* (2) na lokalitách v Račkovej doline (A), Veľkých Uherciach (B) a Kamenci pod Vtáčnikom (C) - Height growth of three year old progenies of white fir from self-pollination (1) and interspecific crossing with grand fir (2) as found at the localities Račková dolina (A), Veľké Uherce (B) and Kamenec pod Vtáčnikom (C)

III. Hodnoty výškového rastu trojročných sadeníc jedle srienistej zo samoopelenia (a) a z medzidruhovej hybridizácie *A. concolor* č. 1 x *A. grandis* (b), zistené na troch rozdielnych lokalitách Slovenska - The values of height growth of three year old seedlings of white fir obtained by self-pollination (a) as well as by interspecific hybridization of *A. concolor* No.1 x *A. grandis* (b) as found at three different localities in Slovakia

Lokalita ¹	Račková dolina		Veľké Uherce		Kamenec pod Vtáčnikom	
	a	b	a	b	a	b
Priemerná výška sadeníc ² (cm)	77,53	12,87	15,61	21,54	18,07	27,27
Štatistická významnosť rozdielov ³ (t)	13,21 ⁺⁺		14,47 ⁺⁺		21,12 ⁺⁺	

¹locality, ²mean height of seedlings, ³statistical significance of differences

vaného peľu, t.j. 37,5% podiel plných semien. Uvedený rozdiel je na hranici štatistickej významnosti ($Z = 1,79$).

Na úrovni trojročných sadeníc (získaných z tých istých rodičovských stromov v roku 1988) sa prejavila jednoznačná prevaha hybridnej kombinácie *A. concolor* č. 1 x *A. grandis*. Táto prevaha sa vzťahovala nielen na potomstvo zo samoopelenia materského druhu *A. concolor*, ale aj na potomstvo domácej jedle bielej z voľného opelenia. Ako znázorňuje obr. 3, na všetkých troch sledovaných lokalitách Slovenska dosahovali sadenice medzidruhového hybridu *A. concolor* x *A. grandis* vyššie hodnoty výškového rastu ako potomstvo jedle srienistej zo samoopelenia. Z údajov tab. III vyplýva, že vo všetkých prípadoch ide o rozdiely štatisticky vysoko preukazné. Avšak zatiaľ čo na prvých dvoch lokalitách pozorované rozdiely činili 5,34 a 5,93 cm, v Kamenci pod Vtáčnikom predstihoval medzidruhový hybrid kontrolu až o 9,2 cm. Nemenej pozoruhodný bol v tejto súvislosti aj vplyv stanovišťa, ktorý sa najmarkantnejšie prejavil v celkovej redukcii výškového rastu oboch porovnávaných variantov v Račkovej doline, čo zrejme súvisí s drsnejšou klímou v tejto oblasti. Naopak sadenice dopestované na lokalite Kamenec pod Vtáčnikom sa vyznačovali najrýchlejším rastom, a to potomstvo jedle srienistej tak zo samoopelenia ($x = 18,07$ cm), ako aj z medzidruhového kríženia *A. concolor* x *A. grandis* ($x = 22,27$ cm), ktoré v tomto ohľade zhodne prevyšovali sadenice domácej jedle bielej z voľného opelenia s priemernými výškami 11,97 cm (obr. 4).



4. Sadenice jedle srienistej zo samoopelenia (a) a z medzidruhej hybridizácie s jedľou obrovskou (c) porovnávané so sadenicami jedle bielej z voľného opelenia (b) - Seedlings of white fir originating from self-pollination (a) and interspecific crossing with grand fir (c) as compared with those of silver fir from open pollination (b)

Medzidruhovú kombináciu *A. concolor* x *A. grandis* reprezentuje jedného z prvých hybridov získaných v rámci rodu *Abies* už v roku 1934 (Larsen, 1934). Bol to prednostne tento hybrid, na príklade ktorého sa v priebehu nasledujúcich rokov demonštrovala možnosť praktického využitia fenoménu heterózy pri zvyšovaní produkčných schopností lesných drevín (Duffield a Snyder, 1958; Rohmeder a Schönbach, 1959; Frederick, 1977; Hawley a DeHayes, 1985). U nás po prvýkrát túto hybridnú kombináciu získali v Arboréte Mlyňany Kantor a Chira (1971), ktorí však s ohľadom na iba 1,9% podiel vyprodukovaných semenáčikov ju zaradili do kategórie menej efektívnych krížení. Opakované pokusy s umelou hybridizáciou tých istých jedincov však potvrdzujú, že ide o veľmi perspektívnu kombináciu s vysokou hybridologickou afinitou oboch rodičovských druhov (Kormuťák, 1985). Výrazne heterózný charakter tejto hybridnej kombinácie potvrdil aj nami uskutočnený experiment, v rámci ktorého vynikol predovšetkým heterózný rast hybridných jedincov na všetkých troch sledovaných lokalitách Slovenska. O značných perspektívach zvyšovania prírastku našich lesov na báze introdukovaných drevín svedčí skutočnosť, že dokonca aj inzuchtne potomstvo jedle srienistej zo samoopelenia výrazne predstihovalo vo výškovom raste domácu jedľu bielu. Uvedené zistenie zapadá celkovo do rámca odporúčaní, v ktorom Tokár (1973a) navrhuje širšie zavádzanie jedle srienistej do našich klimatických podmienok, i keď záver autora o nižších hodnotách prírastkov tohto severoamerického zástupcu jedlí ako u jedle bielej sa na úrovni trojročných sadeníc nepotvrdil. Osobitne sa však v tejto súvislosti vynímal veľmi rýchly rast hybridnej kombinácie jedle srienistej s jedľou obrovskou, čo možno považovať za presvedčivý argument na zakladanie zmiešaných porastov oboch týchto druhov v našich podmienkach. Vysoká genetická afinita týchto jedlí je totiž zárukou spontánneho vzniku hybridných rojov so značnou vitalitou, ako o tom svedčia príklady spontánnej hybridizácie jedle srienistej s jedľou obrovskou v oblastiach, v ktorých sa ich prirodzené areály prekrývajú - v juhozápadnej časti Oregónu a v severozápadnej Kalifornii (Martinez, 1948). Okrem toho bol vznik spontánnych hybridov týchto druhov popísaný aj v podmienkach arboriet v Belgicku (Ghatty, 1957) a Nemecku (Schlepitiz, 1956), čo vylučuje možnosť modifikácie alebo dokonca oslabenia ich reprodukčných vzťahov v kultúre.

V našich podmienkach sa výsadba zmiešaných porastov jedle obrovskej odporúča hlavne z produkčného hľadiska, pričom ako doplnkový komponent sa navrhuje douglaska, príp. smrek obyčajný (Holubčík, 1968). Avšak s ohľadom na vysokú genetickú afinitu jedle obrovskej k jedli srienistej a z toho vyplývajúcu možnosť prirodzenej obnovy na báze ich vzájomnej hybridizácie možno odporučiť zmiešanú výsadbu aj týchto dvoch druhov severoamerických jedlí, o to viac, že ich vzájomným krížením možno zvýšiť kvalitu hybridných semien takmer na 50% zastúpenie plných semien, ktoré je charakteristické aj pre jedľu srienistú a jedľu obrovskú v ich domovine (Fowell, 1965).

Experimentálne sa hybridizačné schopnosti oboch druhov dokumentovali taktiež na úrovni semien, kde sa medzidruhovú kombináciu *A. concolor* x *A. grandis* ukázala dokonca efektívnejšia ako vnútrodrohové kríženie jedincov jedle srienistej. Tento typ hybridnej prevahy, všeobecne označovanej ako reprodukčná heteróza, sa považuje za dôležitý ukazovateľ produktivity najmä semenných sádov, ktorých zakladanie sa z dôvodov uvedených vyššie stáva rovnako aktuálne. Navyiac, synchronizovaný priebeh kvitnutia oboch druhov v našich podmienkach odstraňuje jednu z častých príčin nekrížiteľnosti

druhov, t.j. časový nesúlad fenologických fáz v priebehu vegetačného obdobia. Opakom pozorovanej reprodukčnej afinity bol výrazný pokles kvality semenného potomstva oboch porovnávaných druhov po samoopelení. Kantor a Chira (1971) uvádzajú 8,1% podiel ročných semenáčikov získaných zo samoopelenia toho istého jedinca jedle obrovskej, ktorý sme používali v experimentoch aj my. Zodpovedajúce hodnoty nami získaného semenného potomstva vykazovali značnú sezónnu variabilitu a pohybovali sa v rozmedzí 10 až 31,5 % plných semien.

Zhrňujúc možno konštatovať, že hybridologická analýza plne potvrdila vysokú genetickú afinitu druhov *A. concolor* a *A. grandis*, ako aj možnosti využitia ich reprodukčného potenciálu v našich podmienkach. Z hľadiska kvality získaných hybridných semien je pre medzidruhovú kombináciu *A. concolor* x *A. grandis* charakteristická reprodukčná heteróza, zatiaľ čo na úrovni sadeníc sú výrazné symptómy somatickej heterózy. Vo svetle zámerov so zvyšovaním produkcie drevnej suroviny pomocou introdukcie cudzokrajných drevín možno obe tieto vlastnosti hybridu považovať za dobrý predpoklad jeho využitia pri zakladaní kultúr s krátkym rotačným cyklom, príp. aj ako ozdobné dreviny v našich parkoch.

Táto práca je súčasťou grantu č. 92/1991, ktorý je sponzorovaný Slovenskou grantovou agentúrou.

Literatúra

- BAILEY, L. H.: The cultivated evergreens. London, The MacMillan Company 1923. 434 s.
- DUFFIELD, J. W. - SNYDER, E. B.: Benefits from hybridizing American forest tree species. *J. For.*, 56, 1958, s. 809-815.
- FREDERICK, D. J.: An integrated population of *Abies grandis* x *A. concolor* in Central Idaho and its relation to decay. *Silvae Genet.*, 26, 1977, s. 8-10.
- FOWELLS, H. A.: Silvics of forest trees of the United States. Agric. Handbook No. 271, For. Serv., U. S. Dept. Agric., 1965. 112 s.
- GHATY, P. P.: A propos de l'hybride naturel *Abies concolor* (Gord.) Engelman x *A. grandis* (Link.). *Silvae Genet.*, 6, 1957, s. 186-190.
- GREGUSS, L.: Technológia kontrolovaného opeľovania druhov rodu *Abies*. *Zpr. lesn. Výzk.*, 3, 1982, s. 6-8.
- HAWLEY, G. J. - DE HAYES, D. H.: Hybridization among several North American firs. I. Crossability. *Can. J. For. Res.*, 15, 1985, s. 42-49.
- HERMANN, R. K.: North American tree species in Europe. *J. For.*, 85, 1987, s. 27-32.
- HOLUBČÍK, M.: Cudzokrajné dreviny v lesnom hospodárstve. Bratislava, Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry 1968. 371 s.
- KANTOR, J. - CHIRA, E.: On the possibility of crossing certain species of the genus *Abies*. *Acta Univ. agric. (Brno)*, Ser. C, 40, 1971, s. 15-27.
- KIELANDER, C. L.: *Picea*, *Abies*, *Pseudotsuga*. In: Handbuch der Pflanzenzüchtung. Berlin-Hamburg, P. Parey 1962, s. 854-873.
- KORMUŤÁK, A.: Study on species hybridization within the genus *Abies*. *Acta dendrobiol.*, 1985, 127 s.
- LARSEN, C. S.: Forest tree breeding. *Roy. veter. agric. Coll. Yearb.*, Copenhagen, 1934, s. 96-109.
- MARTINEZ, M.: Los *Abies mexicanos*. *Mex. Inst. biol. An.*, XIX, 1948, s. 11-104.
- ROHMEDEK, E.: Bastardierung in der Gattung *Abies*. *Silvae Genet.*, 9, 1960, s. 136-137.
- ROHMEDEK, E. - SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg-Berlin, Parey 1959. 207 s.
- SCHLEPITZ, B.: Über einen natürlichen *Abies*-Bastard. Morphologische und holztechnologische Untersuchung an Artbastarden von *Abies concolor* x *A. grandis*. *Z. Forstgenet.*, 5, 1956, s. 71-79.
- ŠIKA, A. - VANČURA, K.: První výsledky provenienčního významu jedle obrovské (*A. grandis* / Dougl. / Lindl.) v ČSR. *Lesnictví*, 33, 1987, s. 399-412.
- ŠMELKO, Š. - WOLF, J.: Štatistické metódy v lesníctve. Bratislava, Príroda 1977. 330 s.

TOKÁR, F.: Zhodnotenie cudzokrajných jedlí (*Abies* sp.) na Slovensku z hľadiska ich rastu a možnosti pestovania. Acta Mus. Siles., Ser. Dendrol., 1973a, č. 1, s. 51-76.

TOKÁR, F.: Korelačné vzťahy kvantitatívnych znakov u hlavných druhov cudzokrajných jedlí v parkoch na Slovensku. Acta Mus. Siles., Ser. Dendrol., 1973b, č. 2, s. 123-133.

Došlo 20. 11. 1991

KORMUŤÁK, A. (Institute of Plant Genetics, Slovak Academy of Sciences, Nitra): *Artificial hybridization between the white fir (*Abies concolor* /Gord. et Glend. / Lindl.) and grand fir (*Abies grandis* / Dougl. / Lindl.)* Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 759-769.

The artificial hybridization of white fir (*A. concolor* /Gord. et Glend/ Lindl.) and grand fir (*A. grandis* / Dougl./Lindl.) confirmed a high degree of genetic affinity between both species and resulted in obtaining the heterotic progenies of *A. concolor* x *A. grandis* and reciprocal. In comparison with a control variant which included the controlled intraspecific hybridization of *A. concolor* individuals, the efficiency of interspecific hybridizations was incomparably higher as evidenced by the 169.9% degree of crossability between the parent species. The heterotic nature of *A. concolor* x *A. grandis* hybrids has also been evident at the stage of three year old seedlings the growth potentials of which have been tested at three different sites in Slovakia. The hybrid individuals have distinctly differed by their height growth not only from the selfed progeny of white fir, but also from the open pollinated progeny of our silver fir. In spite of better parameters of one-year stored pollen of grand fir, the results obtained within *A. concolor* x *A. grandis* combination confirmed the superiority of freshly collected pollen of *A. grandis* in artificial hybridization of these species.

A. concolor; *A. grandis*; artificial hybridization; heterosis

Adresa autora:

RNDr. Andrej K o r m u ť á k , CSc., Ústav genetiky rastlín SAV, Hlohovská 2, 949 92 Nitra

**INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION
FOR AGRICULTURE**

Slezská 7 CS 120 56 Praha 2 ČSFR FAX: (00422) 25 70 90

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Academy of Agricultural Sciences of the CSFR. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with long summaries in English or in English language with summaries in Czech or Slovak.

Subscription to these journals should be sent to the above-mentioned address.

Periodical	Number of	
	issues per year	pages
Rostlinná výroba (Plant Production)	12	96
Veterinární medicína (Veterinary Medicine)	12	64
Živočišná výroba (Animal Production)	12	96
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12	96
Lesnictví (Forestry)	12	96
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	6	64
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4	80
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4	80
Zahradnictví (Horticulture)	4	80
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6	80

AMBROS, Z. (Ústav lesnické botaniky a fytoecologie VŠZ, Brno): *Zjišťování produkce dřevin v typologických jednotkách*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 771-781.

Navrhovaná metoda „úrovňových kmenů“ se ukázala na základě statistického zpracování výsledků získaných touto metodou v porovnání s průměrkovanými zkusnými plochami jako dostatečně přesná ke zjišťování hlavních taxačních veličin, tj. středního průměru a střední výšky hlavních dřevin. Běžný hmotový přírůst získaný navrhovanou metodou, vztažený na „asimilační plochu“ korun stromů, resp. na jednotku vzrůstové plochy stromů, dává dobrou představu o produkci dřevin v rámci typologických jednotek a lze jej použít na porovnání produkce rozdílných stanovišť a diferenciaci typologických jednotek.

úrovňové kmeny; výšková bonita dřevin; korunové indexy; běžný přírůst; typologické jednotky

Kvantitativní přírůsty, a to na výšce, tloušťce, kruhové ploše, výtvarnici a hmotě, u lesních stromů vznikají činností meristémů. Přitom přírůst hmotový je výsledkem přírůstu na kruhové ploše, na výtvarnici a výšce. Přírůst na kruhové ploše je podmíněn přírůstem tloušťkovým. Základním podkladem pro zjištění hmotového přírůstu stromů je znalost přírůstu výčetní tloušťky, neboť tu dovedeme zjišťovat přímo na rostoucích stromech.

Činnost kambiálních buněk, jejich růst a dělení, určujících vlastně velikost přírůstu dřevní hmoty je závislá na produkčně-ekologických faktorech (světlo, teple, vodě a živinách). V příznivých podmínkách se všeobecně vytvářejí letokruhy širší, v méně příznivých užší. Je tedy možné použít přírůstu jako indikátoru ekologických podmínek růstu stromů (V i n š , 1961).

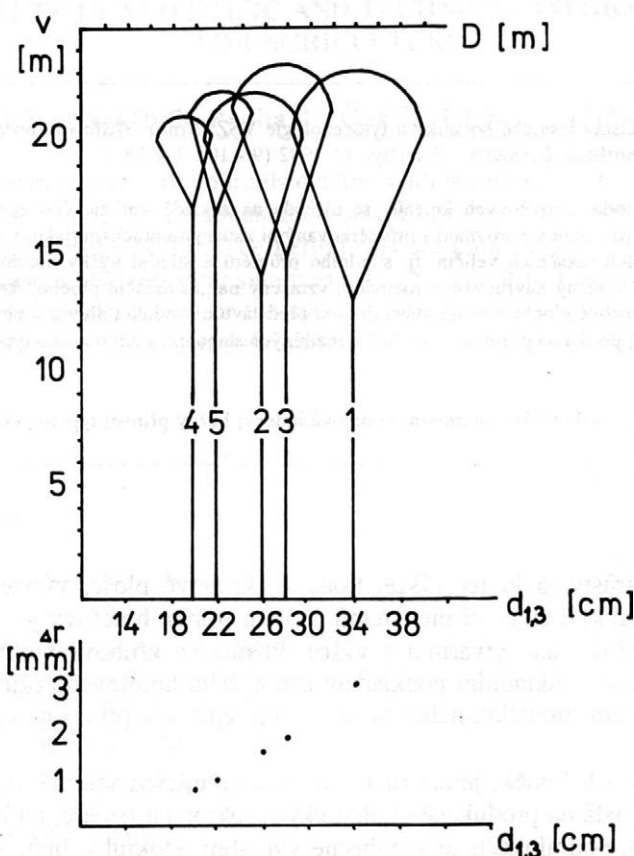
Činitele ovlivňující přírůst je v zásadě možné rozdělit podle charakteru působení do dvou skupin, a to na vnitřní a vnější. Vnitřními činiteli jsou geneticky podmíněné schopnosti jedinců (genotyp) a jejich individuální stáří. Vnější faktory jsou reprezentovány jednak vlastnostmi půdy (edafotop) a ovzduší (klimatop), které nacházejí svůj výraz v lesním typu (typu geobiocénu), jednak vlastnostmi spočívajícími ve vzájemném působení stromů na sebe (kompetici). Uvedené faktory působí vesměs dlouhodobě na rozdíl od dalších vnějších činitelů, jako je např. poškození a plodnost stromu, hospodářské zásahy, kolísání počasí a další, která převážně působí jednorázově nebo periodicky krátkodobě.

Pro sledování produkčních schopností dřevin v rámci lesních typů lze v podstatě zvolit dvě cesty, a to:

a) dlouhodobá systematická sledování na trvalých zkusných plochách s podrobným zachycením výchozího stavu (Z l a t n í k a K o r s u ň , 1938),

b) jednorázová zachycení na větším počtu zkusných ploch téhož lesního typu, rovněž s podrobným zachycením současného stavu (E r t e l d , 1959).

Pro těžkosti vyplývající z dlouhodobého (stacionárního) sledování pokládáme cestu jednorázových sledování za schůdnější, protože zároveň umožňuje sledovat více typologických jednotek současně, i když výsledky získané touto druhou metodou nejsou tak přesné a průkazné.



1. Metoda „úrovňových kmenů“, plocha č. 49A (příklad) - Method of „level stems“, area No. 49A (example)

a - vzrůst kmenů (tloušťka, výška, koruna) - stem full-growth (diameter, height, crown)

$d_{1,3}$	v	D	l
1 34	23	5,6	10
2 26	22	3,8	8
3 28	23	4,0	8
4 20	21	2,2	4
5 22	22	2,8	5
(cm)	(m)	(m)	(m)

d = průměr kmene - stem diameter

v = relativní šířka koruny - relative crown width

D = průměr koruny - crown diameter

l = délka koruny - crown length

b) přírůst kmenů (šířka letokruhů) - stem increment (growth layer diameter)

d_s = střední průměr kmene - stem mean diameter = 26,0 cm

v_s = střední porostní výška - mean stand height = 22,2 m

věk (roky) - age (years) = 78

v_{100} = výška ve 100 letech - height at the age of 100 years = 24,5 m

K = plocha korunové projekce - crown projection area = 30 m².ha⁻¹

v_t = výtvarnicová výška na konci periody - form height at the end of period = 10,8 m

Z = zásoba 321 m³.ha⁻¹ - growing stock

PB = hmotový přírůst - mass gain = 10,8 m³.ha⁻¹

MATERIÁL A METODY

Abychom získali dostatečné množství měření při dodržení časové únosnosti a hospodárnosti, hledali jsme poměrně jednoduchou metodu, která by vyhovovala pro sledovaný záměr, tj. produkčně-ekologické komparace. Takovou byla shledána metoda „úrovňových kmenů“ (obr. 1).

Vládnoucí kmeny, tj. úrovňové a nadúrovňové (třída 1 a 2 podle Krafa), produkují nejen absolutně větší část přírůstu ve víceméně stejnověkových porostech, ale i relativně více než kmeny podúrovňové (A s s m a n n, 1961):

stromové třídy	podíl na hmotě (%)	podíl na přírůstu (%)
1 + 2	87,5	95,5
3 + 4	12,5	4,5

Úrovňové kmeny byly vybrány nejen proto, že jsou hlavními nositeli přírůstu, ale i proto, že nejlépe odrážejí růstové podmínky stanoviště - prostředí (B u r g e r, 1950, 1951; H a l a j, 1959; A s s m a n n, 1961 a další).

Postup při metodě „úrovňových kmenů“ (A m b r o s, 1963):

a) Výběr úrovňových kmenů na zkušné ploše

Nejdříve je potřebné odhadnout nejsilnější a nejtenší kmen sledované dřeviny na ploše. U těchto kmenů se změří průměr ve výčetní tloušťce (1,3 m). Přitom nejsou brány v úvahu výrazně starší nebo mladší stromy. Pro odhad středního kmene se použije schéma (M ü l l e r et al., 1959):

$$d_s = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2}$$

Potom se na ploše vyhledá pět až osm víceméně úrovňových stromů téže dřeviny, odpovídajících přibližně průměru d_s .

b) Měření vybraných úrovňových stromů

- Změření průměru v 1,3 m s přesností na 1 cm. S výhodou je možné použít měření obvodu kmene krejčovským metrem.

Změření výšky stromu a výšky nasazení koruny s přesností na 1 m pomocí Blume-Leissova výškoměru nebo výškoměrné stupnice v Bitterlichově relaskopu.

- Změření průměrů průmětu koruny stromu ve čtyřech směrech (S, V, Z, J), a to pomocí olovnice a pásma s přesností na 0,5 m.

c) Odběr vývrťů z vybraných kmenů

Vývrty odebíráme pomocí Presslerova nebozezu ve výčetní tloušťce a na odebraných vývrtech ihned odečteme tloušťku posledních 5, 10, popř. 15 a 20 letokruhů (např. pomocí 12x zvětšující lupy s měřítkem), a to s přesností na 0,1 mm, přiřázkou čtyř až osmi roků se odhadne věk stromů po odčítání celkového počtu letokruhů u vývrťů jdoucích dřeně.

d) Odhad kruhové základny a zásoby na hektar

Pomocí Bitterlichova relaskopu nebo relaskopického klínku (třeba připočítat korekci podle sklonu svahu) odhadneme kruhovou základnu porostu na 1 ha. Zásoba hroubí na 1 ha se vypočítá pomocí tabulek výtvarnicových výšek (např. podle W. v. Laera).

Běžný hmotový přírůst stromů nejsnáze vypočítáme metodou, kterou uvádí G i u r g i u (1962). Tento autor vychází, podobně jako jiní, ze základního vzorce pro přírůstové procento, a to v této úpravě:

$$Ph = Pk + Ptv$$

$$Pk = \frac{\sum \Delta r}{\sum d - \sum \Delta r} \cdot \frac{400}{n}$$

kde: Ph - přírůstové procento na hmotě
 Pk - přírůstové procento na kruhové základně
 Ptv - přírůstové procento na výtvarnicové výšce
 $\sum \Delta r$ - suma přírůstů na poloměru
 $\sum d$ - suma průměrů vrtaných kmenů
 n - počet let periody

Metoda výtvarnicových výšek se zakládá na konstatování, že hodnota běžného přírůstu se jeví jako součet přírůstového procenta na ploše průměru v 1,3 m a přírůstového procenta na výtvarnicové výšce. Největší část (70 až 90 %) přitom připadá na přírůst na kruhové ploše. Z toho lze usoudit, že je možné zjišťovat přírůst na výtvarnicové výšce s relativně menší přesností, např. z tabulek, ale přírůst na kruhové ploše s větší přesností, tj. přímým měřením tloušťkového přírůstu. Hodnoty výškového přírůstu lze jednoduše odhadnout např. pomocí vzrůstových, křivek (H a l a j, 1959; H a l a j a Ř e h á k, 1979) a hodnoty výtvarnicových výšek tomu odpovídajících např. podle Krennových výškových tarifů (M ů l l e r et al., 1959). Přírůst na výtvarnicové výšce se potom vypočítá podle vztahu:

$$P_{vt} = \frac{\Delta vt}{vt - \Delta vt} \cdot \frac{100}{n}$$

kde: P_{vt} - přírůst na výtvarnicové výšce
 Δvt - rozdíl výtvarnicových výšek za periodu
 vt - výtvarnicová výška na konci periody
 n - počet let periody

Na ověření uvedených postupů jsme použili materiál 98 úplných typologických ploch, založených na území LZ Giraltovce v roce 1962 tehdejšími pracovníky typologického oddělení ÚHÚL ve Zvolenu (ing. Z. Ambrosem a ing. M. Vazurem).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Použitelnost metody „úrovňových kmenů“ z hlediska její přesnosti a reprezentativnosti byla posuzována srovnáním výsledků ze 40 typologických reprezentativních ploch (založených v bukových porostech LZ Giraltovce), na kterých byla provedena paralelní měření jednak metodou „úrovňových kmenů“, jednak podrobným taxačně dendrometrickým měřením na zkusných plochách o velikosti 0,2 až 0,4 ha s průměrkováním všech kmenů (nad 6 cm), měřením potřebného počtu výšek a odběrem vývrtů v 1,3 m.

U každé paralelní dvojice porovnávaných taxačních veličin byla vypočítána empirická přesnost v procentech vzhledem k hodnotě veličiny získané na průměrkované ploše jako k hodnotě správné.

$$m_e (\%) = \frac{Z_u - Z_p}{Z_p} \cdot 100$$

kde: m_e - empirická přesnost (%)
 Z_u - hodnota získaná metodou úrovňových kmenů
 Z_p - hodnota získaná na průměrkované ploše

Výsledky porovnání přesnosti taxačních veličin:

a) střední průměr d_s		
$\bar{x} = +0,5 \%$	$s_x = \pm 4,5 \%$	$t.s_x = \pm 9,0 \%$
b) střední výška v_s		
$\bar{x} = +0,75 \%$	$s_x = \pm 3,41 \%$	$t.s_x = \pm 6,8 \%$
c) kruhová základna na 1 ha K		
$\bar{x} = +1,13 \%$	$s_x = \pm 3,50 \%$	$t.s_x = \pm 7,0 \%$
d) zásoba hroubí na 1 ha Z		
$\bar{x} = -1,50 \%$	$s_x = \pm 4,00 \%$	$t.s_x = \pm 8,0 \%$
e) běžný přírůst na 1 ha PB		
$\bar{x} = +0,05 \%$	$s_x = \pm 8,66 \%$	$t.s_x = \pm 17,3 \%$

kde: $\bar{x}$ - aritmetický průměr
 s_x - směrodatná odchylka
 $\pm s_x$ - maximální chyba při 95% pravděpodobnosti

Lze konstatovat, že metodou „úrovňových kmenů“ získáme taxační veličiny, mimo přírůst, s dostatečnou přesností obvykle požadovanou při taxačních pracích (A m b r o s, 1963).

Na základě posouzení přesnosti zjišťování jednotlivých taxačních veličin se ukazuje střední porostní výška jako veličina zjišťovaná s relativně nejmenší chybou. Vzhledem k tomu a vzhledem k malé ovlivnitelnosti střední porostní výšky hospodářskými zásahy byly především právě střední výšky použity pro porovnání produkční schopnosti dřevin (v našem případě buku) na typologicky definovaných jednotkách, a to jako tzv. absolutní výškové bonity (H a l a j a Ř e h á k, 1979).

Porovnání absolutních výškových bonit buku (výšek ve 100 letech) na vymezených typologických jednotkách na území LZ Giraltovce:

Skupina typů geobiocénů: *Fagi-querceta typica*

Typ: *Carex pilosa* - (*Carex montana*) - *Lathyrus niger*
 mapovací jednotka č. 1 (pro malý počet ploch nebyla hodnocena)

Skupina typů geobiocénů: *Querci-fageta typica*

Typ: *Carex pilosa* - (*Asperula odorata*) - *Dentaria bulbifera*
 mapovací jednotka č. 2 (s pokryvností nad 20 %)

$$B_{100} = 23,3 \pm 0,61 \text{ m} \quad n = 10$$

mapovací jednotka č. 5 (s pokryvností pod 20 %) *nudum*

$$B_{100} = 24,1 \pm 0,85 \text{ m} \quad n = 34$$

Typ: *Carex pilosa* - *Asperula odorata* - *Oxalis acetosella*
 mapovací jednotka č. 3 (s pokryvností nad 20 %)

$$B_{100} = 26,4 \pm 0,72 \text{ m} \quad n = 13$$

mapovací jednotka č. 6 (s pokryvností pod 20 %) *nudum*

$$B_{100} = 26,5 \pm 0,62 \text{ m} \quad n = 20$$

Skupina typů geobiocénů: *Querci-fageta tiliae - aceris*

Typ: *Carex pilosa* - *Lamium galeobdolon* - *Asarum europaeum* - (*Scilla bifolia*)
 mapovací jednotka č. 4

$$B_{100} = 26,8 \pm 0,62 \text{ m} \quad n = 6$$

Skupina typů geobiocénů: *Querceta petraeae fagina*

Typ: *Polytrichum formosum* - (*Leucobryum glaucum*) *nudum*
 mapovací jednotka č. 7

$$B_{100} = 15,6 \pm 1,87 \text{ m} \quad n = 8$$

Protože však i při stejné střední výšce mohou porosty dosahovat různé hodnoty zásoby hroubí na 1 ha při stejném zakmenění, a to podle výnosové úrovně (A s s m a n n, 1961), resp. zásobové úrovně (H a l a j a Ř e h á k, 1979), přistoupili jsme k porovnávání typologických jednotek také podle velikosti přírůstu. Obtížnost spočívá v tom, že nestejné zakmenění a věk porostů nedovolují usuzovat na produkce dřeviny v určité typologické jednotce přímo z průměrné šířky letokruhů.

Podle šetření řady autorů (B u r g e r, 1950, 1951; W a g e n k n e c h t et al., 1956; M a y e r, 1958; A s s m a n, 1961; G r o s s m a n n, 1963 aj.) má na velikost přírůstu podstatný vliv nejen kvalita stanoviště, ale ve značné míře také velikost a kvalita koruny. Problematika hodnocení korun stromů byla sledována mnohými autory (např. B u r g e r,

1950, 1951; Assmann, 1961; Vinš, 1961 aj.). Assmann (1961) vyžaduje měření korun: a) k výpočtu skutečného smíšení a prostorového podílu zaujímaného jednotlivými dřevinami v porostu, b) k určení využití vzrůstového prostoru dřevinami, c) zejména k odhadu budoucího přírůstu jednotlivých stromů. Je logické, že zvětšování koruny musí zároveň vést k zvětšování přírůstu. Tato závislost však není funkční, neboť vedle množství listů je důležité i jejich postavení ke světlu. Dále produkce CO_2 asimilačními orgány na povrchu koruny je značně vyšší než uvnitř (Burger, 1951; Assmann, 1961 aj.). Přesto lze konstatovat vysokou korelační závislost mezi množstvím listové hmoty a dendromasou produkovanou stromem. I když stinné listy produkují při slabém oslunění více než slunné, je třeba považovat netto produkci slunných listů za celkově příznivější a důležitější (Pisek a Tranquillini - in: Assmann, 1961), neboť respirace stinných listů přes noc činí téměř 40 % jejich denní netto asimilace a navíc absolutní hodnota netto produkce slunných listů je čtyřikrát až pětikrát větší než listů stinných. Na stejném stanovišti je tedy výkonnost listů závislá především na světelných poměrech. Na různých stanovištích k tomu ještě přistupuje zásobení vodou a živinami, především dusíkem a fosforem (Mar-Möller, cit. Assmann, 1961).

Vztah mezi hmotností sušiny listů a přírůstem sledoval např. Kern (1962) na čtyřech plochách (smrk, buk, jedle) a stanovil v těchto případech korelační koeficient $r = 0,56$ až $0,99$. Rovněž velmi těsný korelační vztah našel mezi povrchem koruny a hmotností sušiny listů ($r = 0,94$ až $0,99$) a mezi podílem osluněných listů a přírůstem. Pro porovnávací účely se mnozí autoři snažili najít jednodušší parametry, tzv. korunové indexy, vyjadřující velikost korun. V tomto ohledu lze použít: plochu korunové projekce, délku koruny, relativní délku koruny, průměr koruny, relativní šířku koruny, násobek délky a šířky koruny a celou řadu dalších indexů. Koruny je možné dále třídit také podle hustoty olistění, asymetrie, zdravotního stavu a stupně poškození koruny na tzv. korunové třídy, (Grossmann, 1963).

Přes všechny nejrozličnější korunové indexy a korunové třídy je stále nejčastěji používána plocha korunové projekce ve vztahu k přírůstu (Magin 1963 aj.) jako měřítko zápoje (Vyskot, 1958) i jako měřítko ekonomického využití plochy (Mayer, 1958 aj.).

My jsme se pokusili posoudit tyto korunové indexy vzhledem k přírůstu buku:

1. relativní šířku koruny jako poměr průměru koruny k průměru kmene
v 1,3 m ($f = D/d$ 1,3),
2. relativní délku koruny jako poměr délky koruny k výšce stromu $F = l$ (v.100)
3. poměr rozdílu největšího a nejmenšího poloměru koruny ke střednímu poloměru,

vyjadřující asymetrii koruny ($a = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_s} \cdot 100$),

4. plochu osluněné části koruny, pro listnáče jako povrch polokoule, pro jehličnany jako povrch rotačního kužele ($Po = \pi \cdot D^2$), ($Po = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot \sqrt{4 \cdot l^2 + D^2}}$)

5. relativní výšku stromu jako poměr výšky stromu ke střední porostní výšce ($B = v/v_s$).

Ze statistického zpracování vyplynula značná závislost přírůstu na všech sledovaných korunových indexech. Při sledování tloušťkového přírůstu jednotlivých stromů se ukázal nejtěsnější korelační vztah s hodnotami indexu f (poměr šířky koruny k průměru kmene

v 1,3 m). Koeficient korelace ($r = 0,919 \pm 0,039$) tohoto vztahu ukazuje na těsnou korelační závislost. I když hodnota variačního koeficientu regresní přímky vyrovnávající tento vztah je poměrně nízká a v tomto případě činí 15 %, přesto regresní přímka nevyrovnává empirické hodnoty přesně, neboť posuzovaná závislost není lineární. Lze konstatovat víceméně esovitý průběh závislosti. Kritickými hodnotami indexu f vzhledem k tloušťkovému přírůstu jsou jeho hodnoty $f = 11$, kdy již další zmenšování koruny vzhledem k průměru kmene nemá za následek současné snižování tloušťkového přírůstu, a $f = 20$, kdy další zvětšování koruny již neznamená současné zintenzívnění tloušťkového přírůstu. Toto konstatování souhlasí s výsledky Madasových prací (cit. P a p á n e k , 1960), který tento vztah sledoval u některých typů bučin v Maďarsku. Hmotový přírůst tento index (f) již tak dobře nevystihuje, jak je zřejmé z nižší hodnoty korelačního koeficientu ($r = 0,750 \pm 0,066$) a ze zvětšení hodnoty variačního koeficientu regresní přímky na 29 %. Z toho lze soudit, že šířka koruny, resp. její velikost má vliv především na tloušťkový přírůst (A m b r o s , 1963).

Index F (relativní délka koruny) má podstatně menší vliv na výši tloušťkového i hmotového přírůstu než index f . Korelační koeficient dosahuje pouze středních hodnot (tloušťkový přírůst $r = 0,507 \pm 0,087$, hmotový přírůst $r = 0,544 \pm 0,087$). Se zvětšující se relativní délkou koruny nejprve stoupají hodnoty přírůstu jak tloušťkového, tak hmotového až po hodnotu $F = 40 - 45$ %. Další zvyšování hodnoty F již znamená klesání přírůstů. Závislost je v obou případech výrazně nelineární, víceméně parabolická. Podobný vztah konstatuje např. pro smrk H e g e r (1962) a kritickou hodnotu F uvádí 70 %.

Podobná těsnost vztahu byla shledána také u korunového indexu vyjadřujícího asymetrii koruny (a). Korelační koeficient má zápornou hodnotu a vztah je tedy nepřímo úměrný. Se stoupající asymetrií klesá přírůst ($r = -0,528 \pm 0,086$). Průběh je esovitý a podobný pro oba přírůsty.

Značně rozdílné hodnoty korelačního koeficientu jsme dostali při sledování relativní výšky stromu (B). Vztah mezi relativní výškou stromu a tloušťkovým přírůstem se ukázal jako poměrně nízký ($r = 0,338 \pm 0,093$), naproti tomu pro hmotový přírůst poměrně vysoký ($r = 0,746 \pm 0,066$). Stoupá-li hodnota relativní výšky nad 1,0, tj. u kmenů nadúrovňových, není zvyšování přírůstu již tak intenzivní. Empirické hodnoty hmotového přírůstu sledují regresní přímku jen s malými odchylkami. U tloušťkového přírůstu se ukazuje náznak vytváření esovité křivky. Lze konstatovat, že index B vystihuje přírůst hmotový lépe než přírůst tloušťkový, tedy právě opačně než index f (A m b r o s , 1963).

Jako poslední byl sledován index osluněného povrchu koruny (P_0) ve vztahu k přírůstu. Jak pro tloušťkový, tak pro hmotový přírůst jsme dostali vysoké hodnoty korelačních koeficientů (pro tloušťkový přírůst $r = 0,882 \pm 0,047$, pro hmotový přírůst $r = 0,980 \pm 0,020$). Rozptýl empirických hodnot kolem regresní přímky, vyjádřený variačním koeficientem, činí v prvním případě 18 %, ve druhém pouze 9 %. Závislost mezi osluněnou plochou koruny (P_0) a hmotovým přírůstem se z posuzovaných korunových indexů ukázala jako nejtěsnější.

Na základě těchto zjištění lze považovat za rozhodující pro hmotový přírůst stromu především plochu osluněné části koruny (P_0) a relativní výšku stromu (B), která do jisté míry vystihuje i postavení stromu v porostě. Souhlasně se zvětšující (zmenšující) se relativní výškou stromu se úměrně zvětšuje (zmenšuje) světelný požitek stromu. Vynásobíme-li index osluněné plochy koruny (P_0) relativní výškou stromu (B), dostáváme nový korunový index = asimilační plochu koruny (P_a) - (A m b r o s , 1963).

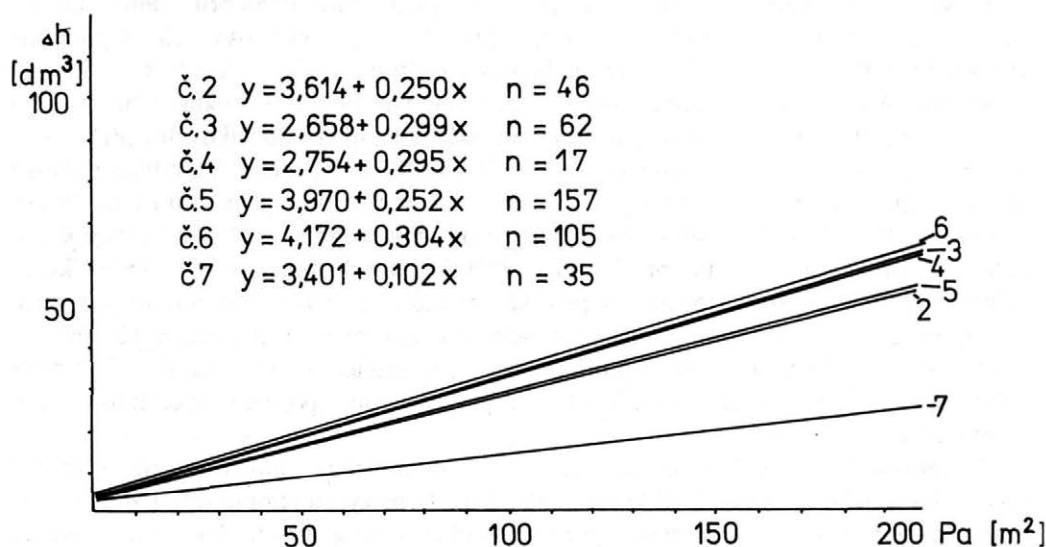
Na posouzení přírůstových schopností buku (89 typologických ploch založených v 80letých až 120letých porostech s dominancí buku) v typologických jednotkách na území LZ Gíraltove byla sledována závislost tohoto korunového indexu (Pa) asimilační plochy korun k hmotovému přírůstu, a to jako průměrnému periodickému přírůstu za posledních deset let (1952 - 1962).

Po vynesení hodnot hmotového přírůstu jednotlivých kmenů do grafu podle příslušných velikostí asimilačních ploch korun (Pa) pro jednotlivé typologické jednotky (obr. 1) se ukázalo, že jde nejen o velmi těsný korelační vztah, ale že závislost probíhá lineárně. (Linearita vztahu byla ověřena pomocí Newtonova vzorce. Jelikož první derivace je stálá a další se blíží nule, lze předpokládat, že závislost je lineární.) K vyrovnání empirických hodnot přírůstu jsme použili jednak metodu klouzavých průměrů, jednak rovnici přímky.

Regresní přímky vyrovnávající bodové pole hmotového přírůstu stromů byly sestaveny pro jednotlivé mapovací jednotky a byly mezi sebou porovnány (obr. 2). Ukázalo se, že jednotky jsou seskupeny podobně, jak jsme to konstatovali při porovnávání středních porostních výšek buku. Potvrdil se tak předpoklad rozdílnosti přírůstu buku mezi sledovanými typologickými jednotkami, vycházející z hypotézy rozdílné produkce dřevní hmoty stejným množstvím listové hmoty na rozdílných stanovištích (B u r g e r , cit. A s s m a n n , 1961).

Ačkoliv jsou rozdíly v hodnotách parametrů regresních přímek vyrovnávajících hodnoty hmotového přírůstu stromů v závislosti na hodnotě indexu asimilační plochy korun buku (Pa) statisticky vysoko významné, nedávají praktickou představu o produkci dřeviny (buku) v jednotlivých typologických jednotkách. Z těchto důvodů byly hodnoty hmotového přírůstu, udané v $\text{dm}^3 \cdot \text{m}^{-2}$, tj. na m^2 asimilační plochy stromů, převedeny na přírůst v m^3 na 1 ha vzrůstové plochy.

Jestliže plochu korunové projekce vyjádříme $K = \pi \cdot D^2 / 4 = D^2 \cdot 0,785$, potom vzrůstová plocha připadající na jeden strom má za předpokladu ideálního rozmístění



2. Porovnání regresních přímek vztahu mezi asimilační plochou koruny (Pa) a hmotovým přírůstem (Δh) buku podle mapovacích jednotek - Comparison of regression straight lines relation between assimilation crown area (Pa) and beech weight increment (Δh) according to cartographic units

stromů po ploše v trojúhelníkovém sponu tvar šestiúhelníků, kde vzrůstová plocha $P_v = D^2 \cdot \sqrt{3} / 2 = D^2 \cdot 0,866$, což odpovídá teoretickému zápoji $K/P_v = 0,785/0,866 = 0,906$. Vzrůstová plocha jednoho stromu je potom 1,105krát větší než plocha korunové projekce. Při čtyřúhelníkovém sponu $K = D^2$ je hodnota teoretického zápoje $K/P_v = 0,785/1,0000 = 0,785$, což odpovídá vzrůstové ploše stromu 1,28krát větší než příslušná plocha korunové projekce. Skutečné rozmístění stromů v porostě je však nepravidelné a skutečný maximální zápoj leží pravděpodobně mezi těmito teoretickými hodnotami (A s s m a n n , 1961). Za hodnotu skutečnosti nejbližší lze považovat hodnotu zápoje $K/P_v = 0,785/0,933 = 0,841$, což odpovídá prakticky zjištěnému maximálnímu zápoji (W i e d e m a n n , cit. A s s m a n n , 1961). Při přepočtech hmotového přírůstu v našem případě byla vzrůstová plocha připadající na jeden strom vypočítána jako násobek plochy korunové projekce krát 1,20.

Porovnání maximálních hodnot hmotového přírůstu buku na jednotlivých typologických jednotkách na území LZ Gíraltovice (A m b r o s , 1963):

Typ: *Carex pilosa* - (*Asperula odorata*) - *Dentaria bulbifera*

mapovací jednotka č. 2 $BP = 9,5 \pm 1,37 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ $n = 46$ vývrťů

mapovací jednotka č. 5 $BP = 9,9 \pm 1,61 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ $n = 157$ vývrťů

Typ: *Carex pilosa* - *Asperula odorata* - *Oxalis acetosella*

mapovací jednotka č. 3 $BP = 10,6 \pm 1,28 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ $n = 62$ vývrťů

mapovací jednotka č. 6 $BP = 11,0 \pm 1,52 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ $n = 104$ vývrťů

Typ: *Polytrichum formosum* - (*Leucobryum glaucum*) nudum

mapovací jednotka č. 7 $BP = 4,7 \pm 1,26 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ $n = 35$ vývrťů

Mapovací jednotky č. 1 a č. 4 nebyly pro malý počet vývrťů (5 a 17) brány v úvahu.

Na základě testování významnosti rozdílů aritmetických průměrů přírůstu buku mezi sledovanými typologickými jednotkami (lesními typy) lze zjištěné rozdíly hodnotit jako statisticky vysoko významné. Statisticky nevýznamné rozdíly v produkci mapovacích jednotek č. 2 a č. 5 a mezi jednotkami č. 3 a č. 6 byly důvodem, samozřejmě vedle shody vlastností abiotického prostředí a složení vegetace (A m b r o s , 1976), pro sloučení těchto mapovacích jednotek do uvedených lesních typů. Dostáváme tak totéž seskupení mapovacích jednotek, jaké jsme dostali při porovnávání výškových bonit buku, i vyrovnaných regresních přímků jednotlivých typologických mapovacích jednotek.

ZÁVĚR

1. Navrhovaná metoda „úrovňových kmenů“ se ukázala na základě statistického zpracování výsledků v porovnání se zkusnými plochami průměrkovanými jako dostatečně přesná ke zjišťování hlavních taxačních veličin, tj. středního průměru a střední výšky dřevin, a s určitým omezením i běžného hmotového přírůstu.

2. Běžný hmotový přírůst na jednotku vzrůstové plochy získaný metodou „úrovňových kmenů“ dává dobrou představu o produkci dřevin v rámci typologických jednotek a lze jej použít jak na porovnávání produkce různých stanovišť, tak na jejich diferenciaci.

3. Typologické jednotky vytvořené na základě typizace vegetace a vlastností prostředí mohou vzhledem k prokázané značné produkci homogenitě současně sloužit jako jednotky stejných produkčních předpokladů pro jednotlivé dřeviny v rámci těchto jednotek.

- AMBROS, Z.: Lesní typy dubo-bukového stupně JZ části Ondavské vrchoviny. [Kandidátská disertace.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1963.
- AMBROS, Z.: Príspevok k fytocenológii bučín Ondavské vrchoviny. Acta Fac. paed. B. Bystrica, Ser. prírodop. zv. 7, 1976, s. 39 - 74.
- ASSMANN, E.: Waldertagskunde. München, Bonn, Wien 1961.
- BURGER, H.: Holz, Blattmänge und Zuwachs. Mitt. Schweiz. Anst. Forstwes., 26, 1950, č. 2; 27, 1951, č. 1.
- ERTELD, W.: Standort und Ertrag im Walde. Sitz. - Ber. Dtsch. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berl., 6, 1959, s. 1 - 35.
- GIURGIU, V.: Metódy určenia bežného prírastku porastov. In: Sbor. o metodách merania prírastku. Tatranská Lomnica 1962.
- GROSSMANN, H.: Untersuchungen über die Zuwachseleistung von Kiefer und Buche. Arch. Forstwes., 12, 1963, s. 249-278.
- HALAJ, J.: Prieskum výškovej vzrastavosti drevín na Slovensku. Lesn. Čas., Zvolen, 5, 1959, s. 173-204.
- HALAJ, J. - ŘEHÁK, J.: Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Bratislava, Príroda 1979.
- KERN, G.: Die Beziehung zwischen einigen Kronenkennwerten und dem Nadelrockengewicht bei Fichte und Tanne. Allg. Forst-Jagdztg., 133, 1962, s. 13-18.
- MAGIN, R.: Standortsgerechte Ertragsermittlung als Teil der Forsteinrichtung. Allg. Forstz., 74, 1963, č. 8.
- MAYER, H.: Analyse eines Tannen-Fichten (Buchen) Gleichschlussesbestandes. Arch. Forstwes., 6, 1958, s. 848-860.
- MAYER, H.: Ertragskundliche Untersuchungen über line neue Baumklasseneinteilung. Arch. Forstwes., 12, 1963, s. 391-413.
- MÜLLER, R. et al.: Grundlagen der Forstwirtschaft. Hannover 1959.
- PAPÁNEK, F.: Referát o práci Madasa. Lesn. Čas., 6, 1960, s. 130-146.
- PRIESOL, A.: Základy kontroly produkcie. Bratislava 1961.
- VINŠ, B.: Struktura a vývoj pŕirozených porostů s jedlí. Práce VÚL, 1961, sv. 23, s. 65-159.
- VYSKOT, M.: Pěstování dubu. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1958.
- WAGENKNECHT - SCAMONI - RICHTER - LEHMANN: Wege zur standortsgerechter Forstwirtschaft. Berlin 1956.
- ZLATNÍK, A. - KORSUN, F.: Průzkum pŕirozených lesů na Podkarpatské Rusi. Sbor. VÚZ ČSR, 1938, s. 152.

Došlo 15. 7. 1991

AMBROS, Z. (Institute of Forest Botany and Phytocenology of the University of Agriculture, Brno): *Investigation of the production of woody species in typological units*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 771-781.

For observation of woody species production abilities in terms of forest types it is possible to choose basically two methods: long-term systematic observation on the permanent trial areas with the detailed description of the initial state, single descriptions of current state on higher number of the trial areas. Because of the difficulties following from the long-term observation we consider the method of single observation more available, giving a possibility to observe more typological units at the same time, even though it is less exact. Applicability of the method of „level stems“ from the point of view of its accuracy and representativeness was evaluated on the basis of comparison of the results from forty typological representative areas, established in the beech stands in LZ Giraltove, where it was carried out the parallel measurements of both by the method of „level stems“ and detailed mensuration-dendrometric measurement on the trial areas of the size of 0.2 to 0.4 hectare with callipering all the stems (over 6 cm), by measurement of necessary number of the stem heights and by taking of the increment cores in 1.3 m. Used methods of measurement on the areas of „level stems“ are seen in Fig. 1. It is possible to state that with the method of „level stems“ we obtain the mensurational quantities, except for the increments with sufficient accuracy, usually required during the mensurational works (maximum error, t_{s_x} under 10 %). Comparison of the absolute heights yield classes of beech on the demarcated typological units on the area of LZ Giraltove:

Group of geobiocenous types: *Fagi - querceta typica*

Type: *Carex pilosa* - (*Carex montana*) - *Lathyrus niger*

cartographic unit No. 1 (not evaluated due to the small number of plots)

Group of geobiocenosis types: *Querci-fageta typica*

Type: *Carex pilosa* - (*Asperula odorata*) - *Dentaria bulbifera*

cartographic unit No. 2, $B = 23.3 \pm 0.61$ m, $n = 10$

cartographic unit No. 5, $B = 24.1 \pm 0.85$ m, $n = 34$

Type: *Carex pilosa* - *Asperula odorata* - *Oxalis acetosella*

cartographic unit No. 3, $B = 26.4 \pm 0.72$ m, $n = 13$

cartographic unit No. 6, $B = 26.5 \pm 0.62$ m, $n = 20$

Group of geobiocenosis types: *Querci-fageta tiliae-aceris*

Type: *Carex pilosa* - *Lamium galeobdolon* - *Asarum europaeum* - (*Scilla bifolia*)

cartographic unit No. 4, $B = 26.8 \pm 0.62$ m, $n = 6$

Group of biocenosis types: *Querceta petraea fagina*

Type: *Polytrichum formosum* - (*Leucobryum glaucum*) *nudum*

cartographic unit No. 7, $B = 15.6 \pm 1.87$ m, $n = 8$

For the evaluation of the beech increment abilities (89 typological areas established on 80 years to 120 years old stands with the beech domination) in typological units on the area of LZ Giraltovec it was observed dependence of the crown index of the crown assimilation area (P_a) to the weight increment as to average periodical increment during the last ten years (1952 to 1962). After setting particular stem weight increment values to the diagram in the dependence on the crown assimilation area size (P_a), for particular typological units, respectively, it appeared that there is not only very tight correlation, but that dependence is linear. This dependence for particular cartographic units is shown in the diagram in the picture No. 2. Comparison of maximum values of the beech weight increment in particular typological units on the area of LZ Giraltovec:

Type: *Carex pilosa* - (*Asperula odorata*) - *Dentaria bulbifera*

cartographic unit No. 2, $BP = 9.5 \pm 1.37$ m³ per hectare, $n = 46$ increment cores

cartographic unit No. 5, $BP = 9.9 \pm 1.61$ m³ per hectare, $n = 157$ increment cores

Type: *Carex pilosa* - *Asperula odorata* - *Oxalis acetosella*

cartographic unit No. 3, $BP = 10.6 \pm 1.28$ m³ per hectare, $n = 62$ increment cores

cartographic unit No. 6, $BP = 11.0 \pm 1.52$ m³ per hectare, $n = 104$ increment cores

Type: *Polytrichum formosum* - (*Leucobryum glaucum*) *nudum*

cartographic unit No. 7, $BP = 4.7 \pm 1.26$ m³ per hectare, $n = 35$ increment cores

On the basis of testing the arithmetic mean differences importance of the beech increment among particular typological units (forest types) it is possible to evaluate these differences as of statistical high importance. We obtain so basically the same groupage of cartographic units as we obtained at comparison of the beech height yield classes and balanced regression straight lines of particular cartographic units (Fig. 2). Suggested method of „level stems“ showed to be, on the basis of statistical processing of the results comparing to trial calliper areas, enough accurate for the investigation of main mensurational quantities, that means the wood species average mean and mean height and with some restriction also of common weight increment. Common weight increment per growing area unit obtained by the method of „level stems“ provides a good vision of wood species production in terms of typological units and it can be used for comparison of production from different sites and also for their differentiation. Typological units, created on the basis of vegetation typification and the environmental characteristics can be used, owing to their high productive homogeneity proved, at the same time as the units of the same production abilities for particular woody species.

level stems; height yield classes of woody species; crown indexes; common weight increment; typological units

Adresa autora:

Doc. ing. Zdeněk A m b r o s, CSc., Ústav lesnické botaniky a fytoecologie VŠZ, Zemědělská 3, 613 00 Brno

ZAHAJUJETE ŘEŠENÍ NOVÉHO VÝZKUMNÉHO ÚKOLU?

Potom budete zcela jistě potřebovat nejnovější domácí i zahraniční informace o stavu vědy a výzkumu v oblasti, kterou se zabýváte.

**Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
oddělení informačních systémů, Vám nabízí:**

Rešerše z mezinárodního informačního systému AGRIS. Báze dat AGRIS obsahuje téměř 2 000 000 záznamů z oblasti zemědělství, potravinářství a lesnictví s retrospektivou od roku 1975.

Retrospektivní rešerše se zpracovávají z kompaktních disků. Při formulaci dotazu se mohou kromě tematického zaměření zohlednit i další specifické požadavky uživatele (jazyk dokumentu, autor, země původu ap.). Doba dodání rešerše je jeden týden po obdržení objednávky. V případě zájmu se uživatel může zpracování zúčastnit osobně a upřesňovat v průběhu vyhledávání svůj dotaz. Rešerše dodáváme tištěné nebo na disketách.

Průběžné rešerše se zpracovávají na základě trvalé objednávky a pečlivě odlaďeného dotazu. Na požádání uživatelů je možné provádět v zadání potřebné změny. Rešerše dodáváme uživatelům jednou měsíčně v tištěné formě.

Rešerše ze zahraničníchází dat. Nabízíme zpracování retrospektivních rešerší z více než 500ází dat, uložených v databázových centrech v Evropě i v USA. Databázová centra zpřístupňují dokumentografické i faktografické informace, statistické a ekonomické údaje a informace o zahraničních firmách. Rešerše dodáváme tištěné nebo na disketách.

Veškeré informace Vám poskytne a Vaše objednávky přijme:

**Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
oddělení informačních systémů
120 56 Praha 2, Slezská 7
(metro A, stanice nám. Míru)**

**tel.: 25 14 21, 25 74 75, 25 75 41/274, 276, 340
fax: 25 70 90**

VÝCHOVA SMRKOVÝCH POROSTŮ POD VLIVEM IMISÍ V ORLICKÝCH HORÁCH - VÝSLEDKY POKUSU

M. Slodičák

SLODIČÁK, M. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno):
Výchova smrkových porostů pod vlivem imisí v Orlických horách - výsledky pokusu. Lesnictví-Forestry,
38, 1992 (9 - 10): 783-792.

Od roku 1980 probíhá v severozápadní části Orlických hor pokus, jehož cílem je zjistit vliv výchovy na růst a vývoj mladých smrkových porostů pod vlivem imisí. Pokusná řada se nachází v nadmořské výšce 800 m, na rozhraní pásem ohrožení imisemi C a B. Řadu tvoří tři srovnávací plochy. Plocha 1 je kontrolní, bez výchovy, v porostu plochy 2 jsou ověřovány silné podúrovňové výchovné zásahy s pětiletou pěstební periodou a v porostu plochy 3 je testován výchovný program založený na prvním velmi silném zásahu a delší pěstební periodě. První experimentální zásahy se uskutečnily ve věku 15 let (rok 1980). Z výsledků experimentu za období 10 let vyplývá, že z hlediska celkové produkce je zatím nejlepší kontrolní porost 1 bez výchovy. Tento porost však byl dvakrát (v letech 1986 a 1988) poškozen sněhem a počet stromů s olistěním 100 až 90% se po celou dobu sledování snižoval (z původních 1940 v roce 1982 na 1430 v roce 1990). Naproti tomu porost na srovnávací ploše 3 s jedním velmi silným zásahem ve věku 15 let byl vůči poškození sněhem odolný a počet stromů s olistěním 100 až 90% se v průběhu experimentu zvyšoval (z 910 v roce 1982 na 1100 v roce 1990).

pěstování lesů; porostní výchova; smrk ztepilý; imise

V České republice jsou v současnosti pod vlivem imisí v podstatě již všechny lesy. Viditelné příznaky poškození se vyskytují podle údajů ÚHÚL z roku 1989 na více než 57 % porostní plochy, tj. asi na 1,4 mil. ha lesa. Rozhodující podíl z uvedené výměry (cca 1,23 mil. ha) však představují porosty s prvními příznaky poškození a porosty mírně poškozené (stupně poškození 0/I až I). Jde zejména o porosty jehličnaté, hlavně smrkové. V těchto porostech nabývá zvláštního významu výchova uskutečňovaná podle zásad, které zformuloval T e s a ř (1976, 1978). Podstatou výchovných programů pro smrčiny v imisní oblasti je velmi silný, převážně podúrovňový zásah ve stadiu mlazin, při kterém se negativním výběrem odstraní všechny relativně méně rezistentní a poškozené stromy a současně se vytvoří dostatek prostoru pro růst a vývoj korun stromů tolerantnějších. Další výchovné zásahy jsou již mírnější, zásadně podúrovňové. Zápoj porostu je postupně zahušťován s cílem využít efektu vzájemného krytí stromů v pozdějším věku. Uvedené zásady jsou pouze obecné a vzhledem ke značně proměnlivým imisně ekologickým poměrům je potřebné výchovné programy dále diferencovat a experimentálně ověřovat.

Jedna z mála výzkumných ploch, na které se sleduje vliv výchovy na zdravotní stav a vývoj smrkových porostů, je v severozápadní části Orlických hor v nadmořské výšce přibližně 800 m na rozhraní pásem ohrožení imisemi C a B. Jde o experimentální řadu Polom, na které je v imisních podmínkách testován velmi silný výchovný zásah ve stadiu mlazin a přitom je současně kromě základních biometrických veličin dlouhodobě sledován

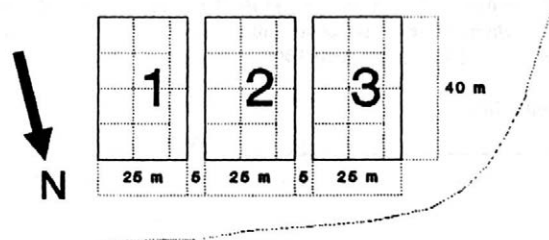
vývoj zdravotního stavu stromů podle olistění (S l o d i č á k , 1988, 1990). V předkládaném příspěvku jsou shrnuty poznatky získané v tomto experimentu za období deseti let, tj. od roku 1981, kdy měření začalo, do roku 1990.

POPIS EXPERIMENTU

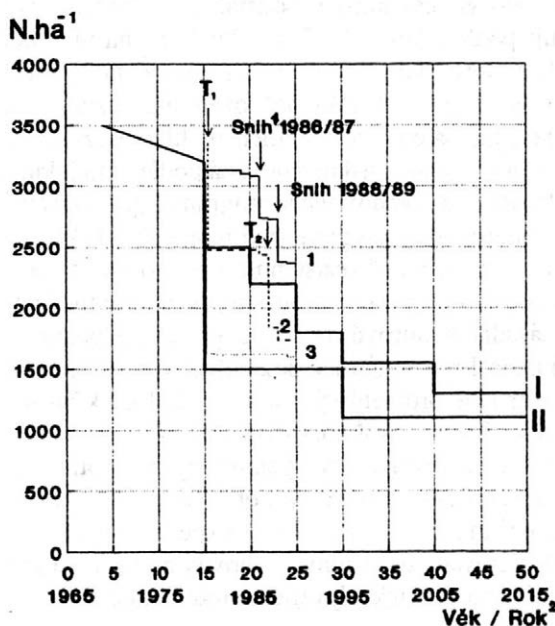
Pokus byl založen v roce 1980 v patnáctileté smrkové mladině vzniklé výsadbou v nepravidelném sponu o hustotě 3500 až 4000 sazenic na 1 ha na kalamitní holině po sněhovém polomu. Soubor lesních typů 6K - kyselá smrková bučina, hospodářský soubor 53 - smrkové hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh. Výzkumná řada obsahuje tři srovnávací plochy o velikosti 25 x 40 m (0,1 ha). Každá z nich je dále rozdělena na deset dílčích ploch (opakování) o výměře 100 m² (obr.1). Srovnávací plocha 1 je ponechána bez zásahů jako kontrola, na srovnávací ploše 2 se ověřuje výchovný program I, navržený pro porosty ohrožené abiotickými činiteli v Projektu diferencované porostní výchovy (C h r o u s t , 1976). Program předpokládá počáteční redukci počtu stromů na 2500 na 1 ha ve věku cca 15 let. Další zásahy následují v pětileté pěstební periodě až do věku 30 let, kdy je v porostu přibližně 1500 stromů na 1 ha. Potom se pěstební perioda prodlužuje na deset let a síla zásahu klesá.

V porostu srovnávací plochy 3 se uskutečňuje výchovný program II, jehož zásady doporučil T e s a ř (1976) na základě předchozích experimentů s výchovou smrkových porostů pod vlivem imisí v jedlobukovém vls. Tento program je založen na jednom velmi silném zásahu ve věku 15 let, kterým se vytvoří dostatečný prostor pro nerušený vývoj korun relativně rezistentnějších jedinců. Další zásahy jsou slabší, opakují se v delších pěstebních periodách. Oba ověřované výchovné programy, doposud provedené výchovné zásahy, škody sněhem a také vývoj počtu stromů na kontrolní ploše 1 jsou znázorněny na obr. 2.

Na výzkumných plochách se každoročně měří výčetní tloušťka všech stromů s přesností na 1 mm ve dvou na sebe kolmých směrech na trvale označených měřístích. Na základě změřené tloušťky je počítána výčetní



1. Situační plán výzkumné řady Polom - Scheme of experimental series Polom



2. Vývoj předpokládaného a skutečného počtu stromů na srovnávacích plochách hodnocené pokusné řady Polom - Development of planned and real number of trees on comparative plots of experimental series Polom
¹ snow, ² age/year

kruhová základna G pro každou dílčí plochu o výměře 100 m^2 . Z výčetní kruhové základny se dále počítá výčetní tloušťka středního kmene d . Pro srovnávací plochy 1, 2 a 3 jsou výčetní tloušťky středního kmene, výčetní kruhová základna a také počet stromů počítány jako aritmetický průměr z deseti dílčích ploch se směrodatnou odchylkou. Významnost rozdílů v uvedených veličinách byla testována t -testem.

Výškový růst experimentálních porostů je měřen periodicky, retrospektivně, po plněních výškoměrnými tyčemi, s přesností na 5 cm. Měří se reprezentativní soubor nejméně 30 stromů ze všech stromových tříd na každé srovnávací ploše. Údaje o výčetní tloušťce a výšce stromů jsou pro každý rok vyhodnocovány Näslandovou funkcí (Näsland, 1937) ve tvaru:

$$h = \left(\frac{d}{a + bd} \right)^2 + 1,3$$

kde: h - výška stromu
 d - výčetní tloušťka stromu
 a, b - koeficienty funkce

Střední porostní výška je počítána dosazením výčetní tloušťky středního kmene v daném věku do odpovídající funkce. Zásoba experimentálních porostů (pňová) je stanovována z výčetní kruhové základny a střední porostní výšky pomocí nepravé výtvarnice pňové (Korff, 1953) zjišťované vzorkníkovou metodou. V průběhu experimentu se proměňují a evidují všechny vytěžené stromy (souše, zlomy, vývraty, výchovné zásahy).

Zdravotní stav porostů je klasifikován podle olistění s přesností na 10 %. Klasifikace se uskutečnila v letech 1982, 1984 a od roku 1987 každoročně až do současnosti. Pro účely této práce byl pomocí lineární regrese vyhodnocen vývoj počtu stromů s olistěním 100 až 90% na plochách s různým režimem výchovy.

Výchozí hustota porostu se pohybovala od 2950 na ploše 3 do 3150 stromů na 1 ha na kontrolní ploše 1. Na srovnávací ploše 2 byla hustota porostu snížena podúrovňovým zásahem s negativním výběrem z 3110 na 2490 stromů na 1 ha. Druhý zásah, rovněž podúrovňový s negativním výběrem, byl vzhledem k pomalejšímu zapojování porostu posunut o dva roky a splynul tak s třetím výchovným zásahem. Počet stromů se při tomto zásahu snížil na 1840 na 1 ha. Kromě podúrovňových stromů se odstranily také stromy v úrovni a nadúrovni, jejichž zdravotní stav byl natolik špatný, že nedával perspektivy dalšího růstu (olistění 60 % a méně).

Na srovnávací ploše 3 byl první velmi silný prosvětlovací zásah zaměřen na uvolnění korun. Počet stromů se v přepočtu na 1 ha tímto zásahem snížil z původních 2950 na 1630, tj. o 45 % (tab. I). Při zásahu se odstranily všechny stromy podúrovňové a většina stromů úrovnňových. Ponechaným, převážně předrůstavým stromům se vytvořily podmínky pro dlouhodobější nerušený vývoj korun. Další výchovné zásahy v porostech srovnávacích ploch 2 a 3 se plánují podle programu ve věku 30 let, tj. v roce 1995 (obr. 2).

VÝSLEDKY

RŮST EXPERIMENTÁLNÍCH POROSTŮ

Výchozí stav sledovaných porostů ve věku 15 let (rok 1980) a jejich vývoj ve věku 16 až 25 let (1981 až 1990) je podle hlavních charakteristik shrnut v tab. I. Střední výčetní tloušťka se v kontrolním porostu plochy 1 v uvedeném období téměř zdvojnásobila, střední porostní výška vzrostla přibližně o 120 %, kruhová výčetní základna se zvýšila téměř na trojnásobek a výrazně, o 157 m^3 (o 453 %), vzrostla zásoba porostu. Pokusné porosty i přes zhoršující se zdravotní stav vykazují prozatím velmi dobrý růst. Je to patrné ze srovnání některých parametrů porostu na kontrolní ploše 1 s údaji růstových tabulek, které uvedl Schwapach (1943) pro I. bonitu ve věku porostu 20 a 25 let:

		h (m)	d (cm)	G ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)	N ($\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$)
20 let	kontrolní plocha 1	8,2	9,5	22,1	3100
	tabulky	6,8	5,8	19,2	7348
25 let	kontrolní plocha 1	11,0	12,1	27,4	2370
	tabulky	9,2	7,6	23,2	5110

I. Základní údaje o pokusné řadě Polom - Basic data about experimental series - Polom

Ukazatel ¹	Plocha ²	Věk 15 let ³ (1980)				Nahodilá těžba ⁷ 16 - 20 let 1981 - 1985		Věk 20 let (1985)	Přírůst ¹⁰ 16 - 20 let		Nahodilá těžba 21 - 25 let 1986 - 1990		Věk 22 let (1987)		Věk 25 let (1990)	Přírůst 21 - 25 let	
		sdružený porost ⁴	výchovný zásah ⁵		hlavní porost ⁶								výchovný zásah				
			abs.	%		souše ⁸	sníh ⁹	abs.	%	souše	sníh	abs.	%				
N (ks.ha ⁻¹)	1	3150	0	0	3150	70	0	3080	-	-	10	700	0	-	2370	-	-
	2	3110	620	20	2490	0	0	2490	-	-	-	150	600	25	1740	-	-
	3	2950	1320	45	1630	10	0	1620	-	-	20	-	0	-	1600	-	-
G (m.ha ⁻¹)	1	10,70	0,00	0	10,70	0,21	0,00	22,04	11,55	108	0,02	3,90	0,00	0	27,40	9,28	42
	2	9,30	1,50	16	7,80	0,00	0,00	18,57	10,77	138	-	0,90	3,80	17	23,00	9,13	49
	3	10,30	4,00	39	6,30	0,03	0,00	15,44	9,17	146	0,10	-	0,00	0	24,20	8,86	57
d (cm)	1	6,6	-	-	6,6	6,2	-	9,5	2,9	45	5,0	8,4	-	-	12,1	2,1	22
	2	6,2	5,6	-	6,3	-	-	9,7	3,3	52	-	8,7	9,0	-	13,0	2,6	27
	3	6,7	6,2	-	7,0	6,2	-	11,0	3,7	53	8,0	-	-	-	23,9	2,8	26
h (m)	1	5,0	-	-	5,0	6,4	-	8,2	3,2	64	6,7	8,0	-	-	11,0	2,8	34
	2	4,5	4,2	-	4,6	-	-	7,6	3,0	65	-	7,8	8,4	-	10,5	2,9	38
	3	5,0	4,9	-	5,1	5,6	-	8,2	3,1	61	6,9	-	-	-	11,0	2,8	34
V (m.ha ⁻¹)	1	34,70	-	0	34,70	0,10	0,00	110,24	75,64	218	0,80	19,90	0,00	0	171,20	81,66	74
	2	27,00	3,80	14	23,20	0,00	0,00	86,09	62,89	271	0,00	4,90	17,00	16	137,20	73,01	85
	3	33,20	12,60	38	20,60	0,11	0,00	77,23	56,74	275	0,41	0,00	0,00	0	151,20	74,38	96

¹indicator, ²plot, ³age (years), ⁴coppice-with-standards stand, ⁵thinning, ⁶main stand, ⁷selfthinning, ⁸dead standing tree, ⁹snow, ¹⁰increment

N = počet stromů - number of trees

G = výčetní kruhová základna - basal round area

d = výčetní tloušťka středního kmene - diameter at breast height of mean stem

h = střední porostní výška - mean stand height

V = zásoba hmoty pňové - supply of stem mass

Střední porostní výška kontrolního porostu byla ve věku 20 let o 1,4 m, střední výčetní tloušťka o 3,7 cm a výčetní kruhová základna o 2,9 m² větší než tabulkové hodnoty pro smrkové porosty I. bonitní třídy. Tabulkový počet stromů však byl více než dvakrát vyšší. Ve věku 25 let se rozdíly mezi experimentálním porostem plochy 1 a tabulkovými údaji ještě více prohloubily. Přírůst experimentálních porostů tedy neklesá, naopak zatím spíše proti tabulkám akceleruje.

Růst a vývoj porostů s různými variantami výchovy (plochy 2 a 3) je sledován podle počtu stromů (*N*), výčetní kruhové základny (*G*) a zásoby hmoty pňové (*V*), vše v přepočtu na 1 ha, a také podle výčetní tloušťky středního kmene (*d*) a střední porostní výšky (*h*).

Před prvními experimentálními výchovnými zásahy byly hodnoty sledovaných charakteristik (*N*, *G*, *d*, *h*) na všech srovnávacích plochách přibližně stejné. Zjištěné rozdíly nebyly statisticky průkazné (tab. II). Výchovnými zásahy, při kterých bylo při variantě I odebráno 20 % *N* a při variantě II 45 % *N* (16 a 39 % *G*), se srovnávané experimentální porosty v těchto veličinách statisticky velmi významně diferencovaly. V důsledku početního posunu po odstranění slabších stromů se statisticky významně odlišila výčetní tloušťka středního kmene pouze na srovnávací ploše 3. Rozdíly ve výčetní tloušťce porostů na plochách 1 a 2 zůstaly statisticky nevýznamné. Střední porostní výšku, vzhledem k metodice jejího zjišťování, nebylo možné statisticky testovat.

Prvních pět let po výchovných zásazích (věk 16 až 20 let) se výčetní kruhová základna kontrolního porostu 1 zvýšila na více než dvojnásobek (z 10,7 m² na 22,0 m²) a v po-

II. *T*-test rozdílů v počtu stromů, výčetní kruhové základně a výčetní tloušťce středního kmene mezi variantami pokusné řady Polom - *T*-test of differences in number of trees, round basal area and breast-height mean stem between comparative plots of experimental series Polom

Rok ¹ 1980, věk 15 let ² , stav před prvními experimentálními zásahy ³											
<i>N</i> ₁ <i>N</i> ₂ <i>N</i> ₃				<i>G</i> ₁ <i>G</i> ₂ <i>G</i> ₃			<i>d</i> ₁ <i>d</i> ₂ <i>d</i> ₃				
<i>N</i> ₁	-	0,20 ⁻	1,08 ⁻	<i>G</i> ₁	-	1,82 ⁻	0,66 ⁻	<i>d</i> ₁	-	1,57 ⁻	0,76 ⁻
<i>N</i> ₂		-	1,00 ⁻	<i>G</i> ₂		-	1,25 ⁻	<i>d</i> ₂		-	1,80 ⁻
<i>N</i> ₃			-	<i>G</i> ₃			-	<i>d</i> ₃			-
Rok 1980, věk 15 let, stav po prvních experimentálních zásazích ⁴											
<i>N</i> ₁	-	4,07 ⁺⁺	9,37 ⁺⁺	<i>G</i> ₁	-	3,73 ⁺⁺	5,78 ⁺⁺	<i>d</i> ₁	-	1,66 ⁻	2,53 ⁺
<i>N</i> ₂		-	11,36 ⁺⁺	<i>G</i> ₂		-	3,80 ⁺⁺	<i>d</i> ₂		-	5,90 ⁺⁺
<i>N</i> ₃			-	<i>G</i> ₃			-	<i>d</i> ₃			-
Rok 1985, věk 20 let, sdružený porost ⁵											
<i>N</i> ₁	-	3,80 ⁺⁺	9,31 ⁺⁺	<i>G</i> ₁	-	2,77 ⁺	5,00 ⁺⁺	<i>d</i> ₁	-	1,20 ⁻	7,44 ⁺⁺
<i>N</i> ₂		-	11,60 ⁺⁺	<i>G</i> ₂		-	3,77 ⁺⁺	<i>d</i> ₂		-	9,37 ⁺⁺
<i>N</i> ₃			-	<i>G</i> ₃			-	<i>d</i> ₃			-
Rok 1990, věk 25 let, sdružený porost											
<i>N</i> ₁	-	5,16 ⁺⁺	6,01 ⁺⁺	<i>G</i> ₁	-	2,71 ⁺	1,74 ⁻	<i>d</i> ₁	-	4,72 ⁺⁺	8,67 ⁺⁺
<i>N</i> ₂		-	1,94 ⁺	<i>G</i> ₂		-	0,91 ⁻	<i>d</i> ₂		-	4,13 ⁺⁺
<i>N</i> ₃			-	<i>G</i> ₃			-	<i>d</i> ₃			-

¹year, ²age (years), ³state before first experimental thinning, ⁴state after first experimental thinning, ⁵coppice-with-standards stand

rostu srovnávací plochy 3 s nejsilnějším zásahem téměř dvaapůlkrát (ze 6,3 m² na 15,4 m²). Intenzivnější růst byl patrný také na výčetní tloušťce středního kmene, která se zvýšila na kontrole o 45 % a na srovnávací ploše 3 o 53 %. V této fázi nejrychleji narůstala zásoba porostů (o 218 % na kontrole a o 275 % na srovnávací ploše 3), zatímco výškový růst nebyl výchovnými zásahy ovlivněn (tab. I).

V uvedeném období se tedy výchovnými zásahy značně zintenzívnili přírůst výčetní tloušťky, výčetní kruhové základny a zásoby. V absolutním vyjádření však zůstal v prvních pěti letech nejproduktivnějším kontrolní neprobíraný porost na srovnávací ploše 1:

	iG_{16-20} (m ²)	iV_{16-20} (m ³)
srovnávací plocha 1	11,5	76,6
srovnávací plocha 2	10,8	62,9
srovnávací plocha 3	9,2	56,7

Statistická významnost rozdílů se u výčetní kruhové základny začala snižovat (zejména mezi plochami 1 a 2) a zvyšovaly se rozdíly mezi výčetní tloušťkou středního kmene ve prospěch variant s porostní výchovou (tab. II).

Druhé pětileté období (věk 21 až 25 let) se od předchozího lišilo zejména celkově nižší intenzitou přírůstu, která klesla o více než polovinu. Výčetní kruhová základna se zvýšila na kontrole o 42 % (v předchozím období o 108 %), v nejvíce probraném porostu plochy 3 o 57 % (v předchozím období o 146 %). Obdobný pokles intenzity přírůstu byl patrný i v ostatních sledovaných veličinách (tab. I). Přírůst sledovaných veličin s výjimkou iV klesal v uvedeném období také v absolutním vyjádření. Zásoba i výčetní kruhová základna však zůstala i po deseti letech od prvních experimentálních zásahů největší na kontrole ($V = 171,2$ m³, $G = 27,4$ m²), ale rozdíly v G mezi plochami 1 a 3 byly již statisticky neprůkazné (tab. II). Statistická průkaznost rozdílů v G mezi plochami 1 a 2 byla způsobena druhým experimentálním zásahem v porostu na srovnávací ploše 2 v roce 1987, kterým se zde snížila zásoba i výčetní základna pod úroveň porostu na srovnávací ploše 3. Zároveň se statisticky velmi významně odlišila výčetní tloušťka středního kmene srovnávaných porostů (v porostu srovnávací plochy 2 bylo d téměř o 1 cm a v porostu plochy 3 téměř o 2 cm větší než na kontrole).

Z hlediska celkové objemové produkce zůstává zatím stále nejlepší kontrolní porost na srovnávací ploše 1 bez výchovy, kde se ve věku 25 let akumulovalo 171,2 m³ dřeva (hmota pňová). Spolu s předmýtní nahodilou těžbou (hlavně sněhové polomy v letech 1987 a 1989) činila produkce tohoto porostu 192 m³. Zhruba o 14 % nižší (164,2 m³) byla celková produkce v porostu na srovnávací ploše 3 s jedním velmi silným výchovným zásahem ve věku 15 let (výchovný program II). Zde bylo ve sdruženém porostu akumulováno 151,2 m³, 12,6 m³ představovala předmýtní těžba úmyslná a 0,52 m³ předmýtní těžba nahodilá. Nejnižší produkce (o 15 % nižší než na kontrole) byla zaznamenána v porostu plochy 2 - 162,9 m³ (137,2 m³ akumulováno ve sdruženém porostu, 20,8 m³ úmyslná těžba předmýtní a 4,9 m³ sněhový polom).

Hodnocení dosavadní produkce z hledisek její bezpečnosti a hodnoty již vyznívá jednoznačně ve prospěch variant s výchovou. V kontrolním neprobíraném porostu plochy 1 bylo totiž ve sledovaném období cca 11 % z celkové produkce (21 m³) vytěženo nahodile jako souše nebo polomy, naproti tomu v porostu plochy 3 s velmi silným zásahem bylo ve stejném období nahodile vytěženo pouze 0,3 % produkce (0,5 m³).

Významná z hlediska hodnotové produkce bude také téměř o 2 cm větší výčetní tloušťka středního kmene v porostu na srovnávací ploše 3 v porovnání s kontrolou.

Objemová produkce porostů ve věku 25 let ještě nemůže sloužit jako kritérium vhodnosti či nevhodnosti (resp. ztrátovosti) výchovných programů. Hodnocení je pouze předběžné a vyplývá z něho, že objemová produkce porostů po velmi silném zásahu v mládí se rychle vyrovnává s produkcí porostů neprobíraných i v podmínkách středního a nižšího imisního zatížení (pásmo ohrožení imisemi C). Ve druhém pětiletém období po zahájení experimentu byl absolutní přírůst na kruhové ploše kontrolního porostu bez výchovy již pouze o 4,5 % a na zásobě o 9 % vyšší než v porostu na ploše 3 s velmi silným zásahem. Tento přírůst byl však téměř z 1/4 znehodnocen sněhovými polomy a přirozeným odpadem - soušemi.

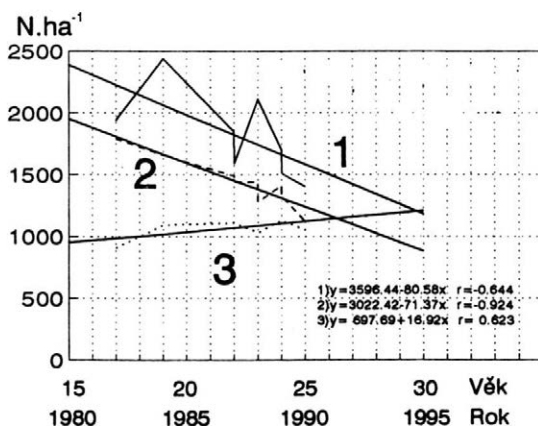
Kontrolní porost na ploše 1 je ve srovnání s vychovávanými porosty na plochách 2 a 3 staticky nejméně stabilní. Štíhlostní koeficient středního kmene dosáhl ve věku 25 let hodnoty 91, zatímco na srovnávacích plochách 2 a 3 pouze kolem 80. Snížená bezpečnost produkce kontrolního porostu byla v průběhu pokusu potvrzena dvěma sněhovými polomy ve věku 21 a 23 let. Sousední pokusný porost na srovnávací ploše 2 se dvěma výchovnými zásahy a kratší pěstební periodou byl těmito polomy postižen podstatně méně a porost na srovnávací ploše 3 s jedním velmi silným zásahem ve věku 15 let zůstal po celou dobu sledování bez poškození (obr. 2, tab. I).

VÝVOJ ZDRAVOTNÍHO STAVU

Vývoj zdravotního stavu porostu hodnocené pokusné řady je patrný z obr. 3. Počet imisemi nepoškozených, plně olistěných stromů byl od první klasifikace v roce 1982 nejvyšší v kontrolním porostu plochy 1. V průběhu pokusu se však množství těchto stromů zmenšovalo z původních cca 1940 na cca 1430 na 1 ha. Značný úbytek zdravých stromů v letech 1987 a 1989 byl způsoben sněhovými polomy, který postihl zejména plně olistěné stromy nižších stromových tříd a téměř vůbec nepoškodil stromy se ztrátou jehličí 40 % a více.

V porostu srovnávací plochy 2 se počet zdravých stromů rovněž postupně snižoval z 1790 ve věku 17 let na 1120 ve věku 25 let. Pokles v roce 1987 byl způsoben sněhovými polomy a pokles v roce 1988 výchovným zásahem, při kterém byly především odstraněny téměř všechny silně odlistěné stromy, ale také část plně olistěných jedinců

3. Vývoj počtu stromů se 100% až 90% olistěním na srovnávacích plochách 1, 2 a 3 hodnocené pokusné řady ve věku porostu 17 až 25 let (1982 - 1990) - Development of number of trees with 100 - 90 % foliage on comparative plots 1, 2 and 3 at the age of 17 - 25 years (1982 - 1990)



v podúrovni, které by v uvedených podmínkách pravděpodobně podlehly sněhovému polomu.

V porostu srovnávací plochy 3, ve kterém byl proveden velmi silný uvolňovací zásah ve věku 15 let, byl sice v důsledku silné redukce hustoty počet zdravých stromů nejnižší (v přepočtu na 1 ha 910), ale již v následujících letech po výchovném zásahu stoupl na 1100 a až do poslední klasifikace v roce 1990 si udržel mírně stoupající tendenci.

Různý způsob výchovy tedy ovlivnil vývoj zdravotního stavu experimentálních porostů. V případě výchovného programu I (srovnávací plocha 2) se zdravotní stav proti kontrole (srovnávací plocha 1) relativně zlepšil, zejména odstraněním většiny silně poškozených stromů při zásahu v roce 1987. Pokles počtu nepoškozených stromů však nebyl při tomto programu v průběhu sledování zastaven. Úbytek nepoškozených stromů se zastavil pouze v porostu s výchovným programem II (srovnávací plocha 3).

DISKUSE

Závěry o možnostech využití výchovy jako prostředku zpomalení rozpadu smrkových porostů pod vlivem imisí vznikly jednak empiricky, zobecněním poznatků o porostní výchově mimo imisní oblasti (např. S a m e k et al., 1963), jednak na základě poznatků získaných experimentálně ve specifických podmínkách Krušných hor (R a n f t, 1968) a Trutnovska (T e s a ř, 1976). Předkládané výsledky hodnoceného experimentu potvrdily význam výchovy v imisních oblastech také pro horské oblasti 6. až 7. vls, v nichž převládají smrkové porosty s nižšími stupni poškození. Zde je v současnosti potřeba vhodných výchovných programů zaměřených na zvýšení stability a zpomalení rozpadu těchto porostů nejnaléhavější.

Významným poznatkem je, že při sledování produkce pokusných porostů nebyly zjištěny ztráty na přírůstu. Naopak, jednotlivé taxační ukazatele (h , d , G , V) přesáhly nebo se vyrovnaly tabulkovým údajům pro 1. bonitu (S c h w a p p a c h, 1943). Tento jev bývá dáván do souvislosti se zvýšenou nabídkou biogenních prvků (N, S) v imisemi méně poškozovaných lesních porostech (S m i t h, 1981, 1985; K e n k, 1990), nebo s globálními změnami klimatu (F i s c h e r a K o n n e r t, 1989). Intenzivnější růst smrkových mlazin může být způsoben také nižšími výchozími hektarovými počty sazenic při obnově, které klesly z cca 7 tisíc v 60. a 70. letech na současné přibližně 3 až 4 tisíce. Rozdíly mohou být rovněž připsány na vrub nepřesnosti růstových tabulek pro počáteční fáze růstu porostů.

Vliv výchovy na zvýšení přírůstu uvolněných stromů i v podmínkách imisního zatížení, stejně tak jako zvýšení statické stability porostů, je v souladu s výsledky, které uveřejnili T e s a ř (1976) a C h r o u s t (1991). Tito autoři získali výsledky experimentálně v podmínkách 5. vls. V hodnoceném experimentu byla dále zpřesněna doba provedení a síla zásahů. Výchovné programy spočívající ve snížení počtu stromů na 2 až 2,5 tis. na 1 ha ve věku 24 až 25 let (T e s a ř, 1976), či hustota 2,5 tis. a první zásahy až při horní porostní výšce 10 m (C h r o u s t, 1991), se z hlediska výsledku experimentu Polom projevují jako málo intenzivní. Podobný program v experimentu Polom (redukce hustoty z cca 3 tis. na 2,5 tis. na 1 ha ve věku 15 let při střední porostní výšce 5 m - varianta 2) sice snížil výskyt sněhových zlomů ve srovnání s kontrolou, ale plně byly sněhové škody eliminovány až ve variantě 3 (snížení z cca 3 tis. na 1630 stromů na 1 ha). Při této poslední variantě se zastavil pokles počtu relativně zdravých jedinců, a tím také rozpad porostu, zatímco na kontrole a variantě 2 počet relativně zdravých stromů s určitými výkyvy po celou dobu experimentu klesal.

Od roku 1980 je v Orlických horách na rozhraní pásem ohrožení imisemi B a C experimentálně sledován vliv různého způsobu výchovy na růst, stabilitu a zdravotní stav smrkové mlaziny. Dosavadní výsledky deset let trvajícího pokusu potvrzují význam výchovy ve smrkových porostech v počátečních fázích poškození imisemi pro zlepšení jejich zdravotního stavu a zvýšení bezpečnosti produkce. Stromy v podmínkách experimentu reagovaly na výchovné zásahy zvýšeným přírůstkem, ale celková objemová produkce stále ještě zůstává nejvyšší v kontrolním porostu bez výchovných zásahů (tab. I).

Z ověřovaných výchovných programů pro mladé smrkové porosty pod vlivem imisí v 5. až 6. vls, v nichž podíl silně poškozených jedinců nepřesáhl 10 %, je vhodnější program založený na jednom velmi silném prosvětlovacím zásahu v době zapojování porostu (věk asi 15 let) a delší pěstební periodě. Experimentální porost vychovávaný podle tohoto programu byl v průběhu sledování pokusu staticky nejstabilnější, netrpěl škodami sněhem a jeho zdravotní stav se nezhoršoval.

Při využití doporučeného způsobu výchovy se výchovné zásahy uskutečňují v období, kdy jsou nejméně pracné. Pěstební periodu lze vzhledem k síle zásahu prodloužit na deset i více let i v podmínkách lepších bonit. Navíc odpadá potřeba vyklízení materiálu, a tím pojezdu mechanismů po porostu s následným poškozením okrajových stromů a kořenových náběhů. Proto je tento výchovný program vhodný nejenom pro zvýšení statické stability porostů a zpomalení jeho rozpadu v důsledku působení imisí, ale také z hlediska provozního a ochranného.

Literatura

- FISCHER, H. - KONNERT, V.: Temperaturen und Niederschläge in Baden-Württemberg während der letzten 100 Jahre. AFZ, 49, 1989, s. 1317-1318.
- CHROUST, L.: Projekt diferencované porostní výchovy. Lesn. Prův. č. 3. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1976. 69 s.
- CHROUST, L.: Ekologické aspekty porostní výchovy mladých smrkových porostů v imisních podmínkách. Lesnictví, 37, 1991, č. 3, s. 193-212.
- KENK, G.: Effects of air pollution on forest growth in Southwestern Germany - Hunting for a phantom? In: 19th IUFRO World Congress 1990. Proc. Division 2. Montreal (Canada), s. 388-396.
- KORF, V.: Dendrometrie. Praha, Stát. zem. Nakl. 1953. 327 s.
- NÅSLUND, M.: Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. In: Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 29. Stockholm, Centraltryckeriet Esselte 1937, s. 119-169.
- RANFT, H.: Zur Bewirtschaftung rauchgeschädigter Fichtenjungbestände. Sozial. Forstwirtschaft., 18, 1968, č. 10, s. 299-301, 319.
- SAMEK, V. - MATERNA, J. - VINŠ, B.: Zásady hospodaření v lesních porostech poškozených kouřem. Jiloviště-Strnady, Práce VÚL, 26, 1963, s. 185-205.
- SCHWAPPACH, A.: Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten. 4. Aufl. Praha, Merkur 1943. 74 s.
- SLODIČÁK, M.: Vývoj mladých smrkových porostů v podmínkách imisního zatížení po výchovných zásazích různé intenzity. Lesnictví, 34, 1988, č. 11, s. 991-1004.
- SLODIČÁK, M.: Kritéria pěstebního výběru v mladých smrkových porostech. [Závěrečná zpráva.] Opočno, VÚLHM VS 1990. 90 s.
- SMITH, W. H.: Air pollution and forests. New York, Springer-Verlag 1981. 379 s.
- SMITH, W. H.: Forest and air quality. J.For., 83, 1985, č. 2, s. 84-92.
- TESAŘ, V.: Prvé výsledky z výchovy smrkových tyčovin ovlivněných imisemi. Práce VÚLHM, 48, 1976, s. 55-76.
- TESAŘ, V.: Kritéria posuzování potřeby a účinnosti pěstebních zásahů v mladých smrkových porostech ovlivňovaných imisemi. [Závěrečná zpráva.] Opočno, VÚLHM VS 1978. 93 s.

The experiment started in 1980 in the north-eastern part of the Orlické Hory Mts, in elevation about 800 m above sea level. The aim of experiment is to find out the influence of various thinning methods on health condition and stability of young stands of Norway spruce under the stress of air pollution. The experimental series was founded in 15 years old stand originated from planting with density of 3500 - 4000 trees per hectare in irregular spacing. The expected survival of stand was 50 years. The series consists of three comparative plots, each divided into ten partial plots, size of 100 m². The area of one comparative plot is 0.1 ha (Fig. 1). Comparative plot No. 1 is a control plot without intentional thinning. The programme I with heavy thinning from below in five years periods is tested on comparative plot No. 2 and the programme II based on a very heavy thinning at the young age and longer periods are applied to the stand of comparative plot No. 3 (Fig. 2). The first experimental thinnings were carried out at the age of 15 years (in 1980). In the period of 1981 - 1990 mean diameter and height of experimental stands increased more than two times. Basal area and volume increased even more, because of the young age of the stands (Tab. I). From the viewpoint of wood production, the control unthinned stand on the plot No. 1 was the best, up to the age of 25 years. However this stand was damaged by snow twice - in 1986 and 1988 and its health condition was getting worse (the number of trees with 100 - 90 % foliage decreased from 1940 at the age of 17 years to 1430 per hectare at the age of 25 years, Fig. 3). On the other hand, the experimental stand on the plot No. 3 with one very heavy thinning (at the age of 15 years number of trees decreased by thinning from 2950 to 1630 per hectare) was the best from the viewpoint of stability and health condition. In the period of observation there was no snow injury in this stand and the number of trees with 100 - 90 % foliage slightly increased from 910 at the age of 17 years to 1100 per hectare at the age of 25 years.

silviculture; thinning; Norway spruce; air pollution

Adresa autora:

RNDr. Marian S l o d i č á k, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM, 517 73 Opočno

SORTIMENTÁCIA BUKOVÉHO A DUBOVÉHO DREVA V OBNOVNÝCH ŤAŽBÁCH S OHĽADOM NA BONITNÝ STUPEŇ PORASTU

R. Svitok

SVITOK, R. (Lesnícka fakulta TU, Zvolen): *Sortimentácia bukového a dubového dreva v obnovných ťažbách s ohľadom na bonitný stupeň porastu*. Lesníctví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 793-804.

Na výrobu sortimentov dreva má popri technicko-technologickej báze značný vplyv bonita porastu a vek porastu. Pre drevinu buk a dub bolo kvantifikované množstvo výroby jednotlivých sortimentov, a to podľa bonity a veku porastu. Na základe podrobnej analýzy jednotlivých chýb dreva sa stanovili limity možnosti výroby cenných sortimentov z kmeňov do 15 m dĺžky. Podľa hrúbky $d_{1,3}$ boli stanovené štyri kategórie: 1. kategória nevyhovujúcej hrúbky, 2. kategória nepostačujúcej hrúbky, 3. kategória efektívnej hrúbky, 4. kategória ubúdajúcej kvality.

výroba sortimentov dreva; bonita porastov; vek porastov; chyby dreva; kvalita dreva

Pred lesníkmi je postavená ako najnaliehavejšia úloha vysporiadanie sa s negatívnymi ekologickými dopadmi na les. Čoraz väčší význam nadobúdajú ostatné funkcie lesa, ako je funkcia pôdoochranná, vodoochranná, rekreačná a pod. Tieto trendy je potrebné privítať, i keď v budúcnosti bude zrejme produkcia dreva menej významným faktorom. Je potrebné poznať stratégiu ako čo najvýhodnejšie vyrábať jednotlivé sortimenty dreva v rámci lesného hospodárstva.

Na výrobu sortimentov dreva ako zhodnocovací proces vypestovanej drevnej suroviny vplývajú tieto faktory:

- ekologický stav,
- hospodárske spôsoby,
- technicko-technologická база,
- marketing.

Samostatným problémom je štandardizácia sortimentov a vzťahy medzi odberateľmi a dodávateľmi dreva.

Na Slovensku sa v rokoch 1986 až 1990 priemerne ročne vyrábalo 2 843 000 m³ sortimentov listnatého dreva, čo predstavovalo 55,14 % z celkovej produkcie.

Pre roky 1996 až 2010 sa predpokladalo zníženie produkcie listnatého dreva na 2 550 000 m³ ročne, čo malo predstavovať 53,12 % celkovej produkcie, avšak vzhľadom na zhruba 50% zníženie plochy štátnych lesov je potrebné považovať toto číslo za orientačné.

Cieľom tejto práce bolo objektívne posúdiť stav surovinovej základne, buka a duba, pri obnovných ťažbách podľa bonity porastov, t. j. na báze kvalitatívno-quantitatívnych znakov bukového a dubového dreva stanoviť štruktúru sortimentov dreva tak, aby sa dosiahlo čo najvyššie zhodnotenie dreva.

V Česko-Slovensku bola výroba sortimentov bukového a dubového dreva, tak ako i pri iných drevinách, silne ovplyvňovaná štátnym plánom dodávok dreva. Existujúce, prakticky konštantné množstvo dodávok dreva v jednotlivých rokoch v rámci päťročnice, popri prípade menší nárast dodávok v rámci päťročnice, fakticky znemožňovalo rozvíjať marketingové stratégie. Výroba sortimentov v malej miere reagovala na svetový trhový mechanizmus. Štátny plán dodávok dreva bol viac-menej výsledkom požiadaviek odberateľov a od neho sa odvíjal príliš často neúnosný tlak na lesné hospodárstvo, predovšetkým na jeho porastné zásoby. Kvôli plneniu štátneho plánu dodávok dreva boli vykrádané porasty mladších vekových tried.

Samostatnou kategóriou je cenová politika za jednotlivé sortimenty. Pri kurze, ktorý bol v januári 1991 - 1 dolár = 28 Kčs, dodávalo dotované lesné hospodárstvo do národného hospodárstva drevo za 1/4 až 1/10 svetových cien.

Už približne 100 rokov trvajúce sústavné znižovanie rubnej doby duba na našom území zapríčiňuje neustály pokles strednej hrúbky sortimentov. Takáto neuvážená stratégia spôsobí, že bude nemožné dosahovať špičkové ceny na svetových trhoch pre drevo z potenciálne perspektívnych porastov.

Vlastná výroba sortimentov dubového a bukového dreva sa u nás uskutočňuje prevažne na odvozných miestach a expedičných skladoch a len v zanedbateľnom množstve pri pni. Výber spôsobu výroby sortimentov dreva tu tvorí, resp. mal by tvoriť, komplex optimalizačných rozhodnutí v celom širokom modeli lesného hospodárstva ako výber ekologických, pestovných, technicko-technologických a ekonomických faktorov. Pri všetkých fázach výroby sortimentov na zhodnotenie dreva má veľký vplyv subjektívne rozhodovanie manipulantov.

Určité prvky lepšieho zhodnotenia sa prejavujú na skracovacích linkách. Pri spracovaní duba je výkonnosť skracovania a triedenia nízka a akosť i efektívnosť využitia a zhodnotenia dreva je malá. V budúcnosti budú majitelia lesov (výrobcovia sortimentov) musieť nájsť spôsob, ako zlepšiť prácu manipulantov.

Značné zefektívnenie výroby sortimentov dreva nám zrejme poskytnú manipulačné linky riadené počítačmi a vybavené flexibilnými optimalizačnými programami. Predpokladom zvládnutia takýchto programov okrem komponentov sú i poznatky o vzťahoch medzi akostnými znakmi, kvalitou dreva a kvalitatívnymi požiadavkami na jednotlivé sortimenty.

Veľkým nedostatkom pre zhodnotenie dubového dreva je výskyt grafiozy od 80. rokov. Od roku 1985 začala ustupovať a zdá sa, že jej kalamitný vplyv bude eliminovaný. Grafioza zasiahla dubové porasty aj v okolitých štátoch, a preto po relatívnom prebytku dubového dreva je potrebné v budúcnosti predpokladať na svetových trhoch jeho relatívny nedostatok. Odberatelia i dodávatelia sortimentov dubového dreva budú musieť brať túto skutočnosť ako významný faktor pri marketingových operáciách.

Maximalizovať zhodnotenie dreva vyžaduje poznať východiskovú surovinu, jej dimenzionálne a akostné znaky nielen na stojato, ale tiež počas pracovného procesu. V ťažbovo-výrobnom procese sa akosť i vlastnosti pôvodného dreva menia v podstate negatívnymi smermi. Nesprávnym skracovaním, vytváraním početných čiel, a tým relatívne rýchlou zmenou vlhkosti vznikajú škody ako dôsledok nesprávneho hodnotenia kvality dreva a zmenou akosti či už trhlinou, alebo hnilobným procesom.

V Česko-Slovensku i v zahraničí sa problematikou kvality bukového a dubového dreva a výrobou sortimentov zaoberalo viacero autorov (napr. Baksa, 1970; Dejmál, 1976; Halaj, 1982; Rónay a Svitok, 1985; Fleder, 1988).

Autori sa zhodujú v tom, že najvýhodnejšie je pestovať dub i buk predovšetkým pre dyhárensku hmotu.

Možnosťou perspektívneho riešenia automatizácie prác výroby sortimentov na hlavných skladoch, ktoré môže priniesť zefektívnenie výroby sortimentov listnáčov, sa zaoberali Tekuš (1987), Kern (1987), Tuhársky (1988), Tuhársky et al. (1990).

MATERIÁL A METÓDA

Výskum sa zamerl na analýzu kvality dreva z lesov obhospodarovných rúbaňovým spôsobom v rubných bukových a dubových porastoch.

Merania sa uskutočnili na lesných závodoch. Krupina, Žarnovica, Partizánske, Lučenec, Kriváň, Modrý Kameň, Žiar nad Hronom, Banská Bystrica, Vranov nad Topľou, Humenné, Košice, ŠLP VŠLD Zvolen, VLM Kamenica nad Cirochou.

Podľa bonity a ďalších taxačných údajov porastov sa vytvorili štyri súbory meraní pre buk a päť súborov pre dub (tab. I).

I. Súbory merané podľa bonity a ďalších taxačných údajov - Sets of measurements according to the stand quality and other mensurational data

Drevina ¹	Súbor ²	Bonita ³	Vek ⁴	Zakmenenie ⁵	Zastúpenie ⁶	Počet meraných kmeňov
Buk ⁸	1	+1, 1	100 - 130	0,7 - 0,9	70 - 100	326
	2	2, 3	100 - 130	0,7 - 0,9	70 - 100	259
	3	4, 5	100 - 130	0,7 - 0,9	70 - 100	307
	4	6, 7	100 - 130	0,7 - 0,9	70 - 100	325
Dub ⁹	1	1, 2	110 - 150	0,6 - 0,9	39 - 100	213
	2	3, 4	100 - 120	0,6 - 0,7	59 - 97	272
	3	3, 4	135 - 155	0,6 - 0,9	79 - 100	197
	4	5, 6	140 - 220	0,6 - 0,8	69 - 100	305
	5	7, 8	140 - 200	0,6 - 0,8	26 - 55	223

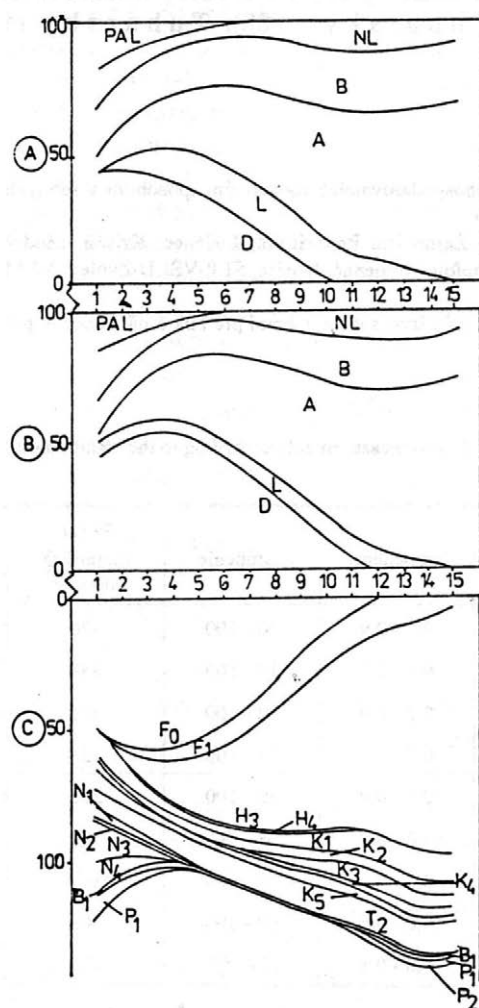
¹tree species, ²set, ³site class, ⁴age, ⁵growing stock, ⁶percentage, ⁷number of measured logs, ⁸beech, ⁹oak

Boli merané všetky chyby dreva a boli posudzované podľa ČSN 48 0056. Sortimenty, ktoré boli skutočne vyrobené z kmeňov do 15 m dĺžky, boli pre ďalšie vyhodnocovanie označené ako skutočné sortimenty. Podrobnou analýzou chýb krátených kmeňov a podľa rozmerových parametrov bol navrhnutý druhý variant rozrezu kmeňov tak, aby sa dosiahla čo najvyššia výťaž cenných sortimentov, t.j. akostná trieda I - dyhárenské sortimenty (D) a akostná trieda II - lúparenské sortimenty (L). Takto získané tzv. simulatívne sortimenty sú v ďalšom texte označované ako navrhované sortimenty, respektíve ako variant maximálnej výťažke. Pri simulácii výroby sortimentov boli dodržované všetky kvalitatívne požiadavky udávané československými normami.

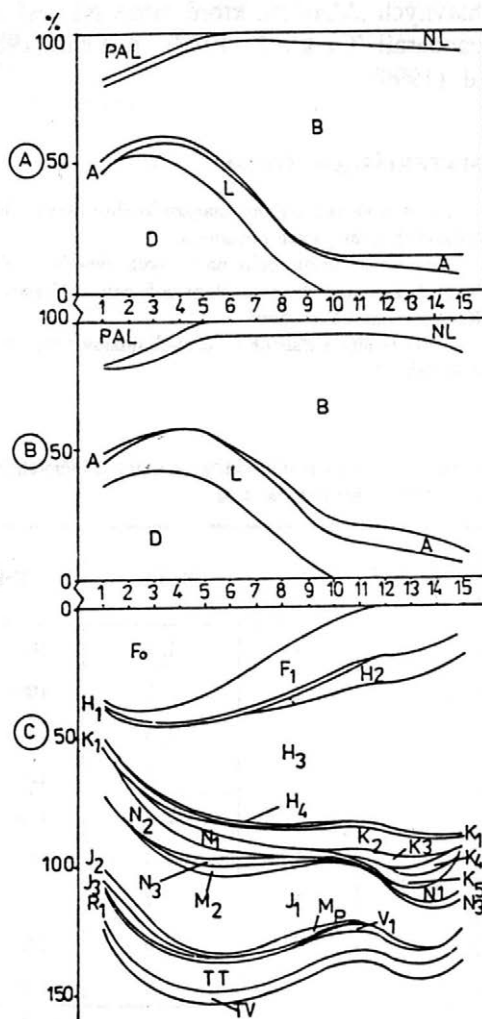
Hrúbka kmeňa bola meraná v každej jednometrovej sekcii. Ako hrúbka $d_{1,3}$ bola stanovená hrúbka zistená vo vzdialenosti 1 m od hrubého konca kmeňa. Z nameraných údajov sa štatisticky zistili závislosti medzi chybami

dreva a štruktúrou sortimentov. Štatistické súbory meraných krátených kmeňov sa rozdelili podľa $d_{1,3}$ do 4cm intervalov a v rámci $d_{1,3}$ sa v 1m sekciách z objemu dreva vypočítal percentuálny podiel chýb a sortimentov dreva.

Vypočítané podiely sa matematicky vyrovnali ako polynóm druhého a tretieho stupňa vo výpočtovom stredisku LF TU Zvolen.



1. Štruktúra sortimentov duba (A) pri skutočnej výrobe, (B) pri navrhovanej výrobe a relatívny výskyt chýb dreva (C) z objemu jednometrových sekcií krátených kmeňov do 15 m pri $d_{1,3} = 46$ cm z rubných porastov bonity 5 a 6, veku 140 - 220 rokov - Structure of oak assortments (A) in actual production, (B) in proposed production and relative occurrence of defects of wood (C) from the volume of 1-meter sections of shortened logs up to 15 m at $d_{1,3} = 46$ cm from maturity stands of the site quality 5 and 6, age of 140 to 220 years



2. Štruktúra sortimentov buka (A) pri skutočnej výrobe, (B) pri navrhovanej výrobe a relatívny výskyt chýb dreva (C) z objemu jednometrových sekcií krátených kmeňov do 15 m pri $d_{1,3} = 46$ cm z rubných porastov bonity 2 a 3 a veku porastov 100 - 130 rokov - Structure of beech assortments (A) in actual production, (B) in proposed production and relative occurrence of defects of wood (C) from the volume of 1-meter sections of shortened logs up to 15 m at $d_{1,3} = 46$ cm from maturity stands of the site quality 2 and 3 and age of 100 to 130 years

**ŠTRUKTÚRA SORTIMENTOV DREVA V BONITNÝCH STUPŇOCH
PODEA KVANTITATÍVNYCH A KVALITATÍVNYCH ZNAKOV**

Vzáťahy chýb dreva a štruktúry sortimentov sú veľmi tesné (obr.1, 2). Výskyt chýb a im zodpovedajúcu štruktúru sortimentov ovplyvňuje v podstatnej miere stanovište a vek porastu.

Prehľad zastúpenia jednotlivých sortimentov bukového a dubového dreva pre skutočnú výrobu a variant navrhovanej výroby, ako aj zodpovedajúce priemerné tržby v Kčs. m⁻³ podľa bonitných stupňov a veku porastov udávajú tab. II a III.

Kým medzi dvoma variantmi pre drevinu buk rozdiel v tržbách nie je veľmi výrazný, 15,81 až 51,04 Kčs.m⁻³, t.j. 1,5 až 5,6 %, pri dubovom dreve je to už 145,18 až 306,94 Kčs.m⁻³, t.j. 5,7 až 35 %. Je potrebné poznamenať, že skutočná skladba sortimentov vznikla počas výskumu, pri ktorom sa prejavila zvýšená pozornosť a presnosť pri sortimentácii dreva. Variant maximálnej výťažnosti sortimentov je dôsledkom použitia simulatívnej metódy, t.j. odráža dôslednú analýzu všetkých kvalitatívnych znakov a vykonala sa metódou, akú predpokladajú programy pre automatické riadenie skracovania.

Narastajúci rozdiel v štruktúre sortimentov a v jednotkových tržbách medzi skutočnou výrobou a variantom maximálnej výťažnosti sortimentov v zhoršujúcich sa bonitách vzniká tým, že akosť dreva odráža kvalitu bonity. Drevo z porastov zo zhoršených stanovišť má

II. Zastúpenie jednotlivých sortimentov bukového dreva pri skutočnej výrobe a variant navrhovanej výroby a priemerné tržby v Kčs.m³ podľa bonitných stupňov a veku porastov z kmeňov do 15 m dĺžky - Percentage of particular assortment of beech wood in actual production and variant of proposed production and average income in Kčs per m³ according to the site quality grades and age of stands from logs up to 15 m

Variant ¹	Bonita ⁵	+1 - 1	2 - 3	4 - 5	6 - 7
	vek ⁶ (r)	100 - 130			
	sortiment ⁷	(%)			
Skutočná výroba ²	D	22,06	9,35	4,73	-
	L	27,98	17,70	19,46	-
	A	11,89	13,61	18,34	4,19
	B	32,81	60,45	51,36	61,16
	NL	3,46	6,86	5,78	27,50
	PAL	1,80	2,32	0,33	7,15
	(Kčs.m ⁻³)	1246,90	904,63	831,95	488,38
Navrhovaná výroba ³	D	25,84	10,60	6,26	-
	L	29,96	23,49	26,86	1,05
	A	6,13	14,42	16,74	6,99
	B	28,74	40,75	38,77	60,56
	NL	8,09	8,67	13,12	25,82
	PAL	1,51	2,07	1,06	5,58
	(Kčs.m ⁻³)	1265,12	955,67	877,34	504,19
Rozdiel ⁴	(Kčs.m ⁻³)	18,22	51,04	45,39	15,81

¹variant, ²actual production, ³proposed production, ⁴difference, ⁵site quality, ⁶age, ⁷assortment, for D, L, A, B, NL, PAL see page 803

väčší výskyt chýb, a tým sú nároky na efektívny výber miesta rezu, t.j. na skracovanie dreva, vyššie. Odvozné dĺžky, ktoré sa preferujú pri skracovaní kmeňového dreva na lesných skladoch, zohrávajú tiež negatívnu rolu pri dreve horšej kvality. Pri buku to však neplatí pre bonitu 6,7, kde je výskyt chýb takého rozsahu, že výber sortimentov je jednoznačný.

Výrazný je rozdiel v kvalite dreva a jednotkových tržbách pre bukové drevo medzi bonitami. Ak priemerné jednotkové tržby v bonite +1,1 predstavujú 100 %, tak postupne klesajú až na 39,6 % v bonite 6,7.

Pretože porasty duba sú ťažené v rôznej rubnej dobe, má na kvalitu dreva popri bonitnom stupni výrazný vplyv i vek porastu. Ak pri dube priemerné jednotkové tržby v bonite +1 - 2 a veku porastov 110 až 160 rokov predstavujú 100 %, potom v bonite 3 - 4 je to pri veku 135 až 155 rokov 57,4 (59,5) % (v zátvorke je uvedené percento pri navrhovanej výrobe), avšak pri veku porastov 100 až 120 rokov len 34,8 (44,4) %. Porasty na zhoršených stanovištiach i pri zvýšenom veku majú výrazne znížené jednotkové tržby, t.j. v bonite 5 - 6 a veku 140 až 220 rokov 65,69 (72,62) % a v bonite 7 - 8 a veku 140 až 200 rokov len 36,82 (43,12) %.

III. Zastúpenie jednotlivých sortimentov dubového dreva pri skutočnej výrobe a variant navrhovanej výroby a priemerné tržby v Kčs.m³ podľa bonitných stupňov a veku porastov z kmeňov do 15 m dĺžky - Percentage of particular assortments of oak wood in actual production and variant of the proposed production and average income in Kčs per m³ according to the site quality grades and stand age from the logs up to 15 m

Variant ¹	Bonita ⁵	1 - 2	3 - 4	3 - 4	5 - 6	7 - 8
	vek ⁶ (r)	110 - 160	100 - 120	135 - 155	140 - 220	140 - 200
	sortiment ⁷	(%)				
Skutočná výroba ²	D	36,24	3,62	14,46	19,46	6,63
	L	39,32	8,66	24,68	16,72	1,66
	A	19,27	98,28	37,41	38,59	32,66
	B	1,46	26,16	14,08	14,61	29,96
	NL	3,69	12,92	8,41	8,13	17,98
	PAL	0,02	0,38	1,02	2,60	11,14
	(Kčs.m ⁻³)	2524,89	879,66	1448,52	1658,72	929,66
Navrhovaná výroba ³	D	39,76	9,39	17,14	25,77	11,05
	L	37,96	16,04	28,60	16,20	3,67
	A	18,54	50,26	38,80	38,73	34,36
	B	1,30	14,69	12,53	11,36	22,51
	NL	2,36	0,47	6,02	6,70	19,40
	PAL	0,09	0,13	1,11	1,24	9,02
	(Kčs.m ⁻³)	2670,07	1185,50	1588,22	1930,95	1151,57
Rozdiel ⁴	(Kčs.m ⁻³)	145,18	306,94	139,70	280,23	221,91

For 1-7 see Tab.-II, for D, L, A, B, NL, PAL see page 803

Kategória nevyhovujúcej hrúbky - dub a buk $d_{1,3} < 26$ cm

V tejto kategórii vplyvom hrúbky $d_{1,3}$ prevláda výroba rovnaneého dreva vo všetkých bonitných stupňoch. Pri skutočnej výrobe sa vyrábajú lúparenské sortimenty len sporadicky, i keď vzhľadom na maximálnu výťaž by bolo možné vyrábať v lepších bonitách 17 až 22 %. Podobná je situácia pri spracovaní piliarskych výrezov, i keď vzhľadom na kvalitu dreva by bolo možné vyrábať až 50 % tohto sortimentu. Odbyt pre takéto sortimenty a ich následné využitie v drevospracujúcich závodoch je však problematické.

**Kategória nepostačujúcej hrúbky - dub $26 \text{ cm} \leq d_{1,3} \leq 38 \text{ cm}$;
 buk $26 \text{ cm} \leq d_{1,3} \leq 42 \text{ cm}$**

Táto kategória je základňou dodávok lúparenských sortimentov v rubných porastoch bonity 1 až 5 pre buk a 1 až 6 pre dub.

V horších bonitách porastov 6 až 8 prevláda výroba piliarskych sortimentov v dôsledku zvýšeného výskytu hŕč a krivosti.

Maximálny výskyt sortimentu lúparenskeho je v bonite 1 až 2, kde dosahuje pre buk pri skutočnej výrobe 27,3 až 55,0 % a pri navrhovanej výrobe 46 až 60 %, pre dub je to 64 až 77 % pri skutočnej výrobe a 65 až 80 % pri navrhovanej výrobe.

Z dĺžkových zón je najhodnotnejšia zóna do 7 m (merané od oddenku), kde sa z porastov najlepších bonít dosahuje až 80 % sortimentu L.

Veľmi významný je vplyv bonity a veku porastov na percentuálny výskyt sortimentu L v tejto kategórii pri dube. Zvýšenie rubného veku o 30 rokov pri porastoch bonity 3,4 spôsobuje v skutočnosti zvýšenie výroby sortimentu lúparenskeho na 3 až 9násobok.

Výroba piliarskych sortimentov má opačný priebeh ako lúparenských v tejto kategórii, t.j. so zhoršujúcou sa bonitou je vzhľadom na zvýšený výskyt predovšetkým hŕč a krivosti potrebné vyrábať práve piliarske výrezy namiesto lúparenských.

**Kategória efektívnej hrúbky - dub $d_{1,3} > 38 \text{ cm}$;
 buk $42 \text{ cm} \leq d_{1,3} \leq 62 \text{ cm}$ pre porasty bonity +1,1,
 $42 \text{ cm} \leq d_{1,3} \leq 58 \text{ cm}$ pre porasty bonity 2 až 5**

Táto kategória má najlepšiu sortimentnú skladbu. Percentuálne zastúpenie dyhárenských a lúparenských sortimentov dosahuje pri buku v 15m kmeni 40 až 59 % pri skutočnej výrobe a 49 až 64 % pri navrhovanej výrobe pri bonite +1,1. Pri horších bonitách sa podiel dyhárenských sortimentov znižuje na 20 až 40 % pre bonitu 2 a 3 a 6 až 22 % pri bonite 4 - 5.

Z dubových kmeňov do 15 m dĺžky sa z porastov najlepších bonít 1 až 2 pri skutočnej výrobe dosahuje 73 až 82 % a pri navrhovanej výrobe 75 až 86 % dyhárenských sortimentov. So zhoršujúcou sa bonitou porastov klesá u duba zastúpenie dyhárenských výrezov v tejto kategórii a dosahuje v bonite 2 až 6 45 až 57 % a v bonite 7 až 8 je to 6 až 18 %. Značný vplyv tu má však vek porastu.

Kategória ubúdajúcej kvality - buk $d_{1,3} > 62$ cm pre porasty bonity +1,1,
 $d_{1,3} > 58$ cm pre porasty bonity 2 až 5

Je to kategória kmeňov, ktoré zostali v poraste po dosiahnutí efektívnej hrúbky a v dôsledku predržania kmeňov v poraste sa zväčšuje pri buku najmä výskyt a veľkosť nepravého jadra, ako i hnilobného jadra. Počet hrčíc stagnuje, no sú väčšie a viac je nezdravých. Výskyt sortimentov na výrobu dých klesá na 20 až 3 %.

DISKUSIA

Výroba sortimentov dubového a bukového dreva je ovplyvňovaná stanovištom a vekom porastov, odberateľsko-dodávateľskými vzťahmi a technicko-technologickými variantmi.

Prvoradou úlohou lesného hospodárstva je zabezpečiť stabilné porasty s dôrazom na produkciu a ekológiu. Vyprodukované drevo je potrebné zhodnotiť tak, aby lesné hospodárstvo, resp. národné hospodárstvo malo z neho čo najväčší efekt. Pri zhodnocovaní dreva je veľmi významné jeho umiestnenie na trhu.

Doposiaľ boli naše lesy pri produkovani dreva vlastne zdrojom pre plnenie štátneho plánu dodávok dreva s konštantnými ročnými dodávkami v rámci päťročnice, bez ohľadu na svetovú produkciu a pohyb cien. Lesné hospodárstvo, resp. majitelia lesov by mali čo najskôr od takéhoto modelu odísť.

Česko-Slovensko postupne prechádza na trhové hospodárstvo. Lesné hospodárstvo si v tomto mechanizme bude musieť nájsť svoju cestu. V produkcii dreva bude ako producent základnej suroviny pre drevospracujúci priemysel musieť nájsť optimálnu stratégiu výroby sortimentov, t.j. množstvo i kvalitu vzhľadom na svetové trhy.

Lesné hospodárstvo by malo začať presadzovať otvorenosť predaja nášho dreva na svetových trhoch. Sú tu však isté časové horizonty vzhľadom na domáci drevospracujúci priemysel a celkovú efektívnosť národného hospodárstva. Urýchlený prechod na svetové trhy by mohol znamenať zruinovanie najperspektívnejšieho odberateľa - domáci drevospracujúci priemysel. Lesné hospodárstvo by malo preto do jedného až troch rokov postupne upravovať ceny dreva v Česko-Slovensku tak, aby sa postupne priblížili cenám na svetových trhoch. Dlhší čas je potrebný pre reštrukturalizáciu domácich odberateľov. Tento čas i uvádzané tržby za drevo sú však ovplyvnené dobou tvorby tohto príspevku, t.j. koniec roku 1990. Ceny dreva však nemožno upravovať tak, ako sa to urobilo v cenníku z roku 1989, v ktorom sa ceny u všetkých sortimentov zvýšili o 30 % pri porovnaní s cenníkom z roku 1985. Takéto úpravy je potrebné pokladať za ignoráciu svetového trhu dreva.

Po zreálnení cien dreva a pri konvertibilnej mene môžu nastať marketingové operácie pre majiteľov lesov. Pohyb dreva von z republiky a do republiky bude bežnou záležitosťou. Prílišnému vývozu sa štát môže vždy dostatočne brániť rôznymi, napr. colnými opatreniami.

Aby majitelia lesov pri plnení základného určenia lesného hospodárstva, t. zn. pri zabezpečení stabilných porastov, mohli aj účinne vstupovať na svetové trhy s drevom, je potrebné zrušiť štátny plán dodávok dreva a výšku ťažby dreva určovať na základe lesných hospodárskych plánov (LHP). Pritom LHP treba tvoriť tak, aby majiteľom lesov určil minimum a maximum dreva, ktoré môžu - musia vyťažiť, aby pri zdravých porastoch

umožnil presun v rámci decénií a zvýšenie rubnej doby. Potom bude závisieť na manažerskej schopnosti majiteľov lesov, ako si upravia dodávky dreva v jednotlivých rokoch s ohľadom na dopyt a pohyb cien na svetových trhoch. V žiadnom prípade sa však nesmú pripustiť ďalšie preťažby, vykrádanie porastov, zanedbanie výchovy porastov a pod.

Z technologického hľadiska sa sortimenty listnatého dreva predovšetkým vyrábajú v dĺžkach prispôbených odvozu. Tým je ovplyvnená možnosť využiť kvalitatívne dano-
nosti kmeňov.

Produkčným cieľom v dubinách je predovšetkým výroba dyhárenskej hmoty. Práve výrobou odvozných dĺžok a subjektívnych vplyvov manipulanta strácame 3 až 6 % sortimentu dyhárenského a 0 až 8 % sortimentu lúparského z objemu krátených kmeňov do 15 m. Pretože ide o značné percento, z technologického hľadiska by bolo možné riešiť problém dvoma základnými cestami:

— prehodnotiť odvoz dreva vo vzťahu k využitiu nosnosti a tržieb za odvozné sortimenty,

— zvýšiť odbornosť a dôslednosť manipulantov, zaviesť automatizované linky riadené počítačmi na výrobu sortimentov dubového dreva z kmeňov na veľkokapacitných skladoch.

Veľmi závažným faktorom vplyvujúcim na množstvo vyrábaných dyhárenských sortimentov má vek porastu. Pri bonite 3 - 4 len zvýšenie rubnej doby zo 100 až 120 rokov na 135 až 155 rokov predstavuje zvýšenie percenta dyhárenského sortimentu pri skutočnej výrobe z 3,6 na 14,3, čo je vlastne štvornásobok. Pri veku porastov 140 až 220 rokov sa i z horších bonít (5 - 6) dosahuje pri skutočnej výrobe temer 20 % dyhárenského sortimentu.

Svetové trendy ukazujú, že v najbližších 40 rokoch bude pretrvávať zvýšený dopyt po dyhárenských sortimentoch z dubového dreva. Je možné tvrdiť, že v štátoch s vyspelým lesným hospodárstvom a drevospracujúcim priemyslom pokladajú za optimálnu rubnú dobu duba okolo 250 rokov. Nesporný nárast percenta dyhárenského sortimentu vplyvom veku dubových porastov je preukázaný i v tejto práci.

Vzhľadom na uvedené skutočnosti treba zvýšiť rubnú dobu dubových porastov semenného pôvodu a do bonity 5 - 6 na 180 až 220 rokov. Aj keď je to veľmi vážny zásah v porovnaní s terajšou rubnou dobou a vyžaduje prácu až dvoch až troch lesníckych generácií, je potrebné nastúpiť túto cestu čím skôr. Mám pritom na mysli výchovu porastov zdravých a perspektívnych. Výskyt grafiozy, resp. iných škodlivých činiteľov (emisie a pod.), by však mohol do značnej miery negatívne ovplyvniť tento zámer.

Literatúra

- BAKSA, L.: Produkčný cieľ v dubinách. Lesn. Štúd., 5, 1970, 149 s.
DEJMAL, J.: Optimalizace druhování surových kmenů. Lesnictví, 4, 1976, s. 311-324.
FLEDER, W.: Zur Eichenwirtschaft im Spessart. Forstl. Z., 1988, č. 26, s. 736-737.
HALAJ, J.: Produkcia dubových porastov v ČSSR. Ved. Práce Výsk. Úst. lesn. Hospod. Zvolen, 1982, s. 163-191.
KERN, J.: Vplyv manipulácie dreva na mechanizovanom sklade v drevospracujúcom podniku na ťažbovo-výrobný a dopravný proces lesného hospodárstva. In: Funkčne integrované obhospodarovanie lesov a komplexné využitie dreva. Zvolen, 1987, s. 73-80.
RÓNAY, E. - SVITOK, R.: Optimalizácia sortimentácie buka podľa akostných a dimenzionálnych znakov. [Záverečná správa.] Zvolen, VŠLD 1985. 89 s.
TEKUŠ, J. a kol.: Automatizácia manipulácie dlhého listnatého dreva na veľkokapacitnom modelovom sklade. [Výskumná správa.] Bratislava, ŠDVU 1987. 85 s.

TUHÁRSKY, J.: Automatické meranie hrúbok kmeňov pri výrobe sortimentov na skladoch dreva s využitím počítača. Acta Fac. for. zvolen., 30, 1988, s. 203-216.

TUHÁRSKY, J. et al.: Snímanie parametrov kmeňov a výrezov na manipulačných linkách a automatizácia a elektronizácia lesných strojov. [Výskumná správa.] Zvolen, VŠLD 1990. 110 s.

Došlo 4. 3. 1991

Legenda k obr. 1, 2 a tab II, III

H ₁	- hrče (okrem zhnitých) rozmerov 1 - 3,5 cm
H ₂	- hrče nezdravé rozmerov 3,6 - 4 cm
H ₃	- hrče nezdravé rozmerov 4,1 - 8 cm pri výrezoch hrubších ako 30 cm, 1 nezdravá hrča do 15 cm
K ₁ - K ₅	- jednosmerná krivosť (2-3 %; 3-4 %; 4-5 %; 5-6 %; 6-8 %)
K ₆	- jednosmerná krivosť nad 10 % a krivosť viacsmerná
Z ₁	- zaparenie v rozsahu do 1/4 hrúbky čela
Z ₂	- zaparenie v rozsahu nad 1/4 hrúbky čela
J ₀	- jadro plamencové do 1/3 hrúbky čela
J ₁	- jadro okrúhle mramorovité do 3/5 hrúbky čela
J ₂	- jadro plamencovité v rozsahu 1/3 - 1/2 hrúbky čela, pri výrezoch hrubších ako 60 cm do 2/3 hrúbky čela
J ₃	- jadro plamencovité nad 1/2 hrúbky čela, pri výrezoch hrubších ako 60 cm nad 2/3 hrúbky čela
N ₁	- hniloba jadra na ploche, ktorej priemer je v rozpatí 1/10 - 1/3 hrúbky čela
N ₂	- hniloba jadra na ploche, ktorej priemer je 1/3 - 2/3 hrúbky čela
N ₃	- hniloba bele do 1/10 hrúbky čela
N ₄	- hniloba bele v rozsahu 1/10 - 2/5 hrúbky čela
M ₁	- jedna mrazová trhlina
M ₂	- viac ako jedna mrazová trhlina
MP	- mechanické poškodenie vrátane výrobných trhlín do 1/10 hrúbky čela
V ₁	- mechanické poškodenie vrátane výrobných trhlín, nad 1/10 hrúbky čela
R ₁	- rakovina nedeformujúca kmeň
R ₂	- rakovina deformujúca kmeň
V ₂	- výsušná trhlina prechádzajúca v rozpätí 1/10 - 1/5 hrúbky čela
V ₃	- výsušné trhliny prechádzajúce nad 1/5 hrúbky čela
TT	- točivosť väčšia ako 2 cm na 1 m dĺžky kmeňa
TV	- kmene elipsoidného tvaru
F ₀	- sekcie bez chyby dreva väčšej hrúbky ako 35 cm pre dub a 40 cm pre buk
F ₁	- sekcie bez chyby dreva, hrúbky 20 - 34 cm pre dub a 20 - 39 cm pre buk
F ₂	- sekcia bez chyby dreva, hrúbky 16 - 19 cm
F ₃	- sekcia bez chyby dreva hrúbky menej ako 15 cm
D	- dyhárenské výrezy
L	- preglejkárske výrezy vrátane výrezov pre športové a iné potreby a dyhárenské výrezy
A	- piliarske výrezy akosti A
B	- piliarske výrezy akosti B
NL	- netriedené listnaté drevo
PAL	- palivové drevo

Legend to Figs. 1, 2 and to Tabs. II, III

H ₁	- knots (without rotten) of dimensions 1 - 3.5 cm
H ₂	- unsound knots of dimensions 3.6 - 4 cm
H ₃	- unsound knots of dimensions 4.1 - 8 cm in bolts thicker than 30 cm, 1 unsound knot up to 15 cm
K ₁ - K ₅	- single-direction sweep (2 - 3 %; 3 - 4 %; 4 - 5 %; 5 - 6 %; 6 - 8 %)
K ₆	- single-direction sweep above 10 % and multi-direction sweep

Z ₁	- incipient fungal attack within the range up to 1/4 of butt end diameter
Z ₂	- incipient fungal attack within the range above 1/4 of butt end diameter
J ₀	- flame-like heartwood to 1/3 of butt end diameter
J ₁	- circular marble heartwood to 3/5 of butt end diameter
J ₂	- flame-like heartwood within 1/3 to 1/2 of butt end diameter, in bolts thicker than 60 cm to 2/3 of butt end diameter
J ₃	- flame-like heartwood above 1/2 of butt end diameter, in bolts thicker than 60 cm above 2/3 of butt end diameter
N ₁	- heartwood rot on an area of the diameter ranging from 1/10 to 1/3 of butt end diameter
N ₂	- heartwood rot on an area of the diameter 1/3 to 2/3 of butt end diameter
N ₃	- sapwood rot up to 1/10 of end diameter
N ₄	- sapwood rot within the range from 1/10 to 2/5 of butt end diameter
M ₁	- one frost crack
M ₂	- more than one frost crack
MP	- mechanical damage, including production crack up to 1/10 of butt end diameter
V ₁	- mechanical damage, including production crack, above 1/10 of butt end diameter
R ₁	- cancer undeforming stem
R ₂	- cancer deforming stem
V ₂	- dessication crack leading within the range 1/10 to 1/5 of butt end diameter
V ₃	- dessication cracks leading above 1/5 of butt end diameter
TT	- twisted growth above 2 cm per 1 m of stem length
TV	- stems of elliptic shape
F ₀	- sections without defect of wood of larger diameter than 35 cm for oak and 40 cm for beech
F ₁	- sections without defect of wood, diameter 20-34 cm for oak and 20 - 39 cm for beech
F ₂	- section without defect of wood, diameter 16 - 19 cm
F ₃	- section without defect of wood of diameter below 15 cm
D	- veneer bolts
L	- plywood bolts, including sections for sporting and other needs and veneer bolts
A	- mill logs, quality grade A
B	- mill logs, quality grade B
NL	- unsorted broad-leaved wood
PAL	- firewood

SVITOK, R. (Forestry Faculty of the Technical University, Zvolen): *Assortments of beech and oak wood in regeneration cutting with respect to the stand quality grade*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 793-804.

The foresters are faced to the most challenging task of coping with adverse ecological impacts on forest. Other functions of the forest, such as soil-protection, water-protection, recreation etc. are of increasing importance. These trends are to be welcomed, though the timber production will be the less important factor in the future, one has to know a strategy how to produce the most efficiently different assortments of timber within the forest management. The production of timber assortments as enhancement process of cultivated wood raw material is affected by the following factors: ecological conditions, methods of management, technical and technological bases, marketing. The research has been concentrated on analysis of wood quality from the forests managed by cutting in exploited beech and oak stands. Four sets of measurements for beech and five for oak (Tab. I) were formed according to the stand quality and other mensurational data. Relations of wood defects and assortment structure are very close (Figs 1 - 2). The occurrence of defects and assortment structure corresponding to them is largely affected by the site and age of stand. A survey of representation of different assortments of beech and oak wood for actual production and variant of the proposed production, as well as mean earnings in Kčs per m³ according to the quality grades and age of stands, is given in Tabs. II and III. While the difference between two variants for beech tree in receipts is not very significant, ranging from 15.81 to 51.04 Kčs per m³, that is 1.5 to 5.6 %, this is even 145.18 to 306.94 Kčs for oak timber per m³, that is 5.7 to 35 %. There is a significant difference in the timber quality and unit receipts for beech timber as quality grades are concerned. If average receipts per unit in the quality grade +1.1 represent 100 %, then they fall gradually according to quality grades to 39.6 % in the quality grade 6 - 7. As the stands are cut in different cutting period, the wood

quality is much affected, along with the quality grade, by the age of stand. If average unit receipts in the quality grade +1 - 2 and age of stands 110 - 160 years represent 100 %, then in the quality grade 3 - 4 and at the age of 135 - 155 years this is 57.4 (59.5) % (there is a percentage in proposed production in the brackets). However, at the age of stands 100 - 120 years, this is only 34.8 (44.4) %. Stands on lower-quality sites and at higher age manifest significantly lower receipts per unit, that is in the quality grade 5 - 6 and age of 140 - 220 years, this is 65.69 (72.62) % and in the quality grade 7 - 8 and age of 140 - 200 years, only 36.82 (43.12) %. Further, the study is concentrated on the classification of oak and beech wood quality according to the diameters. The category of unsuitable diameter includes oak and beech ($d_{1,3} < 26$ cm). The production of stackwood is dominant in all quality grades of this category due to the diameter of $d_{1,3}$. In actual production, peeler assortments are produced only sporadically, though with respect to the maximum yield rate, it should be possible to produce in higher quality grades of 17 to 22 %. A similar situation is with the processing of mill logs, though with respect to the wood quality, it would be possible to produce even 50 % of this assortment. The category of insufficient diameter with the values : oak $26 \text{ cm} \leq d_{1,3} \leq 38 \text{ cm}$; beech $26 \text{ cm} \leq d_{1,3} \leq 42 \text{ cm}$ serves as a basis for peeler supply in mature stands of the quality grade of +1 - 5 for beech and 1 - 6 for oak. In worse quality grades of stands 6 - 8, the production of mill logs is dominant as a result of increased occurrence of knots and sweep. A maximum occurrence of the peeler assortment is in the quality grade 1 - 2, where this is 27.3 - 55.0 % for beech in actual production and 46 - 60 % in proposed production, for oak - 64 - 77 % in actual production and 65 - 80 % in proposed production. The category of efficient diameter (oak $d_{1,3} > 38 \text{ cm}$; beech $42 \text{ cm} \leq d_{1,3} \leq 62 \text{ cm}$ for stands of the quality grade +1.1; $42 \text{ cm} \leq d_{1,3} \leq 58 \text{ cm}$ for stands of the quality grade 2 - 5) is of the best assortment structure. Percentage of veneer and peeler assortments is 40 - 59 % in beech of the stem long 15 cm in actual production and 49 - 64 % in proposed production in the quality grade + 1.1. In lower quality grades, the proportion of veneer assortments is reduced to 20 - 40 % for the quality grades 2 and 3 and 6 - 22 % in the quality grade 4 - 5. The category of decreasing quality (beech $d_{1,3} \geq 62$ for stands of the quality grade + 1.1; $d_{1,3} \geq 58$ for stands of the quality grade 2 - 5) is the category of stems left in the stand after reaching the efficient diameter and due to persisting of stems in the stand, the occurrence and size of the false heart as well as rotten heart are growing. The number of knots is without any changes, knots are larger and there are more unsound knots. The occurrence of assortments intended for veneer production is reduced to 20 - 30 %.

production of wood assortments; stand quality grade; age of stands; defects of wood; wood quality

Adresa autora:

Ing. Roman Svitok, CSc., Lesnícka fakulta TU, Masarykova 24, 960 53 Zvolen

RŮST DŘEVIN V JUVENILNÍM STADIU V OBLASTI CHEMICKÉ TĚŽBY URANOVÝCH RUD VE STRÁŽI POD RALSKEM

H. Kriegel, J. Tvrdková, P. Anděl

KRIEDEL, H. - TVRDKOVÁ, J. - ANDĚL, P. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno; Výzkumný a vývojový ústav, Stráž pod Ralskem): *Růst dřevin v juvenilním stadiu v oblasti chemické těžby uranových rud ve Stráži pod Ralskem*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 805-822.

Experimenty s výsadbou 14 druhů dřevin byly založeny ve Stráži pod Ralskem, kde se kromě klasických imisí vyskytovaly i látky netradiční, používané, popřípadě vznikající při chemické těžbě uranových rud. Předkládaný příspěvek se zabývá ujímavostí, růstem a zdravotním stavem jednotlivých druhů dřevin v prvních pěti letech po výsadbě. Na základě výsledků šetření potom byly testované dřeviny zařazeny k relativně tolerantním vůči působení imisí (*Alnus glutinosa* Gaertn., *Larix leptolepis* Gord., *Larix decidua* Mill., *Pinus nigra* Arn., *Picea pungens* Engelm. a *Picea omorica* Purk.) a k dřevinám citlivým (*Pinus rigida* Mill., *Picea glauca* Voss. a *Picea sitchensis* Carr.).

růst dřevin; zdravotní stav; juvenilní stadium; chemická těžba uranu; imise

Při těžbě uranových rud na ložisku Stráž pod Ralskem metodou podzemního loužení (tzv. chemická těžba, loužení *in situ*) se vytvářejí značně specifické podmínky pro pěstování lesů, a to z těchto důvodů:

1) pro provoz chemické těžby je třeba odlesnit několik set hektarů lesa, kde se odtěžená plocha rozděluje na jednotlivé technologické celky (vyluhovací pole) lišící se postupy při budování a dobou uvedení do provozu; provozní doba jednoho pole se předpokládá 15 až 25 let;

2) chemická těžba je specifickým plošným zdrojem imisí s rozmanitým chemickým složením a značnou variabilitou znečištění v prostoru a čase;

3) po skončení těžby se jednotlivé plochy rekultivují; rekultivace ploch probíhá za změněných půdních podmínek a pod vlivem imisí z ostatních vyluhovacích polí; připojuje se rovněž znečištění z dálkových zdrojů (SRN, Polsko, Podkrušnohorská aglomerace apod.);

4) z ekonomického i ekologického hlediska je žádoucí asanovat těžené plochy již během provozu.

Uvedená specifika této situace si vyžádala samostatné experimentální šetření, jehož cílem bylo ověřit použití náhradních dřevin pro zalesňování rekultivovaných ploch. Proto v rámci úkolu RVT „Ochrana a tvorba životního prostředí v souvislosti s rozvojem uranového průmyslu“ založil Výzkumný a vývojový ústav ČSOP ve Stráži pod Ralskem společně s VULHM - Výzkumnou stanicí v Opočně - experimenty s výsadbou 14 druhů dřevin (Anděl, 1985). Výsledky sledování ujmoutí, růstu a zdravotního stavu testovaných dřevin lze použít nejen při volbě obnovních cílů v současných podmínkách, ale i ke

stanovení prognóz růstu a vývoje porostů v juvenilním stadiu, které jsou v obdobně narušeném prostředí.

ROZBOR PROBLEMATIKY

První zmínky o negativním působení plynů vznikajících při průmyslové výrobě na lesní porosty jsou datovány v Německu již v první polovině 19. století, jak uvádí ve svém přehledu poznatků Materna (1961). Postupem času, jak byly získávány poznatky a zkušenosti s růstem dřevin v exponovaných oblastech, se začínaly odumírající porosty nahrazovat odolnějšími dřevinami. Byly sestavovány tolerantní řady nebo skupiny dřevin vyjadřující jejich rozdílnou snášenlivost vůči emitovaným nepříznivým složkám v ovzduší (Ferd a, 1953; Samek et al., 1963; Materna, 1966; 1978a; Sobocký, 1966, 1974; Richtár, 1971; Jirgle, 1977, 1985; Samek, 1980; Tesaf, 1981; Materna a Bukovanská, 1983; Balcar, 1986a, b a další). Uvedení autoři všeobecně zdůrazňují silnější poškození domácích stálezelených jehličnanů v porovnání s listnáči, popř. s některými exoty.

Problematika imisí a jejich následků na rostliny, tolerance dřevin a zhoršujícího se prostředí lesních ekosystémů se však netýkají pouze naší republiky, ale vyskytují se dnes již téměř ve všech regionech. Proto je řeší specialisté v jednotlivých zemích. Z evropského kontinentu jsou to v posledním období např. Hawryš, 1981; Latocha, 1982; Zjatkov, 1984; Běljajevová a Něstěrovová, 1985; Bodner, 1987; Lattke et al., 1987; Meyer, 1987; Nebe et al., 1987; Józefaciukowa, 1988; Michajlovová a Voronin, 1988 a mnoho dalších. Značná část prací je věnována toleranci nově zakládáných porostů a jejich dalšímu vývoji v podmínkách, ve kterých zpravidla převládá jedna složka škodlivé látky, resp. jejich omezený počet.

Ze sledování účinků polutantů na rostlinná společenstva lze zobecnit, že imise poškozuji rostliny přímo, nebo na ně působí zprostředkovaně - změnou růstových podmínek (půdních, mikroklimatických, ekologických). Vysoké koncentrace imisí vyskytující se v blízkosti emisních zdrojů narušují buněčné struktury a vnitřní obsah buněk v asimilačních orgánech, způsobují na nich nekrózy, přičemž často hynou i celé rostliny. Nižší koncentrace imisí, které působí na rostliny dlouhodobě a často i ve značné vzdálenosti od emisních zdrojů, mohou chronicky poškozovat asimilační aparát, takže se zmenšují jeho dimenze, rostliny předčasně opadávají, mění se jejich barva apod. (Materna a Jančařík, 1982). Při nízkých koncentracích škodlivin jsou rostliny poškozovány latentním způsobem bez okulárně zjistitelných příznaků, narušují se fyziologické funkce asimilačních orgánů, kumulují se v nich některé toxické látky (síra, dusík, ozón, křemík) apod. Vzhledem k netradičnímu složení emitovaných látek v oblasti chemické těžby uranových rud však získané poznatky z různých oblastí neposkytují dostatečný podklad k výběru dřevin schopných snášet specifické podmínky znečištěného území.

CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉ OBLASTI

Zájmová oblast v okolí Stráže pod Ralskem leží v České křídové tabuli, v severní části Ralské pahorkatiny (Demek, 1965). Z geologického hlediska tvoří většinu území plošina a pískovcové pahorkatiny od nadmořské výšky 300 až 350 m. Údolí řeky Ploučnice sleduje Strážský zlom a tvoří mělké dno se systémem kotlin, které jsou odděleny vulkanickými prahy. Pískovcový reliéf pahorkatinného rázu je výrazně zpestřen čedičovými a znělcovými suky, které se zvedají o 200 až 300 m nad své okolí. Některé z nich, jako Ralsko, Lipka a Tlustec, uzavírají současnou těžební oblast z jihu, jihozápadu a západu (Tvrdková a Anděl, 1986).

Půdy jsou převážně tvořeny podzoly s malou zásobou živin, s nepříznivou formou nenasyčeného humusu a se značnou pórovitostí, která umožňuje snadné prosakování srážkové vody (Tvrdková et al., 1987). Výsledkem těchto okolností je ochuzování svrchních vrstev půdního profilu o minerální látky a humus.

Klimatické podmínky charakterizuje Dyk a St (1983) těmito údaji:

průměrná roční teplota	7,7 °C
průměrný roční úhrn srážek	697 mm
průměrný počet dní se srážkami 0,1 mm a více	146,9
relativní délka trvání sněhové pokrývky	50 dní
průměrná délka vegetační doby	159 dní
průměrný počet dní s bezvětřím (rychlost větru nepřesahuje 0,9 m.s ⁻¹ v průběhu 24 hodin)	21 dní
převládající směr proudění vzduchu	SZ

Imisní situace není na plochách ani v širším okolí měřena sítí stanic s kontinuálním provozem, proto lze na ni usuzovat jen z nepřímých údajů, jako např. z rozptylových modelových studií, bioindikčních metod a náhodných krátkodobých měření (Anděl, 1988).

Stav na vyluhovacích polích je určen dvěma základními faktory, a to zejména imisemi pocházejícími z procesu chemické těžby a také celkovou imisní zátěží vyplývající z dálkového přenosu.

Negativní působení chemické těžby na rostlinstvo má především lokální význam, neboť ovlivňuje plochu o poloměru asi 5 km. Celkové roční emise ČSÚP lze u hlavních škodlivin odhadnout přibližně na 2500 t SO₂, 1000 t NO_x, do 10 t NH₃ a do 10 t HF. Zdrojem imisí na vyluhovacích polích je hustá síť výdudů těžebních vrtů, vytvářející tak jeden velký plošný zdroj, a dále manipulace s chemikáliemi na stáčírnách a chemických stanicích, popřípadě provozní havárie.

Pro imisní situaci jsou charakteristické zejména:

A - rozmanitá chemická skladba obsahující NO_x, SO_x, H₂S, Rn, aerosoly H₂SO₄, HNO₃, HF, NH₃;

B - mozaikový charakter imisní zátěže vyplývající z výrazných (i řádových) rozdílů v koncentraci imisí u jednotlivých vrtů;

C - prudké výkyvy koncentrací v čase a možnost krátkodobých vysokých koncentrací, zvláště při haváriích a nepříznivých povětrnostních situacích. Havarijní úniky loužících roztoků a jejich následná asanační opatření (neutralizace) pak mají vliv především na změnu chemismu půdy.

Na zatížení sledovaných lokalit se podílí i dálkový přenos imisí, a to zejména z elektráren Podkrušnohorské aglomerace, Mělníku, Polska a SRN. Celková dávka znečištění SO₂ se v oblasti pohybuje od 120 do 250 mg.h⁻¹.m⁻³, což odpovídá průměrné roční koncentraci 14 - 29 µg.m⁻³.

MATERIÁL A METODA

Experimenty byly založeny ve vojenském prostoru ve Stráži pod Ralskem na vyluhovacích polích chemické těžby uranových rud, jejichž plochy dříve náležely lesnímu fondu. Lokality se vyskytují ve vylišeném pásmu ohrožení porostů D, ve skupině lesních typů OK a OM, tj. v hospodářském souboru 13-borovém hospodářství přirozených borových stanovišť. Pro snadnou instalaci těžebních technologických zařízení byl terén předem urovnán těžkými mechanismy. Výsadba jednotlivých druhů dřevin se uskutečnila na jaře roku 1984 do nepřipravené, nezabušené, nebo jen slabě zabušené půdy, a to sazečem nebo do jamek. Sadbový materiál pocházel ze Školařského závodu Řečany nad Labem, odkud byl bezprostředně před výsadbou převezen na plochy. Tvořily ho tyto prostokořenné semenáčky a sazenice:

dřevina	stáří	výška (cm)
smrk ztepilý (<i>Picea excelsa</i> Link.)	2/2	30,6
smrk sitka (<i>Picea sitchensis</i> Carr.)	2/2	30,2
smrk pichlavý (<i>Picea pungens</i> Engelm.)	2/2	25,4
smrk omorika (<i>Picea omorica</i> Purk.)	2/2	28,6
smrk sivý (<i>Picea glauca</i> Voss.)	2/2	27,9
modřín evropský (<i>Larix decidua</i> Mill.)	2/0	27,3
modřín japonský (<i>Larix leptolepis</i> Gord.)	2/0	34,7
borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	2/0	21,4
borovice vejmutovka (<i>Pinus strobus</i> L.)	2/1	25,3
borovice tuhá (<i>Pinus rigida</i> Mill.)	2/1	26,3
borovice černá (<i>Pinus nigra</i> Arn.)	2/2	28,1
borovice pokroucená (<i>Pinus contorta</i> Dougl.)	2/2	33,8
buk lesní (<i>Fagus silvatica</i> L.)	2/0	22,2
olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.)	1/0	17,9

Sadbový materiál byl na plochách vysázen v pravidelných řadách s opakováním v počtu 65 až 90 kusů. Výsadba se uskutečnila jak na nově vytvořených vyluhovacích polích (dvě plochy - 1A, 1B), tak i na polích těžebních již několik (deset) roků (tři plochy - 2, 3, 4). Příprava vyluhovacích polí byla odlišná; u nově zahajované chemické těžby byl půdní povrch urovnán pouze v okolí technologických zařízení umístěných v řadách, přičemž zbytek plochy, na které se dřeviny vysazovaly, byl porušen jen mírně. U starších, dříve založených polí byl půdní povrch těžkými mechanismy značně porušen, a to při současném odstranění humusové vrstvy. Charakteristika jednotlivých pokusných ploch je patrná z tab. I. Před vlastní výsadbou byly z jednotlivých ploch odstraněny nalétnuté dřeviny (bříza, osika, jílva).

Z pevně fixovaných míst byla před výsadbou na jednotlivých plochách odebrána zemina z hloubky 10 cm ke stanovení půdní acidity (pH), celkového množství C a N a základních živin - CaO, MgO, P₂O₅, K₂O; rozborů provedla chemická laboratoř VÚLHM - VS Opočno. Pro měření půdní kyselosti ve dvou profilech (1 až 2 cm

I. Charakteristika jednotlivých pokusných ploch - The characteristics of individual trial areas

Číslo plochy	Nadmořská výška, reliéf	Stáří pole, struktura technologických zařízení	Stav terénu při zřizování provozu	Půdní poměry	Soubor lesních typů	Půdní pokryv
1A 1B	335 m, mírně skloněná rovina, otevřená k SZ, S a SV, chráněná od J, JZ	dva roky, linie technologických zařízení na terasách	mírně porušený půdní povrch jen v okolí technologických zařízení	písek hlinitý až jílnatě zakalený, chybí N, P, C_{org} , zásoba CaO , MgO , K_2O odpovídá původnímu typu - podzolu	bory - kyselé stanoviště	mírně zabařeněno - trávy, sítina v okolí výsadby borovice lesní, dub červený z jara 1983
2	330 m, mírně skloněná rovina obklopená porostem a z J valem	deset roků, nepravidelné mnohoúhelníky	provrch porušen asi z 1/4, pod valem chybí humusový horizont	písek jílnatě zakalený se slabou zásobou živin, v části od komunikace zemina vlhká, pod valem suchá	bory - kyselé stanoviště	osika, olše, jívka, bříza, borovice, třtina, metlice, mechy
3	343 m, svah - sklon do 10°, otevřený k J, JZ, Z	deset roků, nepravidelné mnohoúhelníky	svrchní humus shrnut do valů, obnažena zhruba 1/2 plochy	písek jílnatě zakalený, velmi nízká zásoba humusu a živin, zvláště v dolní obnažené polovině	bory - chudá stanoviště	osika, bříza, borovice, jívka, třtina, vrbovka, metlice, vřes, ploník
4	340 m, rovina chráněná valem 2 - 2,5 m vysokým z V a Z	deset roků, nepravidelné mnohoúhelníky	svrchní humus shrnut ze středu plochy do stran	písek jílnatě zakalený, velmi nízká zásoba humusu a živin	bory - chudá stanoviště	bříza, borovice, metlice, vrbovka, vřes
Number of area	Altitude, relief	The age of field, structure of technologic systems	Terrain condition at the time of the establishment of operation	Soil condition	Set of forest types	Soil cover
1A 1B	335 m, slightly sloping plain open to NW, N and NE, protected from S, SW	two years, the line of technologic system on terraces	slightly damaged soil surface only round the technologic systems	loamy sand to even clayey sand, missing N, P, L_{org} , the reserve of CaO , MgO , K_2O corresponds to autochthonous soil texture - bleached earth	pinewoods - acidic sites	slightly infested with weed - grasses, rushes, the planting of Scotch pines, red oaks in the neighbourhood from the spring of 1983
2	330 m, slightly sloping plain surrounded by a stand and from S by a mound	ten years, irregular polygons	the surface damaged to about 1/4, missing the humus horizon under the mound	clayey sand with a low nutrient reserve, earth is humid in the part laying out of the communication, under the mound the earth is dry	pinewoods - acidic sites	aspen, alder, goat willow, birch, pine, reed grass, perennial grasses, mosses
3	343 m, slope - grade 10°, open to S, SW, W	ten years, irregular polygons	surface humus gathered up into mounds, about a 1/2 of area denuded	clayey sand, very low humus and nutrient reserve, especially in a bottom denuded half	pinewoods - poor sites	aspen, birch, pine, goat willow, willow-herb, perennial grasses, heather, terrestrial mosses, reed grass
4	340 m, protected by a mound 2 - 2.5 m high from E and W	ten years, irregular polygons	surface humus gathered from the centre of area towards sides	clayey sand, very low humus and nutrient reserve	pinewoods - poor sites	birch, pine, perennial grasses, willow-herb, heather

a 8 až 10 cm) byly opakovaně na konci každého vegetačního období ze 43 lokalit odebírány vzorky půd. Vývoj kultur byl hodnocen zjišťováním ztrát uhynutím, měřením výškových přírůstků, výšek stromků a tloušťek kmínků v místech kořenových krčků.

Po dobu experimentu se vyskytovala období s krátkodobými kulminacemi škodlivých činitelů (při těžebních haváriích, během inverzního typu počasí, pozdní mraz apod.), jejichž důsledky se projevily na asimilačních orgánech a biometrických parametrech u jednotlivých druhů dřevin. Proto po skončení jednotlivých vegetačních období byly u asimilačních orgánů zjišťovány symptomy poškození jako změny ve zbarvení, výskyt nekrotizace a předčasná defoliace. Výskyt poškozených jedinců je vyjádřen v procentech k celkovému počtu živých stromků. Defoliace u neopadavých jehličnanů byla hodnocena kvantitativně odhadem ztrát jehlic v procentech, podle metodiky, kterou použil S a m e k (1980). Po ukončení třetího vegetačního období byly z jednotlivých ploch odebírány vzorky jehlic smrku ztepilého a borovice lesní ke stanovení obsahu síry. Analyzované množství se potom porovnávalo se standardy, jak je uvádí M a t e r n a (1978b). Na konci čtvrtého roku byl v povrchové půdní vrstvě (1 až 10 cm) stanoven obsah těžkých kovů, selenů, dusičnanů a solí. Tyto rozborů byly realizovány chemickou laboratoří k. p. Uranové doly ve Stráži pod Ralskem podle zavedených metodik. V pátém roce po výsadbě byl experiment vyhodnocen, výsledky sumarizovány do tabulek, posouzeny za pomoci Studentova *t*-testu i testu podílu (Š m e l k o , 1986).

VÝSLEDKY

PŮDNÍ POMĚRY

Jak vyplývá z charakteristiky jednotlivých pokusných ploch (tab. I), byly experimenty založeny na písčitých půdách, u nichž snadno docházelo k vyplavování živin do spodiny. Potvrdily to i výsledky půdních rozborů (tab. II), které ukázaly na malou zásobu humusu a téměř všech základních živin, zejména pak celkového dusíku, draslíku, fosforu a vápníku. V půdě nebyl zachován ani optimální poměr jednotlivých živin - $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$, $\text{CaO} : \text{K}_2\text{O}$, $\text{MgO} : \text{P}_2\text{O}_5$, $\text{MgO} : \text{K}_2\text{O}$ (B u b l i n e c a S o b o c k ý , 1984). Tyto nedostatky se potom odrážely i na růstu dřevin po výsadbě. Půdní acidita vrchního horizontu nevýrazně kolísala v jednotlivých letech a pohybovala se v širokém průměru mezi hodnotami pH aktivní 4,0 až 5,0 v hloubce 1 až 2 cm a pH 4,1 až 5,4 v hloubce 8 až 10 cm. Šetření dále ukázala částečné zvýšení půdní kyselosti prodlužující se s dobou trvání experimentu. Stanovení obsahu aniontů a těžkých kovů v půdách jednotlivých ploch neprokázalo závažnější kontaminace trvalého charakteru. Koncentrace uranu nepřevýšila hodnotu přirozeného obsahu v dané oblasti. Podíl solí obsažených v půdách nedosáhl hranice zasolenosti (0,3 %); jejich vyšší obsah byl však zaznamenán na plochách s víceletou chemickou těžbou.

ZTRÁTY UHYNUTÍM

Ztráty po výsadbě patří k významným ukazatelům při posuzování kvality zakládání kultur. Šetření prokázala nestejnou ujímavost u jednotlivých druhů dřevin (tab. III), přičemž nejnižší úhyn byl jednoznačně zjištěn u kultur založených na vyluhovacích polích s nově zahajovanou chemickou těžbou (plochy 1A, 1B), na kterých nebyla odstraněna humusová vrstva. Zjištěné rozdíly v ujímavosti byly u smrku ztepilého, smrku sitky, smrku sivého, modřínu evropského, borovice lesní, borovice vejmutovky a buku lesního v porovnání s kulturami vysázenými na plochách s víceletou těžbou (plochy 2, 3, 4) vysoce průkazné, zatímco u dalších ověřovaných dřevin se statistické rozdíly neprokázaly.

Z testovaných druhů dřevin měla nejvyšší mortalitu borovice tuhá, u níž uhynulo již ve druhém roce po výsadbě 23 % jedinců a v pátém roce dosáhly ztráty 34 %. Pro menší počet jedinců nebyla borovice tuhá vysázena na plochách s nově zahajovanou těžbou. Zvýšený úhyn - od 21 % do 29 % - byl také pozorován u smrku sivého, smrku sitky, borovice lesní a vlivem silného poškození kultur zvěří i u modřínu evropského a buku

II. Půdní analýzy a hodnocení stavu živin - Soil analyses and the evaluation of nutrient condition

Číslo plochy ¹	Roky po výsadbě ²	Acidita ³ pH				C (%)	N (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄	NO ₃	U	Pb, Co, Ni, Cr, Cd, Zn, Cu	Zasolenost půdy ⁹ (mg.l ⁻¹)	Hodnocení ¹⁰											
		hloubka ⁴ 1 - 2 cm		hloubka ⁴ 8 - 10 cm													humus ¹¹	celkový N ¹²	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	CaO : P ₂ O ₅	CaO : K ₂ O	MgO : CaO	MgO : P ₂ O ₅	MgO : K ₂ O	
		aktivní ⁵	výměnná ⁶	aktivní ⁵	výměnná ⁶																							
																												mg.kg ⁻¹ zeminy v 1% kyselině octové ⁷
1A	1.	4,9	4,1	5,4	4,3	0,14	0,00	0,0	20	403	113						VN	VN	VN	VN	N	S	N	N	N	N	N	N
	2.	4,7	4,1	5,0	4,2																							
	3.	4,7	3,8	4,8	3,9																							
	4.	4,6	4,0	5,0	4,1	0,23	0,01	0,4	27	239	75	4,2	5,6	0,01	1,0	0,0	VN	VN	VN	VN	N	S	N	N	O	N	N	N
	5.	4,7	4,1	5,1	4,2																							
1B	1.	4,6	3,9	4,8	4,0	1,31	0,08	40	20	164	43						M	S	VN	VN	VN	N	N	N	O	N	N	N
	2.	4,6	4,2	5,2	4,3																							
	3.	4,5	3,9	4,4	3,8																							
	4.	4,5	3,9	4,6	4,1	0,61	0,01	0	27	164	43	2,3	6,1	0,01	1,0	1,1	M	VN	VN	VN	VN	N	N	N	O	N	N	N
	5.	4,5	3,9	4,7	4,1																							
2	1.	4,8	4,2	5,2	4,1	0,90	0,10	16	6	89	43						M	S	VN	VN	VN	N	N	N	N	N	N	N
	2.	4,6	4,0	4,9	4,1																							
	3.	5,0	4,0	4,9	4,1																							
	4.	4,7	4,0	4,7	4,1	0,53	0,01	22	13	179	43	5,9	6,3	0,01	1,0	10,0	N	VN	VN	VN	VN	N	N	N	O	N	N	N
	5.	4,7	4,1	4,9	4,3																							
3	1.	4,9	4,4	5,0	4,5	0,28	0,04	0	6	75	stop ¹³						VN	N	VN	VN	VN	VN	N	N	N	N	N	N
	2.	4,5	4,0	4,8	4,2																							
	3.	4,9	4,0	4,8	4,1																							
	4.	4,9	4,3	5,1	4,6	0,15	0,02	46	13	567	54	4,8	7,0	0,03	1,0	14,6	VN	VN	N	VN	S	N	N	N	N	N	N	N
	5.	4,4	4,0	4,6	4,2																							
4	1.	4,4	3,9	4,6	4,2	0,44	0,07	16	0	105	32						N	S	VN	VN	VN	N	N	N	O	N	N	N
	2.	4,1	3,4	4,2	3,8																							
	3.	4,0	3,4	4,1	3,8																							
	4.	4,0	3,7	4,2	3,8	0,42	0,01	0	13	75	11	3,5	5,9	0,02	1,0	15,8	N	VN	VN	VN	VN	VN	N	N	O	N	N	N
	5.	4,0	3,5	4,1	3,9																							

VN = velmi nízká zásoba - very low reserve, N = nízká zásoba, neodpovídající poměr živin - low reserve, nonappropriate nutrient ratio, M = mírná zásoba - moderate reserve, S = střední zásoba - mean reserve, O = optimální poměr živin - optimum nutrient ratio

¹number of area, ²number of years after planting, ³acidity, ⁴depth, ⁵active, ⁶exchangeable, ⁷earth in 1% acetic acid, ⁸in lemon leach, ⁹soil salinity, ¹⁰evaluation, ¹¹humus, ¹²total N, ¹³traces

III. Růst kultur na nově založených (N) a starých (S) vyluhovacích polích - The growth of cultures in newly established (N) and old (S) leached fields

Dřevina ¹	Plocha ²	Celkový úhyn ³	Průměr krčku ⁴	Celková výška ⁵	Výškový přírůst v jednotlivých letech ⁶ (cm)					Průměrný přírůst za rok (cm)
		(%)	5. rok (mm)	(cm)	1.	2.	3.	4.	5.	
Smrk ztepilý <i>Picea excelsa</i> Link.	N	0	15	61	5	3	6	8	9	6
	S	15++	11++	56-	5	4	5	6	5	5
	Ø	8	13	59	5	4	6	7	7	6
Smrk sítká <i>Picea sitchensis</i> Carr.	N	0	15	78	8	6	10	11	14	10
	S	29++	10++	53-	5	4	4	5	5	5
	Ø	15	13	66	7	5	7	8	10	7
Smrk pichlavý <i>Picea pungens</i> Engelm.	N	0	18	65	6	3	7	10	14	8
	S	5-	11++	48-	6	3	6	8	4	5
	Ø	3	15	57	6	3	7	9	9	7
Smrk omorika <i>Picea omorica</i> Purk.	N	0	13	70	6	5	7	9	15	8
	S	4-	11-	58-	4	4	5	7	8	6
	Ø	2	12	64	5	5	6	8	12	7
Smrk sivý <i>Picea glauca</i> Voss.	N	9	11	51	6	2	4	6	6	5
	S	25++	9-	51-	4	4	5	7	4	5
	Ø	17	10	51	5	3	5	7	5	5
Modřín evropský <i>Larix decidua</i> Mill.	N	0	29	202	9	14	21	47	84	35
	S	34++	17++	88++	10	10	13	5	24	12
	Ø	17	23	145	10	12	17	26	54	24
Modřín japonský <i>Larix leptolepis</i> Gord.	N	3	31	236	10	15	27	61	89	40
	S	12-	22++	163++	11	16	24	38	38	25
	Ø	8	27	200	11	16	26	50	64	33
Borovice lesní <i>Pinus sylvestris</i> L.	N	3	29	124	10	10	20	32	31	21
	S	21++	19++	90++	11	11	13	17	17	14
	Ø	12	24	107	11	11	17	25	24	18
Borovice vejmutovka <i>Pinus strobus</i> L.	N	0	21	112	13	10	13	21	31	18
	S	16++	12++	75++	6	7	9	16	13	10
	Ø	8	17	94	10	9	11	19	22	14
Borovice tuhá <i>Pinus rigida</i> Mill.	S	34	9	71	7	8	11	10	9	9
Borovice černá <i>Pinus nigra</i> Arn.	N	3	26	95	8	9	15	18	19	14
	S	8-	21++	81++	6	10	11	14	12	11
	Ø	6	24	88	7	10	13	16	16	12
Borovice pokroucená <i>Pinus contorta</i> Dougl.	N	6	22	86	7	7	7	12	20	11
	S	13-	25-	102++	6	12	15	18	18	14
	Ø	10	24	94	7	10	11	15	19	12
Buk lesní <i>Fagus silvatica</i> L.	N	0	15	94				12	40	
	S	26++					5	5		
	Ø	13	15	94			5	9	40	
Olše lepkavá <i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	N	3	75	443	28	60	90	112	136	85
	S	9-	25++	150++	14	18	25	30	46	27
	Ø	6	50	297	21	39	58	71	91	56

- = rozdíly statisticky neprůkazné - differences statistically insignificant

++ = rozdíly statisticky vysoce průkazné - differences statistically highly significant

¹tree species, ²area, ³total mortality, ⁴root-neck diameter, ⁵total height, ⁶height increment in individual years, ⁷average increment per year

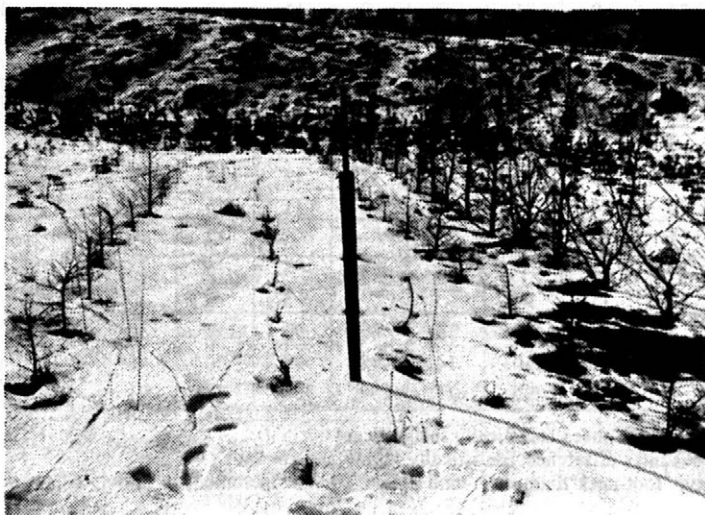
lesního (tab. IV). Vyhovující ujímavost (94 %) vykazaly po pětiletém sledování borovice černá a olše lepkavá. Absolutně nejnižší úhyn byl zjištěn u smrku pichlavého a smrku omoriky, u kterých k termínu zpracování příspěvku v průměru uhynulo jen 3 % jedinců.

RŮST KULTUR

Rozborem biometrických charakteristik se ukázalo, že působením nepříznivých faktorů prostředí byl ovlivněn výškový růst kultur. Omezení výškových přírůstků bylo nápadnější na plochách s delším provozem těžby rud, na kterých byl likvidován humus, a to hlavně v místech výskytu terénních sníženin (depresí). Stagnace růstu zde byla patrná zejména u neopadavých jehličnanů, u nichž zpravidla současně došlo k předčasné defoliaci asimilačních orgánů. Průměrný roční přírůstek se pohyboval na jednotlivých plochách u pětiletých kultur smrků v mezích 3 až 7 cm, zatímco u borovic dosáhl velikosti 8 až 14 cm (tab. III). Příznivější růstové parametry vykazaly modřiny (hlavně modřín japonský) a olše lepkavá. Buk lesní značně trpěl okusem zvěře, takže nebyl v experimentu hodnocen (obr. 1).

Na nově zakládaných vyluhovacích polích měly biometrické znaky kultur v převážné míře vyšší hodnotu než na starých vyluhovacích polích. U borovice lesní, borovice vejmutovky, borovice černé, modřinu evropského, modřinu japonského a olše lepkavé byly rozdíly ve výškách statisticky vysoce průkazné, zatímco u testovaných druhů smrků se statisticky průkazné rozdíly nevyskytovaly; výjimku tvořila pouze borovice pokroucená, která měla průměrnou celkovou výšku na plochách s déletrvající chemickou těžbou statisticky průkazně vyšší. Z vysázených druhů smrků a borovic na nově zakládaných vyluhovacích polích nejlépe odrůstaly smrk sitka a borovice lesní, zatímco smrk sivý přirůstal nejméně - v průměru jen 4 až 5 cm za rok (tab. III). Modřiny podle očekávání předčily v růstu ostatní jehličnaté dřeviny, přičemž vyšších hodnot dosáhl opět modřín japonský. Absolutně nejvyšších parametrů dosáhla olše lepkavá, která v pátém roce po výsadbě měla výšku dvakrát větší než modřiny (443 cm proti 219 cm) a téměř sedmkrát větší než smrky (65 cm).

Obdobné výsledky byly získány při zjišťování tloušťkového růstu kultur. Silnější dimenze kmínků vykazaly kultury založené na plochách se zachovalou vrstvou humusu s nově zahájenou chemickou těžbou (kromě borovice pokroucené). Testování rozdílů



1. Růst některých dřevin tři roky po výsadbě na ploše 1A zprava - olše lepkavá, modřín japonský, buk lesní, modřín evropský - The growth of some tree species three years after planting on the area 1A, from the right - black alder, Japanese larch, European beech, European larch -

tloušťek kmínků mezi kulturami vysázenými na nových vyluhovacích polích a plochách s déletrvající těžbou je analogické s výsledky interpretovanými při výškovém růstu. Největší tloušťka kmínků byla naměřena u olše lepkavé, a to v průměru 75 mm, zatímco u smrku sivého a borovice tuhé byla nejmenší (tab. III).

ZDRAVOTNÍ STAV

Specifická imisní situace, představující nepravidelné a mnohdy nárazové koncentrace toxických látek, ovlivnila zdravotní stav kultur v juvenilním stadiu. Šetření uskutečněná na asimilačních orgánech prokázala ohrožení jejich zdravotního stavu, kumulaci některých toxických látek a předčasnou defoliaci. Jejich největší poškození nastalo u neopadavých jehličnanů, a to zejména na starších vyluhovacích polích s odstraněným humusem v místech terénních sníženin.

V průběhu pěti let vykázaly všechny druhy neopadavých jehličnanů známky poškození asimilačních orgánů projevující se zpravidla nekrózami (rezivým až hnědým zbarvením). Rezivění jehlic postupovalo vždy směrem od apikální části jehlic k jejich bázi, přičemž některé druhy dřevin (borovice tuhá, smrk sitka a smrk sivý) měly již určitý podíl jehlic zcela hnědých. Uvedené poškození se projevovalo hlavně u starších ročníků jehlic, zatímco u mladých jehlic se vyskytovalo podstatně méně. Jen část jedinců borovice tuhé, smrku sitky a smrku sivého mělo na starých vyluhovacích polích poškozené i jednoleté jehlice (tab. IV). Z neopadavých jehličnanů byly relativně málo poškozeny smrk pichlavý a smrk omorika. Opadavé dřeviny, jako například olše lepkavá, buk lesní a modřín japonský, neměly v průběhu šetření listy ani jehlice poškozeny.

Vlivem působení imisí se v asimilačních orgánech kumulovaly některé toxické látky, které mohly být i jednou z příčin poškození rostlin. Porovnáváme-li například hodnoty obsahu síry v jehlicích smrku ztepilého a borovice lesní se standardy, které uvedl M a t e r n a (1978b), ukazuje se zde jejich nápadně vyšší obsah. Zatímco v neimisních oblastech mají standardy uváděné pro jednoleté jehlice smrku ztepilého hodnotu 0,128 % S a borovice lesní 0,124 % S, byly v našich šetřeních naměřeny průměrné hodnoty 0,250 % S pro smrk a 0,195 % S pro borovici.

U neopadavých jehličnanů byla zjištěna i předčasná defoliace jehlic, která měla za následek i omezení výškového růstu kultur. Zatímco v neimisních oblastech si smrky pěstované v nižších polohách uchovávají jehlice v průměru po dobu šesti let a borovice čtyři roky, v našich šetřeních - v kombinaci s dalšími nepříznivými ekologickými faktory (přízemní mikroklima, sucho apod.) - došlo už ve druhém roce po výsadbě k jejich zvýšenému opadu. Nejcitlivější byla borovice tuhá, u níž se již v roce výsadby začal pomístně vyskytovat opad jehlic (tab. IV). U smrku pichlavého, borovice černé a borovice vejmutovky se předčasná defoliace jehlic objevila až ve třetím roce po výsadbě.

DISKUSE

Specifické podmínky v zájmové oblasti těžby uranových rud ve Stráži pod Ralskem, to znamená lokality s možným působením radioaktivního záření, které jsou charakterizovány písčitými půdami s nedostatkem humusu a základních živin, výskytem imisí pocházejících z klasických energetických komplexů i z používání řady agresivních chemických látek, zpravidla neumožňují adekvátní porovnání výsledků získaných z jiných oblastí. V experimentech vykonaných dalšími autory jde většinou o jeden druh imisí, resp.

IV. Ztráty uhynutím a zdravotní stav kultur v prvních letech po výsadbě na nově založených a starých vyluhovacích polích - The losses caused by mortality and the health condition of cultures during the first years after planting in newly established and old leached fields

Dřevina ¹	Roky po výsadbě ²	Nové vyluhovací pole ³						Staré vyluhovací pole ¹⁰					
		ztráty uhynutím ⁴	asimilační orgány ⁵					ztráty uhynutím	asimilační orgány				
			nekrózy (rezivé) ⁶	chlorózy (žluté)	olistění ⁸				nekrózy (rezivé)	chlorózy (žluté)	olistění		
					100 - 80	79 - 50	méně než 50 ⁹				100 - 80	79 - 50	méně než 50
					(%)								
Smrk ztepilý <i>Picea excelsa</i> Link.	1.	0			100			1			100		
	2.	0	3		85	12	3	2	2		77	17	6
	3.	0	11		61	28	11	4	6	2	52	17	31
	4.	0	6		47	28	25	15	19	7	41	13	46
	5.	0	13	3	51	26	23	15	48	13	45	11	44
Smrk sitka <i>Picea sitchensis</i> Carr.	1.	0			100			3			100		
	2.	0	3		100			9			98	2,	
	3.	0	25		89	11		14	7	2	62	13	25
	4.	0	22		72	11	17	22	20	9	59	15	26
	5.	0	34		62	16	22	29	30	6	61	7	32
Smrk pichlavý <i>Picea pungens</i> Engelm.	1.	0			100			0			100		
	2.	0	3		100			3		4	100		
	3.	0		7	100			3	6	11	94	4	2
	4.	0	3		100			5	13	4	92	2	6
	5.	0	6		100			5	9	3	91	3	6

Smrk omorika <i>Picea omorica</i> Purk.	1.	0			100			0			100		
	2.	0			100			0	4		100		
	3.	0	3	3	80	14	6	2	7	4	65	26	9
	4.	0			63	31	6	4	5		65	15	20
	5.	0		6	61	31	8	4	6	2	63	20	17
Smrk sivý <i>Picea glauca</i> Voss.	1.	0			100			7			100		
	2.	6	11		97	3		16	4		96	4	
	3.	6	33		76	15	9	19	11	5	69	26	5
	4.	6	23		44	15	41	23	27	4	46	19	35
	5.	9	55	18	29	23	48	25	70	20	30	20	50
Modřín evropský <i>Larix decidua</i> Mill.	1.	0						9					
	2.	0						16					
	3.	0						25					
	4.	0						30					
	5.	0						34					
Modřín japonský <i>Larix leptolepis</i> Gord.	1.	0						2					
	2.	3						2					
	3.	3						9					
	4.	3						12					
	5.	3						12					

Dřevina ¹	Roky po výsadbě ²	Nové vyluhovací pole ³						Staré vyluhovací pole ¹⁰					
		ztráty uhynutím ⁴	asimilační orgány ⁵					ztráty uhynutím	asimilační orgány				
			nekrózy ⁶ (rezivé)	chlorózy (žluté)	olistění ⁸				nekrózy (rezivé)	chlorózy (žluté)	olistění		
					100 - 80	79 - 50	méně než 50 ⁹				100 - 80	79 - 50	méně než 50
		(%)											
Borovice lesní <i>Pinus sylvestris</i> L.	1.	0			100			4			100		
	2.	0		3	97	3		11			89	7	4
	3.	0	9	6	67	14	19	15	4	2	48	19	33
	4.	3	3		22	38	40	21	20	5	23	15	62
	5.	3			23	20	57	21	27	10	15	10	75
Borovice vejmutovka <i>Pinus strobus</i> L.	1.	0			100			1			100		
	2.	0			100			1	2		100		
	3.	0	14		69	6	25	1	6		80	2	18
	4.	0	9		40	14	46	13	14		32	9	59
	5.	0		8	33	24	43	16	36	7		49	51
Borovice tuhá <i>Pinus rigida</i> Mill.	1.							4			95	5	
	2.							23	6		81	13	6
	3.							32	19		30	12	58
	4.							34	20	5		28	72
	5.							34	75	25		33	67

Borovice černá <i>Pinus nigra</i> Arn.	1.	2			100			1			100		
	2.	2			100			1			100		
	3.	2	9	6	88	9	3	4	15	7	84	7	9
	4.	2	3	3	75	20	5	8	17	9	65	26	9
	5.	2	11	9	83	14	3	8	24	9	67	23	10
Borovice pokroucená <i>Pinus contorta</i> Dougl.	1.	0			100			0			100		
	2.	0			100			0			100		
	3.	5			49	22	29	0	7		46	29	25
	4.	5			28	17	55	13	15	5	26	29	45
	5.	5	9	3	35	14	51	13	13	5	23	16	61
Buk lesní <i>Fagus silvatica</i> L.	1.	0						20					
	2.	0						21					
	3.	0						22					
	4.	0						22					
	5.	0						25					
Olše lepkavá <i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	1.	0						0					
	2.	0						3					
	3.	0						9					
	4.	0						9					
	5.	3						9					

Ztráty uhynutím jsou vyjádřeny v procentech z celkového počtu vysazených jedinců - The losses caused by mortality are expressed in % out of the total number of set out individuals

Výskyt nekrotů a chloróz je uváděn v procentickém zastoupení poškozených jedinců z počtu živých stromků - The occurrence of necroses and chloroses is expressed in the percentage of damaged individuals out of the number of live trees

¹tree species, ²number of years after planting, ³new leached field, ⁴losses caused by mortality, ⁵assimilatory organs, ⁶necroses (rust), ⁷chloroses (yellow), ⁸foliage, ⁹less than, ¹⁰old leached field

o malý počet emitovaných toxických látek, přičemž testované dřeviny jsou mnohdy pěstovány i v odlišných půdních a stanovištních podmínkách. Nicméně jistá porovnání výsledků šetření je užitečné uskutečnit.

Práci, které se zabývají velikostí ztrát u kultur v imisních oblastech, není mnoho. Tak například B a l c a r (1986a) ve svých šetřeních provedených v okolí tepelné elektrárny v Trutnově nezjistil zvýšené ztráty uhynutím u pětiletých kultur založených obalenou sadbou (0 až 4 %). Pouze v případě jiných (neimisních) vlivů byly u některých dřevin ztráty vyšší, a to u borovice lesní poškozené sypavkou (8 %) a u jedle bělokoré (9 %) a douglasky tisolisté (17 %) při poškození mrazem. V porovnání s našimi výsledky jsou uváděné ztráty uhynutím jednoznačně nižší. V experimentech uskutečněných v pásmu silného zasažení imisemi na sprašové hlíně Ostravska zjistil R i c h t á r (1971) u pětiletých kultur ztráty uhynutím 8 až 9 %, tedy vyšší než B a l c a r (1986a), ale opět výrazně menší než naše. Vysokou mortalitu vykazovala vlivem zaléhající a konkurující buřeny jenom borovice vejmutovka (34 %).

Poměrně vysoké rozdíly v ujímavosti jednotlivých druhů dřevin vysázených v průmyslových oblastech Tarnowských hor zjistil H a w r y š (1981); zároveň zde zdůrazňuje zvýšení ztrát uhynutím s přibývajícím dobou pěstování kultur. V jeho šetřeních měly ve tříletých kulturách nejmenší ztráty javor klen (0,6 %) a olše šedá (0,7 %), zatímco osika vykazovala úhyn ve výši 17,8 %, bříza bradavičnatá 23,0 %, dub červený 31,3 % a dub letní 39,9 %. Posledně jmenované čtyři druhy prodělaly v roce výsadby výrazný šok, který způsobil odumření nejslabších jedinců. V sedmi letech se úhyn u sledovaných dřevin vesměs zvýšil, takže u javoru činil již 11,9 % a u dubu letního 40,4 %.

K omezení růstu smrku ztepilého dochází na našich plochách ve větší míře než v jiných imisních oblastech, jak je zřejmé při porovnávání výsledků získaných na Trutnovsku (T e s a ř, 1981; B a l c a r, 1986b), popřípadě na Ostravsku (R i c h t á r, 1971).

V oblastech, ve kterých imise pocházejí převážně jen z tepelných zdrojů, není zdravotní stav asimilačních orgánů u většiny testovaných dřevin zpravidla výrazněji ovlivňován. Příznaky poškození jsou uváděny pouze u jehlic smrku ztepilého jako nejcitlivější dřeviny, vyjma situací s vysokými koncentracemi, kdy se symptomy poškození projevují i u jiných dřevin (T e s a ř, 1981; B a l c a r, 1986a). U ostatních dřevin citování autoři nezjistili žádné známky poškození, které by bylo možné klasifikovat jako důsledek imisního zatížení.

Působením imisí dochází v asimilačních orgánech některých dřevin k hromadění toxických látek a ke vzniku nekrot. Jednou z možných příčin poškození asimilačních orgánů je například i zvýšená akumulace síry v jehlicích. Zatímco M a t e r n a (1978b) udává v neimisních oblastech průměrný obsah síry v jednoletých jehlicích smrku 0,128 %, u borovice lesní 0,124 % (M o l s k i et al., 1980); u borovice dokonce jen 0,05 až 0,06 %, byly v našich šetřeních uvedené hodnoty podstatně překročeny. Svědčí to o skutečnostech, že sledované lokality jsou imisemi značně poškozeny a jejich původ je nutné spatřovat buď v místech chemické těžby uranu, nebo v jejich dálkovém přenosu, čemuž potom ale neodpovídá vylišené pásmo ohrožení porostů D.

Imise pocházející z průmyslových nebo chemických provozů omezují ujímavost a růst, zejména u stálezelených jehličnanů, přičemž méně citlivé jsou některé listnáče, opadavé jehličnany, popřípadě exoty. Například k působení fluorovodíku v oblasti Žiaru nad Hronom uvádí S o b o c k ý (1966) jako tolerantní dřeviny olši lepkavou, modřín opadavý a borovici černou, zatímco velmi citlivou dřevinou je smrk ztepilý. Z j a t k o v (1984)

na základě ujímavosti a růstové energie zařazuje dřeviny a keře vysázené v Severodolníkové průmyslové oblasti do tří skupin. Do skupiny tolerantní k působení imisí řadí převážně listnáče a keře (z testovaných jehličnanů pouze jalovec viržinský), do skupiny méně odolných druhů, které však jsou ještě relativně příznivé k ozelenování a vytváření sanitárních zón, přiřazuje z jehličnanů borovici lesní a krymskou a do skupiny nejméně tolerantních dřevin dub červený a stěmchu pozdní (jehličnany neuvádí).

Obdobným způsobem hodnotila J ó z e f a c i u k o w a (1988) toleranci dřevin k působení imisí v průmyslové oblasti Horního Slezska, kde k dřevinám vhodným pro výsadbu navrhuje olši lepkavou, břizu bradavičnatou, dub červený, javor jasanolistý, lípu malolistou, habr lesní, z jehličnanů pouze modřín evropský a z keřů ptačí zob a vrbu (*Salix acutifolia*). V extrémních podmínkách však jediné břiza bradavičnatá potvrdila svoji životnost.

Vhodnost navrhovaných tolerantních dřevin pro jednotlivé oblasti obvykle vychází z exaktních šetření, při nichž jsou vzájemně posuzovány ujímavost, růst a zdravotní stav testovaných kultur, nebo ze znalostí růstových vlastností, nároků a požadavků jednotlivých dřevin.

ZÁVĚR

V experimentu uskutečněném v oblasti chemické těžby uranových rud ve Stráži pod Ralskem, ve které lze předpokládat výskyt radioaktivního záření, bylo vysázeno a sledováno 14 druhů dřevin. Na základě provedeného šetření lze uvést:

- Na vyluhovacích polích, nacházejících se na písčitých půdách borového hospodářství přirozených borových stanovišť, je malá zásoba humusu a živin, a to zejména celkového dusíku, draslíku, fosforu i vápníku, přičemž není zachován ani vzájemný poměr jednotlivých živin. Živiny jsou vyplavovány do spodiny. Půdní acidita je v povrchovém horizontu (1 až 10 cm) výhodná pro pěstování jehličnanů (pH aktivní od 4,0 do 5,4). Přítomné množství aniontů a těžkých kovů v půdě neprokázalo závažnější kontaminace trvalého charakteru. Koncentrace solí v půdě rovněž nedosáhla hranice škodlivosti.

- V zájmové oblasti Stráže pod Ralskem je prostředí na vyluhovacích polích ovlivňováno specifickými podmínkami vyplývajícími z chemické těžby uranových rud i imisemi pocházejícími z dálkového přenosu z průmyslových oblastí. Zdravotní stav rostlin v juvenilním stadiu je zde ohrožován, neboť asimilační orgány vykazují známky akutního poškození, hromadí v sobě toxické látky a předčasně odumírají. Rostliny jsou nápadněji poškozovány na plochách s dlouhodobou chemickou těžbou, na kterých byla při instalaci technologických zařízení odstraněna povrchová humusová vrstva, což se projevuje nejen vyššími ztrátami v kulturách, ale i zhoršeným výškovým růstem.

- Z ověřovaných druhů dřevin rostly v prvních letech nejlépe olše lepkavá a modřín (z nich zejména modřín japonský), u nichž se každým rokem obnovují asimilační orgány. Částečnou toleranci k imisnímu zatížení vykazovaly i introdukované stálezelené dřeviny, jako například borovice černá, smrk pichlavý a smrk omorika. Oprávněnost použití zde naopak neprokázaly borovice tuhá, smrk sivý, smrk sitka a některé další testované dřeviny.

Z tohoto poznatku je zapotřebí vycházet při výběru dřevin pro kultury zakládáné v obdobných exponovaných podmínkách.

- ANDEĽ, P.: Ochrana a tvorba životního prostředí v souvislosti s rozvojem uranového průmyslu [Zpráva VVÚ.] Stráž pod Ralskem 1985.
- ANDEĽ, P.: Dokumentační systém kontaminace atmosféry. [Zpráva VVÚ.] Stráž pod Ralskem 1988.
- BALCAR, V.: Tolerance dřevin v juvenilním stadiu k průmyslovým imisím. Práce výzk. Úst. lesn. Hospod. Mysl., sv. 69, 1986a, s. 137-165.
- BALCAR, V.: Tolerance dřevin v juvenilním stadiu k průmyslovým imisím. [Kandidátská disertační práce.] Opočno, VÚLHM - Výzkumná stanice 1986b, 112 s.
- BELJAJEVA, L. V. - NESTEROVA, L. A.: Vlivy promyšlenosti na fyziologické srovnání dřevinných rostlin. Nauč. Tr. Vyp. 167, Vopr. Lesovyrážč. Racional. Lesopolz., Moskva, 1985, s. 100-102.
- BODNER, J.: Ergebnisse holz- und nadelanalytischer Untersuchungen in immissionsgeschädigten Waldbeständen. Allg. Forstz., 42, 1987, č. 2, s. 516-517.
- BUBLINEC, E. - SOBOCKÝ, E.: Pôdno-ekologická problematika lesníckej rekultivácie hald. Zpr. lesn. Výzk., 1984, č. 4, s. 26-28.
- DEMEK, J.: Geomorfologie českých zemí. Praha, Academia 1965. 335 s.
- DYKAST, J.: Klimatologické údaje pro zájmovou oblast Stráž pod Ralskem - Hamr. [Zpráva HMÚ.] Ústí nad Labem 1983.
- FERDA, J.: Odolnost lesních dřevin proti kouřovým plynům. Lesn. Práce, 32, 1953, č. 10, s. 458-464.
- HAWRYŚ, U.: Wrażliwość niektórych gatunków drzew na związki siarki i metali ciężkich w warunkach Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. [Rozprawa doktorska.] Warszawa, IBL 1981.
- JIRGLE, J.: Zhodnocení vývoje kultur náhradních dřevin na poloprovozních plochách v Krušných horách. [Závěrečná zpráva.] Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1977. 48 s.
- JIRGLE, J.: Zkušenosti se zalesňováním imisních holin v Jizerských horách. In: Zalesňování v imisních oblastech. Brno, VŠZ 1985, s. 13-17.
- JÓZEFACIUKOWA, W.: Próba określenia żywotności wybranych gatunków drzew i krzewów na obszarach znajdujących się pod wpływem emisji przemysłowych. Prace Inst. bad. Leśn., 1988, č. 666, s. 3-32.
- LATOCHA, E.: Wpływ przygotowania gleby i rełni na wzrost sadzonek w rajonach przemysłowych. Prace Inst. bad. Leśn., č. 602, 1982, s. 3-27.
- LATTKE, H. - BRAUN, H. - RICHTER, G.: *Pinus peuce* (Griseb.), eine erfolgsversprechende Alternativbauart für die Schadgebiete des oberen Erzgebirge. Sozial. Forstwirtschaft., 1987, č. 9, s. 279-282.
- MATERNA, J.: Boj proti poškozování lesů kouřovými plyny v Německé demokratické republice. Zpr. lesn. Výzk., 7, 1961, č. 1, s. 22-24.
- MATERNA, J.: Průmyslové exhalace a lesní hospodářství. Lesn. Práce, 45, 1966, č. 10, s. 433-439.
- MATERNA, J.: Vliv průmyslových exhalací na lesní dřeviny (fyziologické a ekologické aspekty). Stud. Inform. ÚVTIZ, Leśn., 1978a, č. 5, s. 1-76.
- MATERNA, J.: Použití listové analýzy k průkazu vlivu kyslíčnicku siřičitého. Práce Výzk. Úst. lesn. Hosp. Mysl., sv. 52, 1978b, s. 101-114.
- MATERNA, J. - BUKOVANSKÁ, I.: Znečištění ovzduší a jeho vliv na lesy v zázemí Sokolovské pánve. Zpr. lesn. Výzk., 28, 1983, č. 1, s. 1-5.
- MATERNA, J. - JANČAŘÍK, V.: Nové a méně známé příznaky poškození lesních dřevin. Lesn. Práce, 61, 1982, č. 4, s. 163-167.
- MEYER, F. H.: Das Wurzelsystem geschädigter Waldbestände. Allg. Forstz., 42, 1987, č. 27/28/29, s. 754-755.
- MICHAJLOVA, T. A. - VORONIN, V. I.: Ocenka sezonnoho povreždenija chvojnykh porod pollutantami. Lesovedeniye, 1988, č. 1, s. 67-69.
- MOLSKI, B. - BYTNEROWICZ, A. - DMUCHOWSKI, W.: Total sulphur content of scots pine needles as an indirect indicator of SO₂ air pollution. In: Doklady predstavleny na sympoziumo po vlijaniju zagraznenija vozducha na rastitelnosť. Warszawa 1980. 410 s.
- NEBE, W. - ILGEN, G. - LEUBE, F. - HOFMANN, W.: Ernährung von Fichtenbeständen bei qualitativ unterschiedlichen Immissionen. Beitr. Forstwirtschaft., 21, 1987, č. 2, s. 77-84.
- RICHTÁR, V.: Posouzení výběru lesních dřevin k obnově holin vzniklých působením průmyslových exhalátů v lesích Ostravské pánve. Lesnictví, 17, 1971, č. 11, s. 1049-1064.
- SAMEK, V.: Vyhodnocení výsadb exot v imisních oblastech. [Závěrečná zpráva.] Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1980. 41 s.
- SAMEK, V. - MATERNA, J. - VINŠ, B.: Zásady hospodaření v lesních porostech poškozovaných kouřem. Práce výzk. Úst. lesn. ČSSR, sv. 26, 1963, s. 187-205.

SOBOCKÝ, E.: Doterajšie výsledky výskumu lesohospodárskych opatrení proti škodlivému účinku HF v oblasti Žiar n. Hronom. Zpr. lesn. Výzk., 12, 1966, č. 4, s. 23-24.

SOBOCKÝ, E.: Vplyv lesov na prírodné prostredie v priemyselných oblastiach. [Správa pre záverečnú oponentúru.] Zvolen, VULM 1974. 151 s.

ŠMELKO, Š.: Štatistické metódy v lesníctve. [Skriptum LF.] Zvolen, VŠDL 1986. 276 s.

TESAŘ, V.: Růst dřevin v obnovním cíli při silném ohrožení imisemi na Trutnovsku. Zpr. lesn. Výzk., 26, 1981, č. 2, s. 16-20.

TVRDKOVÁ, J. - ANDĚL, P.: Komplexní řešení biologických bariér ve strážské oblasti. [Závěrečná zpráva.] Stráž pod Ralskem, VVÚ 1986. 61 s.

TVRDKOVÁ, J. - KRIEGL, H. - ANDĚL, P.: Pěstování lesních dřevin na DZCHT. [Závěrečná zpráva.] Stráž pod Ralskem, VVÚ 1987. 85 s.

ZJATKOV, L. L.: Vozdejstvie zagrjaznenija atmosfernogo vozducha na sostojanije drevnyh i kustarnikovych porod v trechletnem vozraste. Lesov. i Agrolesomelior. 68. Kijev, Urožaj 1984, s. 32-35.

Došlo 20. 8. 1991

KRIEGL, H. - TVRDKOVÁ, J. - ANDĚL, P. (Forestry and Game Management Research Institute, Forest Research Station, Opočno; Research and Development Institute, Stráž pod Ralskem): *The growth of tree species in a juvenile phase on the area of the chemical mining of uranous ores in Stráž pod Ralskem*. Lesnictví-Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 805-822.

Recently the heavy damage of forests is caused by the influence of traditional industrial air pollutants. The situation is much more difficult on the areas where, apart from these factors, other substances used or arisen during the chemical mining of uranous ores are getting into the environment (NH_3 , NO_x , H_2S , aerosols HF, H_2SO_4 , HNO_3 etc.). To investigate how various tree species develop in these conditions we established a trial in Stráž pod Ralskem in 1984 whose results are stated in this paper. Bare-rooted seedlings and plants of 14 tree species, cultivated in the Nursery enterprise Řečany nad Labem, were used for planting: Norway spruce (*Picea excelsa* Link.), Sitka spruce (*Picea sitchensis* Carr.), blue spruce (*Picea pungens* Engelm.), Serbian spruce (*Picea omorica* Purk.), eastern Canadian spruce (*Picea glauca* Voss.), European larch (*Larix decidua* Mill.), Japanese larch (*Larix leptolepis* Gord.), Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.), eastern white pine (*Pinus strobus* L.), pitch pine (*Pinus rigida* Mill.), Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.), lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.), European beech (*Fagus sylvatica* L.), black alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.). The planting was performed in both newly established leached fields, where the soil surface was slightly damaged only, and in old fields (10 years of operation); there the terrain was levelled by help of heavy mechanic systems and a humus layer was removed. Individual areas were located on former forest land (Tab. I), in the management complex No. 13 - pine management of natural pine sites. Soil samples taken from individual areas showed a low reserve of humus as well as of almost all the basic nutrients, especially nitrogen, potassium, phosphorus and calcium, while even an optimum ratio of individual nutrients was not preserved either. The acidity of soil (active pH) ranged on the upper horizon between the values 4.0 and 5.4 when a partly higher acidity was investigated on the areas where mining operations were performed for a longer period. The estimation of the content of anions and heavy metals did not prove any more serious contamination of a long-term character and the concentration of uranium did not outnumber the values of natural occurrence in the given region (Tab. II). The amount of salts in soils did not reach the limit of salinity (0.3 %). An unequal survival rate (Tab. III) was found out in plants and seedlings set out on individual areas during the first 5 years, while a higher mortality rate was recorded on the areas where humus was removed. The highest mortality was found out in pitch pine (34 %), then in eastern Canadian spruce, Sitka spruce, Scotch pine and, by force of substantial damage caused by game, also European larch and European beech (21 - 29 %). The lowest mortality was determined in blue spruce and Serbian spruce (3 %). The height growth of cultures was considerably affected on sandy lands where under the influence of the lack of humus, nutrients were washed out into the subsoil. The growth stagnation was notable especially in nondeciduous conifers (eastern Canadian spruce) in which parallelly the premature defoliation of assimilatory organs occurred as rule. The highest growth in height was found out in new leached fields with a slight damage of soil surface in black alder and in larches (Tab. III). In evergreen conifers the best growth was recorded in Scotch pine and Sitka spruce. The analysis of health condition proved that all the species of nondeciduous conifers have their assimilatory organs damaged to a various degree, which was manifested by necroses (of a rusty or

even brown colouring). Some species as for example pitch pine, Sitka spruce and eastern Canadian spruce had a certain part of needles almost fully brown while blue spruce and Serbian spruce were damaged comparatively to the least extent (Tab. IV). Individuals were damaged especially on the areas where the chemical mining was performed for a longer period of time and where the humus layer was therefore removed. The damage of assimilatory organs was not found out in deciduous tree species, as in black alder, European beech and Japanese larch. Evergreen conifers also manifested the premature defoliation of needles which occurred mostly in pitch pine (Tab. IV). The loss of needles was least evident in blues spruce, Austrian pine and eastern white pine. It follows from the conducted analyses that under the conditions of chemical mining of uranous ores the growth and in some tree species also the health condition of cultures were affected. During the first 5 years the best growth was manifested by those cultures in which the regeneration of assimilatory organs occurred annually (black alder, Japanese larch and European larch). Some introduced evergreen tree species as for example Austrian pine, blue spruce and Serbian spruce, also manifested a partial tolerance to unfavourable emitted substances. From the tested tree species in old leached fields, pitch pine, eastern Canadian spruce and Sitka spruce proved to be very sensitive. These conclusions should be implemented in the selection of tree species for the establishment of cultures in a similarly damaged environment.

growth of tree species; health condition; juvenile stage; chemical mining of uranium; air pollutants

Adresy autorů:

Ing. Horst K r i e g e l, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM, 517 73 Opočno
RNDr. Jaroslava T v r d k o v á, RNDr. Petr A n d ě l, CSc., Výzkumný a vývojový ústav, 471 27 Stráž pod Ralskem

ZMĚNY VODNÍ BILANCE SMRKOVÉHO POROSTU PO JEHO OBNOVĚ HOLOU SEČÍ

P. Kantor

KANTOR, P. (lesnická fakulta VŠZ, Brno): *Změny vodní bilance smrkového porostu po jeho obnově holou sečí*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 823-838.

V příspěvku je posuzována vodní bilance smrkového porostu v Orlických horách před obnovou a po jeho obnově holou sečí. Ve vegetačních obdobích (1. 5. až 31. 10.) byly v letech 1977 až 1981 (dospělý porost) a v letech 1983 až 1987 (jednoletá až pětiletá kultura) studovány tyto položky vodní bilance: srážky volné plochy, intercepce (I), transpirace (T), evaporace z povrchu půdy a z přizemní vegetace (E), povrchový odtok, laterální půdní odtok, průsak na podloží a vlhkost půdy. Celkový výpar ($I + T + E$) dospělého porostu činil v průměru 408 mm za vegetační období, nezajištěné jednoleté až pětileté kultury 307 mm za vegetační období. Povrchový odtok byl zcela zanedbatelný nejen v dospělém porostu, ale i v kultuře založené na holé seči.

vodní bilance; celkový výpar; celkový odtok; povrchový odtok; smrk; dospělý porost; nezajištěná kultura; Orlické hory

V souvislosti s imisním zatížením se v České republice v současné době obnovují horské lesy, zejména smrkové porosty, ve značné míře rozsáhlými holými sečemi. Ty mohou vyvolat změny ve vodním režimu i v zabezpečení vodohospodářské funkce, hlavně na horských svazích. Výrazně může být ovlivněna především vodní bilance lesních ekosystémů, vodnost horských toků, objem povodňových vln, maximální a minimální průtok, obsah plavenin atp.

V předkládaném příspěvku se posuzuje pouze část naznačené široké problematiky - vodní bilance smrkového porostu před obnovou a po jeho obnově holou sečí. K tomu byl využit víceúčelový dlouhodobý experiment v Orlických horách, při kterém jsme ve svahové poloze na přechodu pásma ohrožení imisemi C a B sledovali jednotlivé prvky vodní bilance dospělého porostu a následně se vyvíjející uměle založené smrkové kultury. I když starý porost neodumřel v důsledku působení exhalací, jeho smýcení na ploše takřka 20 ha velké dostatečně simuluje prostředí současných imisních holosečí. Výsledky studia změn vodní bilance obnovovaného smrkového porostu ve svahové poloze tak umožní kvalifikovaně posoudit dopady těchto změn zejména na zabezpečení vodohospodářských účinků lesa. Tato studie hodnotí pouze vegetační období (1. 5. až 31. 10.), další část bude obsahovat samostatné hodnocení období mimovegetačního (1. 11. až 30. 4.).

NÁSTIN PROBLEMATIKY

Přehled poznatků o vodní bilanci smrkových porostů v různých fázích jejich vývoje byl podrobně zpracován v sérii souhrnných referátů ve Vodohospodářském časopise (Kantor, 1983, 1987b, 1989, 1990). Z nich vyplynuly důležité poznatky o jednotlivých prvcích vodní bilance smrkových porostů:

Celkový výpar (intercepce + transpirace + evaporace z půdy) dospělého smrku se ve vegetačních obdobích pohybuje ve středoevropských podmínkách v rozpětí 330 až 510 mm. Odtok vody z lesa lze pak kvantifikovat jako rozdíl mezi atmosférickými srážkami a celkovým výparem. Za významné je třeba považovat zejména zjištění, že celkový výpar nebyl závislý na nabídce atmosférických srážek. Jinými slovy řečeno, jak v chlumních oblastech (srážky vegetační periody pod 400 mm), tak v oblastech středohorských (srážky vyšší než 550 mm) kolísaly hodnoty $I + E + T$ rovnoměrně okolo střední hodnoty 410 mm. Pochopitelně, že v oblastech s nižší nabídkou srážek musela být část transpiračních potřeb dřevin kryta ze zimních rezerv vody v půdě.

Z jednotlivých výdajových složek vodní bilance dospělého smrku hraje v humidačních a perhumidačních oblastech středohor ve vegetačním období nejvýznamnější roli transpirace, jejíž hodnoty zde zpravidla kolísají v rozpětí 200 až 250 mm.

Intercepční ztráty plně zapojených smrkových dospělých porostů se podle výzkumů mnoha autorů pohybují v rozpětí od 25 do 41 % (v průměru 32 %) srážek volné plochy. Vodní bilance však může být nadlepena horizontálními mlhovými srážkami. Ty se začínají uplatňovat v naší klimatické zóně od nadmořské výšky 600 m (Bauer, 1973; Krečmer, 1973) a v hřebenových polohách kolem 1000 m se může jejich vliv projevit do té míry, že je ve smrkových porostech zaznamenáno více srážek než na volné ploše (Krečmer, 1973; Zelený, 1979).

Nejnižší výdajovou položkou vodní bilance je evaporace z povrchu půdy a z přilehlé vegetace. Přesto nejsou její hodnoty ani v zapojených porostech zanedbatelné (60 až 90 mm za vegetační období). V prosvětlených porostech pak může vysoká pokrývnost bušené i změněné klimatické podmínky tuto položku výparu zvýšit na 150 až 180 mm.

V protikladu k dospělým porostům jsou naše poznatky o hydrických účincích nejmladších vývojových fází lesních porostů dosud ještě víceméně ve stadiu hypotéz. Experimenty zaměřené v celé šíři na tuto problematiku jsou v zahraničí stále výjimečné, u nás neexistují vůbec. Přitom lze s ohledem na výrazně změněné klimatické, půdní i porostní podmínky očekávat u kultur diametrálně odlišný poměr řady položek vodní bilance ve srovnání s porosty dospělými. Nutnost řešit tyto otázky má prioritní význam zejména v imisních oblastech, ve kterých dochází k destrukci původních lesních ekosystémů a na rozsáhlých kalamitních plochách vzniká nové pokolení lesa.

Intercepce a transpirace vlastních kultur je v prvních letech po výsadbě zcela zanedbatelná, takže z výdajových položek ovlivňuje vodní bilanci pouze výpar z povrchu půdy a z přilehlé vegetace. Jeho hodnoty kolísají v totálně zabušených kulturách zpravidla v rozpětí 270 až 390 mm za vegetační období (Fedorov, 1977; Raev a Serafimov, 1980; Kantor, 1987b).

Exaktní poznatky o hydrické účinnosti mladých lesních porostů založených na pasekách lze čerpat i z klasických odtokových šetření, při nichž se po kalibračním období smýtila naholo část, nebo celé experimentální dílčí uzavřené povodí. Zvýšený odtok vody zde může být zaznamenán v důsledku nižšího celkového výparu v prvních letech po těžbě (Křeček, 1980), ale tento efekt relativně brzy zaniká vzhledem k zarůstání ploch biomasou bušené i nových porostů (Kantor, 1987a). V řadě případů dokonce vůbec nebyly zjištěny průkazné rozdíly odtokových koeficientů před těžbou a po těžbě (Delfs et al., 1958; Jafabáč, 1980, 1984).

Závažnou otázkou hydrické účinnosti holosečí, popř. mladých lesních porostů založených na holých sečích, je možnost vzniku povrchového odtoku srážkových vod s následnou erozí. Ale dnes již existuje dostatek exaktních důkazů, podle nichž i jednorázové odstranění starého porostu nemá samo o sobě negativní dopad na zvýšený režim povrchového odtoku, zejména jsou-li ihned po těžbě založeny nové porosty. Většinou se povrchový odtok i na pasekách koncentruje jen na transportní síti (odvozní cesty, svážnice, přibližovací cesty a linky) a v místech, kde byly těžebními mechanismy strženy svrchní vrstvy půdy (Křeček, 1978; Šach, 1978). Poznatky o vlivu transportní sítě včetně přibližovacích linek na odtokové poměry imisních holosečí shrnul Šach (1990).

Stručný nástin problematiky dokumentuje složitost a závažnost studia vodního režimu lesních ekosystémů. Dlouhodobý a intenzivní výzkum sice přinesl řadu výsledků i kvalitativně nových pohledů, přesto jsou naše znalosti o mimořádně složitých hydrických účincích lesa stále nedostatečné, což bylo konstatováno např. v červnu roku 1987 na setkání našich lesnických hydrologů v Brně (Křeček, 1989). Platí to zejména pro imisní oblasti, kde je potřeba získat exaktní data neaktuálnější.

ZALOŽENÍ POKUSNÝCH PLOCH A JEJICH ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA

Vodní bilance porostu smrku je studována metodou bilančních ploch ve víceúčelovém výzkumném objektu. Ten byl založen v oblasti Orlických hor na lesním závodě Opočno, lesní správě Deštné, v dospělém smrkovém a bukovém porostu. Smrková plocha o rozměru 40 m x 30 m je situována na svahu ZJZ expozice o průměrném sklonu 16° v nadmořské výšce 890 m a leží na 50° 19' 20" s. š. a 16° 21' 45" v. d. Z hlediska typologického je to kyselá smrková bučina metlicová - 6K₁, z hlediska pedologického hnědá lesní půda na svoru. Půdní reakce

(pH KCl 3,66) je podle kritérií Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů silně kyselá. Další základní fyzikální a chemické půdní charakteristiky jsou uvedeny v tab. I.

Prvních pět hydrologických let po založení experimentu (1. 11. 1976 až 31. 10. 1981) byla studována hydrická účinnost dospělých porostů. Základní dendrometrické údaje smrku z tohoto období jsou sestaveny v tab. II. V zimě roku 1981/1982 byl dospělý porost smýcen, holá seč byla na jaře roku 1982 zalesněna smrkovými sazenicemi 2/2 ve sponu 1,5 x 1,5 m, tj. 4600 ks.ha⁻¹. Od 1. 11. 1982 mohlo být obnoveno výzkumné šetření s cílem studovat dynamiku vodního režimu kultury od nejmladších vývojových fází. Výškový vývoj smrku i nárůst jeho asimilačního aparátu je naznačen v tab. III.

V tomto příspěvku je hodnocena vodní bilance smrkové kultury v prvních pěti vegetačních obdobích po založení nové generace lesa (1983 až 1987). Tím je jednak zachována stejně dlouhá časová řada jako v první fázi experimentu, jednak se v tomto období jedná o nezapojenou kulturu, která má proti následným vývojovým fázím (počínaje již zapojenou kulturou) velmi výrazná hydrická specifika. K těm nejpodstatnějším patří zpravidla 100% dominance buřene v holosečném obnovovaném porostech. Bilanční plochy v Orlických horách nebyly v době mýcení dospělých porostů zcela typické pro imisní oblasti, poněvadž šlo o plně zapojené, málo poškozené porosty s nevýznamnou pokryvností buřene. I v prvních dvou letech po obnově (1983, 1984) zde nepřesáhla její dominance 10 %, resp. 15 %. V roce 1985 činila pokryvnost buřene ve smrkové kultuře 30 %, v roce 1986 dosáhla 70 % a konečně v roce 1987 95 %. Způsob založení výzkumu i metodika šetření však umožňují v daném případě hodnotit vodní režim kultury modelově, tj. kultur rostoucích od začátku na souvisle zabuřených pasekách, které jsou při obnově většiny porostů v imisních oblastech charakteristické. Skutečně zjištěné hodnoty intercepce a transpirace buřene z let 1983 až 1987 jsou tedy propočteny na 100% zastoupení hlavních dominant přizemní vegetace. V daném případě to byly tyto druhy: *Avenella flexuosa* (L.) Drejer, *Carex* sp., *Vaccinium myrtillus* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth a *Rubus idaeus* L.

METODA

Posouzení hydrické účinnosti smrkového ekosystému, a to v časové návaznosti dospělý porost (vegetační období 1977 až 1981) → kultura (vegetační období 1983 až 1987), bylo založeno na kontinuálním sledování jednotlivých položek vodní bilance.

Intercepce dospělého smrku byla zjišťována běžnou metodou z rozdílu srážek volné plochy a porostních srážek. Podkorunové srážky byly měřeny řadou deseti staničních ombrometrů (každý o zachytivé ploše 500 cm²) v liniovém uspořádání, vzdálených od sebe 4 m. Druhý komponent porostních srážek, stok po kmeni, byl měřen u tří stromů pomocí spirálovitých manžet z olověného plechu. **Srážky volné plochy** byly měřeny na 150 m vzdálené holoseči o velikosti 150 x 90 m.

Intercepční ztráty kultury byly v prvních pěti letech po výsadbě zcela zanedbatelné, a proto byly zahrnuty do intercepčních ztrát bylinné vegetace.

Transpirace dospělého smrkového porostu nebyla jako jediná položka zjišťována experimentálně, ale byla stanovena počteně jako jediná neznámá v rovnici vodní bilance:

$$T_p = S_p - E_p - O \pm \Delta V_p$$

kde: T_p - transpirace porostu
 S_p - porostní srážky
 E_p - evaporace z povrchu půdy + přizemní vegetace
 O - celkový odtok srážkových vod
 ΔV_p - změny zásoby vody v půdě

Transpirace kultury byla na rozdíl od dospělého porostu přímo měřena, a to pomocí 200litrových evaporimetrů (průsakoměrů). Na jaře 1982 byly tři tyto nádoby (Ø 56 cm, hloubka 0,9 m) osazeny průměrnými sazenicemi smrku. Srážková voda, která prosákla na dno nádob, byla svedena do kanýstrů a z rozdílu srážek a průsaku bylo možné určit evapotranspiraci půdního monolitu i transpiraci jednoho stromku. Získané údaje se převedly na celkový počet jedinců (na hektar) a výšku transpirace v mm.

Evaporace z povrchu půdy v dospělém porostu i v kultuře byla měřena Popovými výparoměry o výparné ploše 160 cm². Rostlé monolity (v počtu 5 až 10), vsazené do výparoměrů, byly denně, popř. jednou za dva dny váženy s přesností na 1 g a z rozdílu hmotnosti byl po přepočtu na mm stanoven výpar z povrchu půdy.

Transpirace přizemní vegetace byla sledována a hodnocena stejnou metodou jako evaporace z povrchu půdy, a to v dospělém porostu i v kultuře. Přitom dominantami přizemní vegetace bylo osazeno 10 až 15 výparoměrů nádob.

I. Základní fyzikální a chemická charakteristika lesní půdy v experimentálním smrkovém porostu v Orlických horách (vzorky odebrány v roce 1978) - Basic physical and chemical characteristics of the forest soil in the experimental spruce stand in the Orlické hory mountains (samples taken in 1978)

Hloubka půdy ¹ (cm)	Měrná hmotnost ² (g.cm ⁻³)	Maximální vodní kapacita (podle Kopeckého) ³ (%)	Číslo hygrosko- pičnosti ⁴	Obsah skeletu ⁵ objemová procenta ⁶	Zrnitostní složení ⁷				klasifikace podle Kopeckého ⁹
					kategorie (procenta hmotnostní) ⁸				
					I. 0,01 mm	II. 0,01 - 0,05 mm	III. 0,05 - 0,1 mm	IV. 0,1 - 2,0 mm	
0 - 10	2,34	94,31	6,79	48,6	vysoká příměs organických látek ¹⁰				hlína písčitá ¹¹
10 - 20	2,57	56,79	4,92		34,4	26,4	7,6	31,6	
20 - 30	2,62	29,08	3,95		31,8	23,6	7,0	37,6	
30 - 40	2,62	27,25	3,09	58,9	19,6	26,2	8,6	45,6	hlína písčitá
40 - 50	2,70	23,92	2,99		24,8	26,0	8,2	41,0	hlína písčitá
50 - 60	2,71	22,68	3,11		28,0	26,8	8,4	37,4	hlína písčitá
60 - 70	2,67	23,34	2,84		24,8	26,0	8,6	39,8	hlína písčitá
Ø	2,60	39,62	3,96	54,5	27,3	25,8	8,1	38,8	hlína písčitá

	pH		C (%)	N (%)	C/N	Přístupné živiny ¹³ (mg.100 g ⁻¹)						Sorpční komplex ¹⁴		
	aktiní	výměnná ¹²				CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	S	T	V (%)
												(mval.100 g ⁻¹)		
Celý profil ¹⁵	4,09	3,66	2,00	0,27	7,5	11,70	4,64	104,43	8,28	3,58	2,54	2,17	17,1	12,8

¹soil depth, ²specific gravity, ³maximum water capacity (according to Kopecký), ⁴number of hygroscopicity, ⁵skeleton content, ⁶percentage by volume, ⁷particle-size composition, ⁸category (percentage by weight), ⁹classification according to Kopecký, ¹⁰high organic substance admixture, ¹¹sandy soil, ¹²active exchangeable pH, ¹³available nutrients, ¹⁴sorption complex, ¹⁵whole profile

II. Základní dendrometrické údaje dospělého porostu - Basic mensurational data of the mature stand

Datum šetření ¹	Věk ²	Počet stromů na 1 ha (ks)	Průměrný strom ⁴			Porostní zásoba (m ³ .ha ⁻¹)	Výčetní, základna (m ² .ha ⁻¹)	Zakmenění ¹⁰	Roční přírůst ¹¹	
			výška ⁵ (m)	výčetní tloušťka ⁶ (cm)	objem, hrubí ⁷ (m ³)				objem, hrubí ⁷ (m ³ .ha ⁻¹)	výčetní, základna ⁹ (m ² .ha ⁻¹)
1. XI. 1976	101	400	25,1	37,4	1,35	541,1	45,14	1,0	4,5	0,45
1. XI. 1977	102	400	25,1	37,6	1,36	545,6	45,59	1,0	7,3	0,63
1. XI. 1978	103	400	25,1	37,8	1,38	552,9	46,22	1,0	6,4	0,05
1. XI. 1979	104	400	25,4	37,8	1,40	559,3	46,27	1,0	6,1	0,57
1. XI. 1980	105	400	25,4	38,1	1,41	565,4	46,84	1,0	8,3	0,45
1. XI. 1981	106	400	25,6	38,2	1,43	573,7	47,29	1,0		

¹date of investigation, ²age, ³number of trees per ha, ⁴average tree, ⁵height, ⁶breast-height diameter, ⁷timber volume (over 7 cm d.o.b.), ⁸standing volume, ⁹basal area, ¹⁰stand density, ¹¹annual increment

III. Výškový vývoj kultury smrku a nárůst biomasy asimilačního aparátu - Height development of the spruce young plantation and biomass increment of assimilatory tissue

Období měření ¹	Věk porostu ² (let)	Výška ³ (cm)	Přírůst ⁴ (cm)	Hmotnost sušiny jehličí ⁵	
				jeden strom ⁶ (g)	hektar (kg)
jaro ⁷ 1982		24,8		7	33
podzim ⁸ 1982	1	27,4	2,6	8	37
podzim 1983	2	35,3	7,9	10	46
podzim 1984	3	45,8	10,5	12	55
podzim 1985	4	65,2	19,4	31	143
podzim 1986	5	93,8	28,6	80	368
podzim 1987	6	132,9	39,1	168	773

¹period of measuring, ²stand age, ³height, ⁴increment, ⁵foliage dry-matter weight, ⁶one tree, ⁷spring, ⁸autumn

Intercepce přizemní vegetace byla hodnocena pouze v kultuře (dominance buřene v dospělém porostu byla nižší než 10 %), kde bylo v úrovni terénu (pod bylinným patrem) umístěno 20 Krežmerových srážkoměrů, každý o zachytivé ploše 100 cm².

Odtok srážkových vod byl studován ve stejném členění a stejnými metodami kontinuálně v obou srovnávaných vývojových fázích smrkového porostu.

Povrchový a hypodermický laterální půdní odtok byl měřen na odtokové ploše o rozměru 5,5 x 3,5 m. Odtoková plocha je ukončena dřevěnou sondou, v níž je v horním žlabu (zapuštěném 5 cm pod půdním povrchem) jímána povrchově tekoucí voda, ve středním a spodním žlabu (25 cm a 70 cm pod povrchem půdy) voda pohybující se půdním profilem laterálně. Voda ze žlabů je svedena do zachytých nádob umístěných na dně sondy.

Vertikální průsak vody půdou byl zjišťován lyzimetrickou metodou. Až na podloží byly vykopány tři sondy; v každé bylo v maximálně možné hloubce (70 cm) zapuštěno do půdy proti svahu deset sběrných nádob lyzimetrů (o rozměru 30 x 30 cm). Srážková voda, která prosákla půdou a byla zachycena v lyzimetrech, byla odvedena do sběrných kanystrů.

Vlhkost půdy byla určována gravimetrickou metodou po celou dobu trvání experimentu. Ze tří stabilizovaných míst byly odebrány jednou týdně půdní vzorky celkem ze čtyř horizontů charakterizujících celý půdní profil.

Teplota a vlhkost vzduchu byly sledovány čtyřmi termohygrografy s týdenním chodem.

VÝSLEDKY

Metodika studia vodního režimu experimentálního porostu vyžadovala pravidelný sběr vstupních dat z mnoha měřicích zařízení, a to po každé měřitelné srážce (u evaporace z půdy a transpirace buřene jednou denně, popř. jednou za dva dny), což v časové řadě pěti, popř. deseti let představovalo pro každou položku bilance řádově desetitisíce hodnot. I měsíční sumáře by neúměrně ovlivnily rozsah předkládané práce, proto jsou zde výsledky šetření soustředěny do čtyř základních tabulek. V tab. IV je sumarizována vodní bilance dospělého smrku v jednotlivých vegetačních obdobích, v tab. V je tatáž sumarizace vztažena k jednotlivým kalendářním měsícům. Stejným způsobem jsou zpracovány v tab. VI a VII i údaje ze smrkové kultury.

Vodní bilance dospělého smrkového porostu

Srážky volné plochy, představující zde jedinou příjmovou položku vodní bilance, kolísaly ve vegetačních obdobích let 1977 až 1981 ve značném rozpětí: od 513,4 mm v roce

1979 až po 881,5 mm v roce následujícím. Z pohledu dlouhodobého normálu (podle údajů srovnatelných stanic v Orlických horách 624 mm) tak čtyři období představovala výrazný nadpříměr a pouze léto roku 1979 lze hodnotit jako srážkové podprůměrné. Rozložení srážek v jednotlivých měsících má charakter vyrovnané jednovrcholové křivky s minimy na začátku (květen 67,5 mm) a na konci (říjen 98,2 mm) a s maximem v červenci (212,0 mm). Vysoký červencový průměr ovlivnily zejména srážkové úhrny v posledních dvou letech (červenec 1980 - 388,0 mm a červenec 1981 - 248,6 mm).

Intercepční ztráty s průměrnou absolutní hodnotou 150,1 mm za šest měsíců vegetačního období (20,6 %) dokumentují význam této položky ve vodním režimu dospělého smrkového porostu. Přitom nemusí platit, že výše ztrát vody výparem z korun stromů je přímo závislá na celkové nabídce srážek. Tak např. intercepce v roce 1979 při srážkách 513,4 mm byla vyšší než v roce 1978 při nabídce srážek 737,3 mm. Podrobné analýzy (K a n t o r, 1981, 1985) totiž prokázaly, že složitý intercepční proces je ovlivněn nejen celkovým úhrnem srážek, ale i jejich počtem, silou, intenzitou a v horských polohách i četností výskytu horizontálních srážek. Bylo potvrzeno (K a n t o r, 1985), že v daném případě mlhové srážky nadlepšily vodní bilanci dospělého smrku o 60 až 75 mm za vegetační období, a to zejména v měsících červenec až říjen, což lze vyčíst z tab. V. Jinými slovy řečeno, při absenci tohoto nadlepšení by zde činila intercepce v průměru 28 % srážek vegetačního období.

Transpirace dospělého smrku představovala nejvýznamnější výdajovou položku vodní bilance (průměrné celkové hodnoty 182,4 mm a 25,1 % srážek) s poměrně vyrovnanými hodnotami v květnu až září. Teprve v říjnu dochází se zhoršujícími se klimatickými podmínkami k výraznější redukci fyziologického výparu.

Evaporace z povrchu půdy + evapotranspirace přilehlé vegetace není ani v dospělých a zapojených smrkových porostech v letním půlroce zanedbatelná, což dokumentují i výsledky z Orlických hor (v průměru 75,6 mm, t.j. 10,4 % srážek vegetačního období).

Sumární výpar (I + T + E) dospělého smrku činil za šest měsíců vegetačního půlroku v průměru 408,1 mm (56,1 % srážek). Za významné je přitom třeba považovat zjištění, že jeho hodnoty jsou relativně stabilní jak ve srážkově podprůměrných, tak i nadprůměrných letních periodách (rozptýl od 382,3 mm v roce 1979 do 432,2 mm v roce 1981).

Sumární spotřeba vody (I + T + E) dospělým porostem v jednotlivých měsících je zřejmá z průměrných údajů:

měsíc	spotřeba vody (mm)	procento měsíčních srážek
květen	70,9	105,0
červen	82,9	72,0
červenec	84,9	40,1
srpen	74,9	56,0
září	52,3	52,2
říjen	42,2	43,0
celkem	408,1	56,1

Uvedené hodnoty, představující průměrná data za pět let, mají očekávaný průběh s maximem v červenci a minimem na konci vegetačního období - v říjnu. Šetření v Orlických horách dále potvrdila značný sumární výpar již v květnu, kdy část spotřeby vody musela být hrazena ze zimních zásob vody v půdě.

IV. Vodní bilance dospělého smrkového porostu ve vegetačních obdobích let 1977 až 1981 - Water balance of the mature spruce stand over the growing periods from 1977 to 1981

Vegetační období ¹	Srážky volné plochy ² (mm)	Intercepce ³		Transpirace ⁴		Evaporace ⁵		Povrchový odtok ⁶		Laterální odtok ⁷		Průsak na podloží ⁸		± půdní vlhkost ⁹	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
1977	683,8	133,4	19,5	207,1	30,3	78,1	11,4	0,4	0,1	4,2	0,6	270,4	39,5	-9,8	-1,4
1978	737,3	129,5	17,6	187,3	25,4	70,2	9,5	7,5	1,0	14,9	2,0	329,9	44,8	-2,0	-0,3
1979	513,4	136,4	26,6	151,9	29,6	94,0	18,3	6,5	1,3	15,0	2,9	117,7	22,9	-8,1	-1,6
1980	881,5	180,1	20,4	179,5	20,4	60,5	6,9	1,2	0,1	5,6	0,6	454,6	51,6	0	0
1981	819,5	171,2	20,9	185,8	22,7	75,2	9,2	1,7	0,2	3,2	0,4	385,6	47,0	-3,2	-0,4
Průměr ¹⁰	727,1	150,1	20,6	182,4	25,1	75,6	10,4	3,4	0,5	8,6	1,2	311,6	42,8	-4,6	-0,6

¹growing period, ²precipitation of the open space, ³interception, ⁴transpiration, ⁵evaporation, ⁶surface run-off, ⁷lateral run-off, ⁸seepage to the subsoil, ⁹± soil moisture, ¹⁰average

V. Vodní bilance dospělého smrkového porostu ve vegetačních obdobích let 1977 až 1981 (průměrné hodnoty v jednotlivých měsících) - Water balance of the mature spruce stand over the growing periods from 1977 to 1981 (average values in particular months)

Měsíc ¹⁰	Průměrná		Srážky volné plochy ² (mm)	Intercepce ³		Transpirace ⁴		Evaporace ⁵		Povrchový odtok ⁶		Laterální odtok ⁷		Průsak na podloží ⁸		± půdní vlhkost ⁹	
	teplota ¹⁸ (°C)	vlhkost ¹⁹ (%)		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Květen ¹¹	8,2	76,5	67,5	21,6	32,0	35,4	52,4	13,9	20,6	0,1	0,1	0,2	0,3	15,3	22,7	-19,0	-28,1
Červen ¹²	12,3	79,2	115,3	33,2	28,8	31,9	27,7	17,8	15,5	0,6	0,5	1,2	1,0	27,8	24,1	2,8	2,4
Červenec ¹³	11,4	84,6	212,0	36,5	17,2	34,9	16,5	13,5	6,4	1,3	0,6	3,2	1,5	114,2	53,9	8,4	3,9
Srpen ¹⁴	12,4	84,1	133,8	28,1	21,0	31,5	23,6	15,3	11,4	0,9	0,7	2,6	1,9	59,2	44,2	-3,8	-2,8
Září ¹⁵	9,2	87,1	100,3	13,0	13,0	30,5	30,4	8,8	8,8	0,1	0,1	0,7	0,7	42,2	42,0	5,0	5,0
Říjen ¹⁶	5,8	85,9	98,2	17,7	18,0	18,2	18,6	6,3	6,4	0,4	0,4	0,7	0,7	52,9	53,9	2,0	2,0
Průměr ¹⁷	9,9	82,9	727,1	150,1	20,6	182,4	25,1	75,6	10,4	3,4	0,5	8,6	1,2	311,6	42,8	-4,6	-0,6

For 2 - 9 see Tab. IV

¹⁰month, ¹¹May, ¹²June, ¹³July, ¹⁴August, ¹⁵September, ¹⁶October, ¹⁷average, ¹⁸average temperature, ¹⁹average humidity

VI. Vodní bilance kultury (100% zabuřené) ve vegetačních obdobích let 1983 až 1987 - Water balance of the young plantation (100 % weed infestation) over the growing periods from 1983 to 1987

Vegetační období ¹	Průměrná		Srážky volné plochy ⁴ (mm)	Transpirace smrku ⁵		Evapotranspirace buřeně ⁶		Povrchový odtok ⁷		Laterální odtok ⁸		Průsak na podloží ⁹		± půdní vlhkost ¹⁰	
	teplota ² (°C)	vlhkost ³ (%)		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
1983	12,0	76,6	431,3	0,7	0,2	292,0	67,7	2,9	0,7	12,2	2,8	142,5	33,0	-19,0	-4,4
1984	10,4	80,0	664,6	0,7	0,1	271,3	40,8	13,3	2,0	17,2	2,6	371,9	55,9	-9,8	-1,4
1985	11,1	80,3	689,8	1,6	0,2	331,7	48,1	6,3	0,9	6,6	1,0	354,9	51,4	-11,3	-1,6
1986	11,3	80,2	747,5	3,9	0,5	312,8	41,9	9,4	1,3	11,9	1,6	395,7	52,9	13,8	1,8
1987	10,2	83,7	745,5	7,6	1,0	315,1	42,3	2,0	0,3	4,7	0,6	411,1	55,1	5,0	0,7
Průměr ¹¹	11,0	80,2	655,7	2,9	0,4	304,5	46,5	6,8	1,0	10,5	1,6	335,3	51,1	-4,3	-0,6

¹growing period, ²average temperature, ³average humidity, ⁴precipitation of the open space, ⁵spruce transpiration, ⁶weed evapotranspiration, ⁷surface run-off, ⁸lateral run-off, ⁹seepage to the subsoil, ¹⁰±soil moisture, ¹¹average

VII. Vodní bilance kultury (100% zabuřené) ve vegetačních obdobích let 1983 až 1987 (průměrné hodnoty v jednotlivých měsících) - Water balance of the young plantation (100 % weed infestation) over the growing periods from 1983 to 1987 (average values in particular months)

Měsíc ¹¹	Průměrná		Srážky volné plochy ⁴ (mm)	Transpirace smrku ⁵		Evapotranspirace buřeně ⁶		Povrchový odtok ⁷		Laterální odtok ⁸		Průsak na podloží ⁹		± půdní vlhkost ¹⁰	
	teplota ² (°C)	vlhkost ³ (%)		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Květen ¹²	10,0	80,0	115,7	0,4	0,3	59,1	51,1	0,9	0,8	1,4	1,2	57,0	49,3	-3,1	-2,7
Červen ¹³	11,5	80,8	143,6	0,6	0,4	62,5	43,5	1,2	0,8	2,1	1,5	83,2	57,9	-6,0	-4,1
Červenec ¹⁴	14,2	76,0	100,7	0,8	0,8	69,5	69,0	1,2	1,2	1,5	1,5	27,8	27,6	-0,1	-0,1
Srpen ¹⁵	13,8	78,4	151,8	0,6	0,4	56,5	37,2	1,2	0,8	2,3	1,5	98,2	64,7	-7,0	-4,6
Září ¹⁶	10,0	83,4	86,1	0,4	0,5	32,4	37,6	1,4	1,6	2,0	2,3	44,4	51,6	5,5	6,4
Říjen ¹⁷	6,4	82,4	57,8	0,1	0,2	24,5	42,4	0,9	1,5	1,2	2,1	24,7	42,7	6,4	11,1
Průměr ¹⁸	11,0	80,2	655,7	2,9	0,4	304,5	46,5	6,8	1,0	10,5	1,6	335,3	51,1	-4,3	-0,6

² - ¹⁰ see Tab. VI

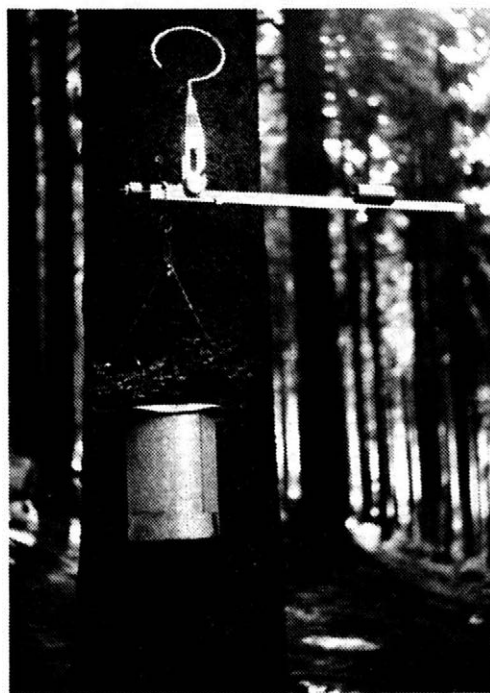
¹¹ month, ¹² May, ¹³ June, ¹⁴ July, ¹⁵ August, ¹⁶ September, ¹⁷ October, ¹⁸ average

Z nevýznamného rozptylu hodnot $I + T + E$ v jednotlivých vegetačních obdobích lze odvodit významný poznatek, podle něhož je výše *sumárního odtoku* ovlivněna v podstatě pouze nabídkou srážek.

Přitom klasické členění odtoku potvrdilo zcela jednoznačně zanedbatelnost *povrchového odtoku* v dospělém smrkovém porostu s nenarušeným půdním povrchem (3,4 mm za vegetační období, tj. 0,5 % srážek). Podobně i *laterální tok vody půdou* je při daném hlinitopísčitém zrnitostním složení půdy nevýznamný (8,6 mm, 1,2 %).



1. Interiér dospělého smrkového porostu. V popředí staniční srážkoměry k měření podkorunových srážek - Interior of a mature spruce stand. In the foreground rain gauges for measuring undercrown precipitation



2. Pro stanovení výparu z povrchu půdy a přizemní vegetace byla použita metoda vážení Popovových výparoměrů - For determination of evaporation from the soil surface and from the ground vegetation the method of Popov evaporimeters weighing was used

Rozhodující část atmosférických srážek, kterou nespotřeboval porost smrku na svoje fyzikální a fyziologické procesy, *prosakuje půdou na podloží*. Jak již bylo naznačeno, velikost této položky je vedle sumárního výparu ovlivněna zejména nabídkou srážek, takže v jednotlivých vegetačních obdobích může docházet k výrazným odchylkám od průměrných hodnot. Ve srážkově podnormálním roce 1979 prosáкло při srážkách 513,4 mm pouze 117,7 mm (22,9 %) a naopak v nadprůměrném období 1980 (srážky 881,5 mm) byl zaznamenán průsak takřka čtyřikrát větší (454,6 mm, t.j. 51,6 % srážek).

Podobně i trend průsaku členěný podle kalendářních měsíců (tab. V) vykazuje logicky nejvyšší hodnoty ve srážkově bohatém červenci (114,2 mm = 53,9 %), naopak nejnižší hodnoty ve srážkově nejhudším květnu (15,3 mm = 22,7 % srážek).

Poslední položka vodního režimu, *obsah vody v půdě*, je sice v průměru celého vegetačního období zanedbatelná (rozdíl půdní vlhkosti 1. května a 31. října činil pouze 4,6 mm, t.j. 0,6 % srážek), ale v jednotlivých měsících může hrát roli nepoměrně významnější. V našem případě se to potvrdilo zejména v květnu, kdy byl zaznamenán průměrný úbytek půdní vlhkosti o 19,0 mm (28,1 % srážek). Tímto způsobem reguloval smrkový porost nedostatek nabídky srážkové vody zejména na svoje fyziologické potřeby - transpiraci.

Vodní bilance smrkové kultury

Vodní bilance smrkové kultury, sestavená jednak v časové posloupnosti pěti po sobě následujících vegetačních období (tab. VI), jednak podle kalendářních měsíců (tab. VII), je vztažena, jak již bylo zdůvodněno a zdůrazněno, ke 100% zabuřené ploše pro celé hodnocené období.

Vegetační periody let 1983 až 1987 byly proti letům 1977 až 1981 výrazně teplejší (o 1,1 °C) s nižší relativní vlhkostí vzduchu (o 2,7 %).

Rovněž *atmosférické srážky volné plochy* byly v kultuře v průměru o 71,4 mm nižší než v dospělém porostu. Přitom výrazně nejsušší bylo vegetační období 1983 (pouze 431,3 mm srážek), naopak srážkově nadprůměrné byly poslední dva hodnocené roky se srážkami 747,5 mm, resp. 745,5 mm. Významně se liší i měsíční úhrny srážek v období hodnocení vodní bilance dospělého porostu a kultury, zejména v květnu, červenci a říjnu (tab. V a VII).

V prvních letech po výsadbě ovlivňuje vlastní kultura vodní bilanci nepodstatně. Nejen *intercepce*, ale i *transpirace* je v důsledku nevelkého asimilačního aparátu (tab. III) zanedbatelná. V našem případě spotřebovala kultura teprve ve vegetačním období 1987 při průměrné výšce 133 cm celkem 7,6 mm vody na svůj fyziologický výpar, jehož prudký nárůst lze předpokládat až v dalších letech.

Naproti tomu má ve vodním režimu kultur mimořádně významné postavení *evapotranspirace buřeně*, pokud buřeně ovládne zalesňované paseky a nově založené kultury. V našich podmínkách, a to zejména v imisních oblastech (ale nejen tam), lze očekávat 100% zabuření na zcela rozhodující výměře holosečně obnovovaných porostů. V Orlických horách spotřebovala buřeně, jejíž dominantou je metlička křivolaká, za šest měsíců vegetačního období 271,3 mm až 331,7 mm vody. Přitom nebyla prokázána bezprostřední závislost evapotranspirace buřeně na nabídce srážek. I jejich nízký úhrn (ve vegetačním období roku 1983 pouze 431,3 mm) totiž převyšuje v daných podmínkách potenciální možnosti transpirace bylinné vegetace. Spotřeba vody buřeně je navíc limitována i dalšími klimatickými faktory, zejména teplotou a relativní vlhkostí vzduchu, slu-



3. Celkový pohled na holou seč (20 ha) po smýcení dospělého porostu v roce 1982 - Total view of a clear-cut area (20 ha) after clearing the mature stand in 1982



4. Interiér experimentální smrkové kultury tři roky po zalesnění - Interior of experimental spruce culture three years after forestation

nečným zářením atp. Malý rozptyl dat v jednotlivých letech okolo střední hodnoty dovo-luje konstatovat, že v podmínkách našich středohor, ve smrkobukovém (smbk) vege-tačním stupni lze počítat s celkovou spotřebou vody buření ± 305 mm za vegetační období. Přitom v prvních čtyřech měsících (květen až srpen) je spotřeba podle očekávání výrazně vyšší než v září a říjnu (tab. VII).

Celkový odtok tak bude i zde, podobně jako v dospělých porostech, s ohledem na téměř konstantní hodnoty sumárního výparu (transpirace stromků + evapotranspirace buření v průměru 307,4 mm) v rozhodující míře závislý na úhrnu atmosférických srážek.

Za významné je třeba považovat zjištění, že *povrchový odtok* může být zanedbatelný i na velkoplošných holosečích. V našem případě, a to i bezprostředně po těžbě, neodteklo po povrchu půdy nikdy více než 2 % srážek vegetačního období (v průměru pěti let jen 6,8 mm, t.j. 1,0 %). Bylo tak zcela jednoznačně potvrzeno, že lesní půda si zachovává

svoje retenční a retardační schopnosti i po holosečném smýcení mateřského porostu. Samozřejmým požadavkem na minimalizaci povrchového odtoku (a tím následné eroze) ale je dodržování požadovaných a předepsaných technologií na bezeškodné vyklizení a přiblížení dřevní hmoty.

Laterální tok vody půdou lze hodnotit jako specifickou formu odtoku vody z lesa; větší význam má zejména v těžších půdách s velkým obsahem jílnatých částic, v nichž se snižuje propustnost směrem do hloubky. S ohledem na neporušenost příznivých fyzikálních vlastností půdy mýtní těžbou nebyl v našem případě očekáván odlišný trend této formy odtoku ve srovnání s dospělým smrkovým porostem. Tento předpoklad se plně potvrdil, což dokumentují údaje z tab. VI a VII. V průměru činil horizontální tok vody půdou pouze 10,5 mm za celé vegetační období (1,6 % srážek).

Obdobně jako v dospělém porostu, i v kultuře zůstává jedinou významnou formou odtoku *průsak na podloží s následným podzemním odtokem*. V absolutních hodnotách se jeho velikost pohybovala v závislosti na nabídce srážek od 142,5 mm ve vegetačním období roku 1983 po 411,1 mm v roce 1987. V průměru pěti let prosáklo půdou v měsících květen až říjen 335,3 mm srážek, což představovalo 51,1 %. Očekávaná je i odtoková výška v jednotlivých měsících. Nejvíce vody prosáklo ve srážkově bohatém srpnu (v průměru 98,2 mm), nejméně naopak ve srážkově chudém říjnu (v průměru 24,7 mm) a v teplém a suchém červenci (v průměru 27,8 mm).

Pro hodnocení změn *půdní vlhkosti* platí i v kultuře tytéž zákonitosti jako v dospělém porostu. Opět se potvrdilo, že v průměru celého vegetačního období jsou změny obsahu vody v půdě nevýznamné (zde pouze 4,3 mm, t.j. 0,6 %), ale vodní bilanci jednotlivých kalendářních měsíců může půdní vlhkost ovlivnit mnohem podstatněji (tab. VII).

DISKUSE A ZÁVĚR

I přes rozdílná vstupní data (průměrná teplota, relativní vlhkost vzduchu, nabídka atmosférických srážek) lze na základě dvou pětiletých řad odvodit základní poznatky i porovnat vodní režim jednak dospělého smrkového porostu, jednak nezapojené smrkové kultury.

Především bylo potvrzeno, že nabídka atmosférických srážek byla v dané poloze středohor i ve výrazně suchých vegetačních obdobích vždy vyšší než potenciální sumární výpar lesních ekosystémů.

V našem případě to znamená, že skutečné hodnoty $I + T + E$ kolísaly u dospělého porostu okolo střední hodnoty 408,1 mm s velmi malým rozpětím ± 25 mm. Podobně i skutečný sumární výpar nezapojené smrkové kultury vykazoval při průměrné hodnotě 307,4 mm nevelké rozpětí 30 mm. Přitom v dospělém porostu se na výdajových položkách bilance podílela zejména transpirace (v průměru 182,4 mm) a intercepce (v průměru 150,1 mm) smrku, naproti tomu v nezapojené kultuře byla zcela rozhodující složkou celkového výparu evapotranspirace buřene s průměrnou hodnotou 304,5 mm.

Rozdíl sumárního výparu mezi oběma fázemi smrkového porostu, který činí více než 100 mm, ale sám o sobě ještě neznamená vyšší nabídku disponibilní vody k odtoku ze smrkové kultury. Celková odtoková výška bude totiž při poměrně stabilním celkovém výparu limitována zejména úhrnem atmosférických srážek a jejich rozptýl (v časové řadě let 1977 až 1981 od 513,4 mm do 881,5 mm, ve vegetačních obdobích let 1983 až 1987 od 431,3 mm do 747,5 mm) může překrýt průkaznost rozdílu v odtoku vody u kultury a u dospělého porostu. Nicméně na základě desetileté řady pozorování lze s jistotou dávkou

opatrnosti konstatovat, že ve vegetačních obdobích je v daných přírodních podmínkách možné očekávat následující vazby vodní bilance smrkových ekosystémů:

dospělé porosty : odtok = srážky - cca 408 mm (382 mm až 432 mm),

nezapojené kultury : odtok = srážky - cca 307 mm (272 mm až 333 mm).

Uvedené závěry lze takto formulovat i na základě studia jednotlivých položek vodní bilance smrkových porostů z mnoha evropských experimentů, které analyzoval Kantor (1983, 1987b, 1989, 1990).

Poznatek o nevýznamnosti povrchového odtoku i na rozsáhlých holosečích za předpokladu bezezškodného vyklizení dřevní hmoty byl potvrzen řadou experimentů, takže má obecnou platnost a zde se lze omezit pouze na toto základní konstatování.

Způsob založení experimentu, zejména jeho dlouhodobost a kontinuálnost měření, předpokládaný vývoj porostu a konečně i analýza našich i zahraničních prací (např. Mitscherlich, 1971; Jařabáč, 1984; Krešl, 1986; Schmidt-Vogt, 1986; Voronkov, 1988; Kantor, 1990) umožňují předložit kvantifikační hypotézu vodního režimu dalších vývojových fází smrkového porostu. V nejbližších deseti letech lze očekávat významné změny v poměru jeho jednotlivých výdajových položek, způsobené zejména prudkým nárůstem biomasy asimilačních orgánů. Zatímco v létě roku 1987 ve věku kultury šest let činila hmotnost sušiny jehličí 0,77 tuny v přepočtu na 1 ha, o dva roky později to již bylo 1,93 t.ha⁻¹ a ve věku deseti let to bude již 5 t.ha⁻¹. V 15 až 20 letech lze předpokládat zásobu asimilačních orgánů smrkové mlaziny ve výši ± 20 t.ha⁻¹ (Chroust, 1985), což odpovídá hodnotám ze středních a mytných věkových tříd (Vyskot, 1980; Vinš a Šika, 1981).

Postupné zapojování současné kultury, spojené s naznačeným dynamicky prudkým nárůstem biomasy a s odumíráním buřene, tak povede k výraznému poklesu evapotranspirace přizemní vrstvy a naopak značně vzroste význam intercepce i transpirace dřevin. S dostatečnou mírou spolehlivosti lze zejména s ohledem na hodnoty listové biomasy předpovědět, že již ve věku porostu 15 až 20 let se bude vodní bilance smrku stabilizovat a dostane se přibližně na úroveň dospělých porostů.

Literatura

- BAUER, E.: Der Bergwald kämmt den Nebel aus. Unser Wald, 1973, č. 4, s. 124-125.
- DELFS, J. - et al.: Der Einfluss des Waldes und des Kahlschlages auf den Abflussvorgang, den Wasserhaushalt und den Bodenabtrag. Aus dem Walde 1958, Mitt. Niedersächs. Landesforstverwalt. (Hannover), 1958, č. 3.
- FEDOROV, S. F.: Issledovanie elementov vodnogo balansa v lesnoj zone jevropejskoj territorii SSSR. Leningrad, Gidrometeoizdat 1977. 264 s.
- CHROUST, L.: Vliv výchovných zásahů v mladých smrkových porostech na kvantitativní a kvalitativní produkci biomasy. [Závěrečná zpráva.] Opočno, VÚLHM - výzk. stan. 1985. 47 s.
- JARABÁČ, M.: Důsledky nezbytných opatření v Beskydech na změnu odtokových poměrů. In: KV Vodohospodářské společnosti v Severomoravském kraji, Ostrava, 1980, s. 104-116.
- JARABÁČ, M.: Vliv holosečného způsobu obnovy na odtok vody v Beskydech. [Závěrečná zpráva.] Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1984. 19 s.
- KANTOR, P.: Intercepce horských smrkových a bukových porostů. Lesnictví, 27, 1981, č. 2, s. 171-192.
- KANTOR, P.: Intercepční ztráty smrkových a bukových porostů. Vodohosp. Čas., 31, 1983, č. 6, s. 643-651.
- KANTOR, P.: Příspěvek k problematice horizontálních srážek v horských lesích. Zpr. lesn. Výzk., 30, 1985, č. 4, s. 42-45.
- KANTOR, P.: Kalamitní holiny a odtok vody z povodí. Zpr. lesn. Výzk., 32, 1987a, č. 4, s. 15-18.
- KANTOR, P.: Evaporace z povrchu půdy a z přizemní vegetace ve smrkových a bukových lesích. Vodohosp. Čas., 35, 1987b, č. 1, s. 81-93.

- KANTOR, P.: Transpirace smrkových a bukových porostů. *Vodohosp. Čas.*, 37, 1989, č. 2, s. 222-237.
- KANTOR, P.: Základní vazby celkového výparu a odtoku vody ze smrkových a bukových lesů. *Vodohosp. Čas.*, 38, 1990, č. 3, s. 327-348.
- KREČMER, V.: Meteorologické podmínky výskytu kapalných srážek z mlhy a jejich význam pro intercepční proces ve středohorském lese. *Meteorol. Zpr.*, 28, 1973, č. 1, s. 18-25.
- KREŠL, J.: Vodohospodářská funkce lesa. *Folia, Ř. A, VŠZ Brno*, Brno 1986, 54 s.
- KREŠL, J.: Zhodnocení znalostí vlivu lesa na odtok. *Lesnictví*, 35, 1989, č. 3, s. 285-288.
- KŘEČEK, J.: Vliv lesních porostů na infiltraci vody do půdy. *Stud. Inf. ÚVTI, Lesn.*, 1978, č. 2, 72 s.
- KŘEČEK, J.: Prognóza vlivu lesní těžby na změnu vodnosti malého povodí. In: *Práce VÚLHM*, sv. 56, 1980, s. 197-211.
- MITSCHERLICH, G.: *Waldklima und Wasserhaushalt*. Frankfurt am Main, J. D. Sauerländers Verlag 1971. 365 s.
- RAEV, I. - SERAFIMOV, V.: Izsledvane varchu izparenieto ot počvenata povarchnost v zonata na iglolistnite gori v Rila Planina. *Gorskostop. Nauka*, 1980, č. 1, s. 34-51.
- SCHMIDT-VOGT, H.: *Die Fichte, Band II/1 - Wachstum. Züchtung. Boden. Umwelt. Holz*. Hamburg und Berlin, Verlag Paul Parey 1986. 563 s.
- ŠACH, F.: Vliv způsobu hospodaření na vsakování a povrchový odtok srážkových vod v lese. *Zpr. lesn. Výzk.*, 23, 1978, č. 3, s. 17-22.
- ŠACH, F.: Vliv lesní dopravní sítě na odtokové poměry imisních holosečí. *Lesnictví*, 36, 1990, č. 2, s. 139-158.
- VINŠ, B. - ŠIKA, A.: Biomasa smrkového porostu v chlumní oblasti. In: *Práce VÚLHM*, sv. 59, 1981, s. 83-99.
- VORONKOV, N. A.: *Rol lesov v ochrane vod*. Leningrad, Gidrometeoizdat. 1988. 285 s.
- VYSKOT, M.: Bilance biomasy hlavních lesních dřevin. *Lesnictví*, 26, 1980, č. 10, s. 849-882.
- ZELENÝ, V.: Intercepce srážek v porostech Moravskoslezských Beskyd. *Lesn. Práce (Praha)*, 58, 1979, č. 8, s. 346-350.

Došlo 24. 2. 1992

KANTOR, P. (Forestry Faculty of the University of Agriculture, Brno): *Changes in the water balance of a spruce stand after its regeneration by clear cutting*. *Lesnictví - Forestry*, 38, 1992 (9 - 10): 823-838.

In the Orlické hory mountains since 1977 the water balance of a spruce ecosystem has been studied within a multi-purpose experiment. Over the years 1977 to 1981 investigations in a mature stand were conducted (101 to 106 years) and after its clearing by clear cutting on the area of 20 hectares in 1982 the investigation continues in a subsequent, artificially established spruce plantation. In the paper presented the period 1983 to 1987 is evaluated here, i.e. the first five years after planting (age one to five years), when reforested clear cutting areas are characterized by total (100 %) weed infestation. The following species dominated: *Avenella flexuosa* (L.) Drejer, *Carex* sp., *Vaccinium myrtillus* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth and *Rubus idaeus* L. Evaluation and comparison of both developmental stages of the spruce stand are related only to the growing season (from 1st June to 31st October), off-growing periods will be evaluated separately. Results of the study of particular items of the water balance are summarized in four tables (Tabs. IV to VII). It was confirmed that atmospheric precipitation was in the given mountain location (890 m alt.) even in low-precipitation seasons always higher than potential total evaporation of forest ecosystems. The actual values of total evaporation (interception + transpiration + ground layer evaporation) fluctuated in the mature stand around the average of 408 mm for the whole growing season. Total evaporation of the young plantation averaged 307 mm. As to the mature stand especially spruce transpiration (182 mm at an average) had the main share in the balance items. In the young plantation, weed evapotranspiration averaging 305 mm per growing season was the decisive component of total evaporation. More favourable quantitative aspect of the young plantation water balance (lower total evaporation in comparison with the mature stand) does not always automatically mean higher offer of available water for run-off. Total run-off amount will be at relatively stable total evaporation limited especially by total atmospheric precipitation. Dispersion of the precipitation in particular years can overlap conclusive evidence of the difference in the run-off for both developmental stages of the spruce stand. It is necessary to emphasize small significance of surface run-off on large clear cuttings provided that skidding is carried out cautiously. Gradual establishment

of the plantation connected with intensive spruce biomass growth (foliage dry-matter weight at the age of one year = 0.04 t per ha, at the age of 5 years = 0.37 t per ha, at the age of 10 years = ± 5.0 t per ha, at the age of 15 to 20 years = ± 20.0 t per ha) and forest weed dying will lead to the marked decrease in the ground layer evapotranspiration, however on the contrary, the importance of tree interception and transpiration will considerably increase. With a sufficient degree of reliability and owing to the value of the leaf biomass it is possible to predict that at the stand age of 15 to 20 years spruce water balance will be stable and reach approximately the level of mature stands.

water balance; spruce stand

Adresa autora:

Doc. ing. Petr K a n t o r, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Zemědělská 3, 613 00 Brno

STANDARDIZACE FEROMONOVÝCH ODPARNÍKŮ A LAPÁKŮ PRO KONTROLU VÝSKYTU OBALEČE PRÝTOVÉHO, *RHYACIONIA BUOLIANA* (D. & S.)

I. Hrdý, J. Hrdá, R. Hochmut, J. Liška, J. Vrkoč

HRDÝ, I.¹ - HRDÁ, J.² - HOCHMUT, R.³ - LIŠKA, J.³ - VRKOČ, J.¹ (Ústav organické chemie a biochemie ČSAV, laboratoř chemické ekologie hmyzu, Praha¹; Český hydrometeorologický ústav, Praha²; Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady³): *Standardizace feromonových odpárnků a lapáků pro kontrolu výskytu obaleče prýtového, Rhyacionia buoliana* (D. & S.). *Lesnictví - Forestry*, 38, 1992 (9 - 10): 839-852.

Cílem terénních zkoušek uskutečněných v letech 1985 až 1989 bylo získat podklady pro standardizaci feromonových odpárnků a pastí pro monitorování obaleče prýtového, *Rhyacionia buoliana* (Denis & Schiffermüller). Z porovnávaných původních i zahraničních feromonových odpárnků se nejlépe osvědčily čtyřsložkové, resp. třísložkové formulace v dávce 500 až 700 µg atraktantu a rumunský Atrabuol. Kritériem vyhovující účinnosti byla jak velikost úlovku cílového druhu, tak potlačení příměsí ostatních (necílových) druhů motýlů. Z porovnávaných typů lapáků se jednoduchostí konstrukce a snadnou obsluhou i účinností nejlépe osvědčují lapáky tvaru delta s lepkovou vložkou. Dokud nebude vyřešena výroba nového standardního typu, doporučuje se používat zelené kartonové lapáky Delta s odklopenými chlopněmi ve stříšce.

Rhyacionia buoliana; feromonové odpárnky a pasti; standardizace; monitorování

Obaleč prýtový - *Rhyacionia buoliana* (Denis & Schiffermüller, 1775) patří za určitých okolností v mnoha oblastech střední Evropy k vážným škůdcům borových porostů. Houšenky poškozují především mladé porosty (výsadby a mlaziny), vyžírají boční a zejména terminální pupeny, a tím působí deformace vrcholů a vrcholových letorostů (vznik tzv. lyrovitých prýtů). Při silném napadení dochází k celkovému oslabování a krmení kultur ztrátou značné části asimilačních orgánů. Míra škodlivosti obaleče prýtového závisí na podmínkách stanoviště a na zdravotním stavu porostu. Bez přihlédnutí k těmto vlivům se mohou názory na škodlivost tohoto druhu značně rozcházet. Obecně je možné uvést, že vážným škůdcem je obaleč prýtový zejména na stanovištích nevhodných výsadbách a dále v porostech silně oslabovaných působením průmyslových imisí (v Československu například v okolí Žiaru nad Hronom), popř. dalších stresujících faktorů. Rozšíření obaleče prýtového zahrnuje velkou část evropského kontinentu, vyjma nejsevernější a nejjižnější části (Schwenke, 1978). V tomto století byl zavlečen také do severní a posléze i jižní Ameriky (Busck, 1915; Aguilara Beêche, 1989). O biologii, resp. bionomii tohoto druhu existuje v evropské i americké literatuře množství prací, z nichž citujeme pouze soubornou publikaci, kterou uveřejnil Schröder (1966). Ve starší české literatuře se uvádí *R. buoliana* jako obaleč Buolův (např. Pfeffer, 1954) a rodový status tohoto druhu se mnohokrát měnil (*Tortrix*, *Retinia*, *Grapholitha*, *Evetria*).

V některých oblastech v Kanadě (jižní Vancouver Island, Lower Fraser Valley) je obaleč prýtový považován za nejvážnějšího škůdce okrasných borovic (Harris

a Ross, 1975) a je obava, že se stane také vážným škůdcem autochtonních druhů borovic, např. *Pinus contorta* Dougl. a *P. ponderosa* Laws (Evans, 1973). Proto byla v Kanadě věnována pozornost vhodným monitorovacím metodám.

Jako sexuální feromon vylučovaný samičkami a lákající samce byl identifikován (E)-9-decen-1-yl acetát (dále E9-12:Ac) (Smith et al., 1974; Daterman, 1974). V následných terénních testech se však tato látka ukázala jako nedostatečně účinná a v některých případech i málo druhově specifický atraktant. Přesto se i v Evropě s touto látkou dělalo mnoho pokusů sloužících k vypracování metody monitorování pomocí feromonových lapáků, popř. k využití těchto lapáků k přímému vychytávání samečků (Burzyňski et al., 1980; Bogenschütz et al., 1983). E9-12:Ac je také sexuálním atraktantem smrkové formy obaleče modřínového *Zeiraphera diniana* (Günée) (syn. *griseana* Hb.) a feromonové lapáky¹ navnaděné touto látkou se široce používaly v Československu při sledování kalamity tohoto škůdce (např. Vrkoč et al., 1979; Skuhřavý a Hochmút, 1984). E9-12:Ac je atraktantem nebo základní složkou sexuálního feromonu mnoha druhů motýlů (Arn et al., 1986, 1986/87). V pokusech na různých lokalitách v Čechách (Průhonice, Třeboň) se do lapáků s touto látkou chytali samci obaleče *Gypsonoma oppressana* (Tr.) (Brewer et al., 1985). Podle našich zkušeností (Hrdý et al., 1989) bývá velmi běžným úlovkem ve feromonových pastích navnaděných E9-12:Ac obaleč *Cnephasia asseclana* (D. & S.) (syn. *interjectana* Hw.), což může ztížit monitorování cílových škůdců v praxi. Protože v Kanadě se pro monitorování obaleče prýtového samotný E9-12:Ac neosvědčil, pokusili se zde znovu o izolaci a identifikaci feromonu. Vedle dříve známého E9-12:Ac zjistili další tři komponenty a v terénních zkouškách hledali neúčinnější směs (Gray et al., 1984).

Naše pokusy v letech 1985 až 1989 byly zaměřeny k přezkoušení účinnosti hlavní složky sexuálního feromonu obaleče prýtového, k vyzkoušení vícesložkových směsí a k optimalizaci feromonové návnady z hlediska její účinnosti a specifity. Dále jsme se zabývali zkouškami různých typů lapáků s cílem navrhnout typ použitelný standardně pro monitorování, ev. typ neúčinnější, využitelný v navazujících pokusech, v nichž by se sledoval vliv vychytání samců na snížení abundance škůdce a omezení škod.

MATERIÁL A METODA

V roce 1985 jsme porovnávali účinnost jednosložkových, dvousložkových a třísložkových feromonových odparníků s odstupňovanými dávkami atraktantů (RB-51 až RB-59 - tab. I). K pokusům jsme použili jednotné lapáky Beta. Lapáky jsme exponovali v borových porostech LZ Klivoklát - poleší Pařeziny, LZ Mělník - poleší Šemanovice a LZ Zbraslav - poleší Dobřichovice. Na každé z uvedených lokalit jsme lapáky umístili ve třech blocích v uspořádání podle latinských čtverců. Sledovali jsme jen úlovky obaleče prýtového.

V roce 1986 jsme vedle třísložkové feromonové směsi zkoušeli také čtyřsložkovou směs s obsahem E9-12:Ac, E9-12:OH, 12:Ac a 12:OH (RB-61 až RB-63). Pokusné formulace jsme porovnávali s odparníky Atrobuol rumunské proveniencie. Dále jsme porovnávali účinnost různých typů lapáků. Zkoušeli jsme zelené kartonové lapáky Beta, Kappa a Zeta a kelímkové lapáky (ve výsledcích uvádíme „Kelímek“ nebo pot-trap), které se osvědčily při sledování obaleče modřínového. Pokusy probíhaly v borovém porostu LZ Nymburk - poleší Kluk. Lapáky jsme rozdělili do dvou sad. První sada lapáků Beta, uspořádaných do tří sdružených latinských čtverců, sloužila k porovnání účinnosti různých odparníků. Ve druhé sadě jsme porovnávali různé typy lapáků, a to tak, že v prvním bloku (lapáky byly opět uspořádány do latinských čtverců) jsme použili odparníky RB-61, ve druhém bloku RB-62 a ve třetím bloku odparníky RB-63. Vedle úlovků obaleče prýtového jsme registrovali také příměs necílového druhu *Cnephasia asseclana*.

¹ Feromonový lapák (ev. lapač) a feromonová past jsou termíny používané v české literatuře jako synonyma. V zemědělské sféře se většinou používá termín feromonový lapák.

I. Zkoušené feromonové odporníky - Pheromone dispensers tested

Kód ¹	Složení atraktantu ² (μg)				Nosič ³
	E9-12:Ac	E9-12:OH	12:Ac	12:OH	
RB-51	5	-	-	-	penicilinová zátka ⁴ CM 4408/1
RB-52	50	-	-	-	
RB-53	500	-	-	-	
RB-54	4,85	0,15	-	-	
RB-55	48,5	1,5	-	-	
RB-56	485	15	-	-	
RB-57	4,6	0,15	0,25	-	
RB-58	46	1,5	2,5	-	
RB-59	460	15	25	-	
RB-61	46	1,5	2,5	-	kaučuk ⁵ cb - VŠCHT ¹⁾
RB-62	460	15	25	-	
RB-63	460	15	25	500	
RB-71	9,1	0,3	0,3	0,3	R 3303 Rubena ¹⁾
RB-72	45,5	1,5	1,5	1,5	
RB-73	227,5	7,5	7,5	7,5	
RB-81	45,5	1,5	1,5	1,5	
RB-82	227,5	7,5	7,5	7,5	
RB-83	682,5	22,5	22,5	22,5	
RB-93	682,5	22,5	22,5	22,5	
ZG-87 ²⁾	50				penicilinová zátka CM 4408
Atrabuol ³⁾	1500				penicilinová zátka + 1 % antioxidant
Rhyodor ⁴⁾	200				pryžový prstenec ⁶ 0,3 x 1,3 cm
RBD-1 ⁵⁾	32				pryžová trubka ⁷ č. 349 3 x 1,2 cm
RBD-2	320				
RBD-3	3200				

1) Podrobnosti viz V r k o č et al.(1988). - For the details see V r k o č et al. (1988)

2) ZG-87 = Etokap ZG-SL/1987, JZD AK Slušovice

3) Institut de chimie Cluj - Napoca, Romania

4) Zakład Doswiadczałny CHEMIPAN Warszawa, Polska

5) Pokusné vzorky f. Hoechst A. G., BRD - Experimental samples f. Hoechst A. G., FRG

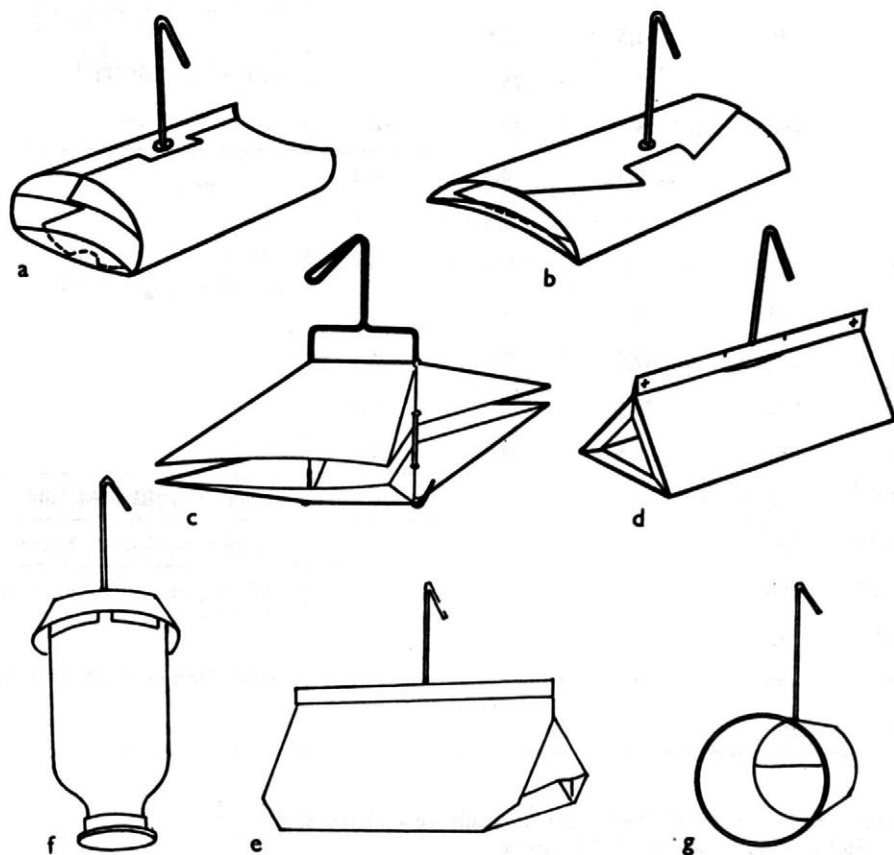
¹ code, ² lure composition, ³ substrate, ⁴ penicillin plug, ⁵ caoutchouc, ⁶ rubber ring, ⁷ rubber pipe

V roce 1987 jsme zkoušeli v lapácích Kappa čtyřsložkové odpárníky s odstupňovanou dávkou atraktantu (RB-71 až RB-73), které jsme porovnávali s odpárníky zahraniční proveniencí: Atrabuol - Institut de chimie Cluj - Napoca, Romania; Rhyodor - Zakład Doswiadczalny CHEMIPAN Warszawa, Polska a RBD-1 až RBD-3 (pokusné formulace firmy Hoechst, SRN). Pokusy jsme uspořádali na LZ Nymburk - poleší Kluk ve dvou variantách: a) ve dvou řadách, v nichž lapáky umístěné v rozestupu 60 m denně rotovaly (pokus byl ukončen za devět dní, potom co se každý lapák vrátil do výchozí polohy), b) ve dvou latinských čtvercích 4 x 4 s rozestupem lapáků 30 m, bez rotace. Vedle úlovků obaleče prýtového jsme registrovali i všechny úlovky necílových druhů motýlů.

V roce 1988 jsme vedle již dříve zkoušených čtyřsložkových směsí s celkovou dávkou 50 a 500 µg atraktantu (RB-81 a RB-82) zkoušeli i dávku 750 µg čtyřsložkové směsi (RB-83). Tyto odpárníky jsme porovnávali se zahraničními Atrabuolem a Rhyodorem (vzhledem k pozdějšímu termínu dodání byl do pokusu zařazen dodatečně) a se standardním odpárníkem pro obaleče modřínového, který obsahuje jen E9-12:Ac. Vedle velikosti úlovku samců obaleče prýtového jsme sledovali příměs necílových druhů motýlů. K pokusům jsme použili lapáky Beta. Lapáky byly umístěny ve čtyřech řadách, vzdálenost mezi lapáky byla 45 m, lapáky nerotovaly.

V roce 1989 jsme srovnávali účinnost dalších typů lapáků - plastového lapáku Hřib (vzor LVÚ Zvolen), lapáku Biotrap firmy Hoechst a lapáků Delta a Delta-otevřený (vyklopené horní chlopně) - s dříve zkoušeným lapákem Beta. Ve všech lapácích jsme použili odpárníky RB-93. Pokus probíhal opět na LZ Poděbrady - poleší Kluk a měl jen omezený rozsah. Lapáky v rozestupu 30 m byly umístěny ve dvou řadách (okraj a střed porostu). Sledovali jsme úlovky obaleče prýtového i dalších necílových druhů hmyzu.

Údaje o obsahu účinných látek ve zkoušených odpárnících jsou v tab. I. Podrobnosti o formulacích feromonových odpárníků uvádějí ve své práci V r k o č et al. (1988). Tvar a konstrukce zkoušených lapáků jsou



1. Kartonové lapáky Beta - a, Kappa - b, Zeta - c, Delta - d, otevřený Delta - e, plastový lapák Hřib - f, kelímkový lapák - g - Cardboard traps Beta - a, Kappa - b, Zeta - c, Delta - d, open Delta - e, plastic trap Mushroom - f, pot trap - g

zřejmě z obr. 1. Lapáky Beta, Kappa, Zeta, Delta a otevřený lapák Delta jsou z matného kartonu zevně olivově zelené barvy (uvnitř jsou lapáky bílé - zelená barva není dostatečně stálá na světle, časem se mění ve slámově žlutou). Lapák Hřib je plastový, převažuje matně bílá barva. Lapák Biotrap firmy Hoechst má tvar delta a je z leskle bílého plastu. Kelímkové lapáky jsou přizpůsobené bílé nápojové kelímky z povoskovaného papíru. Ve všech lapácích (kromě lapáku Hřib) byl použit lep Bird Tanglefoot (Tanglefoot Co., Grand Rapids, Michigan, USA). Velikost lepových vložek v jednotlivých typech lapáků je tato: Beta a Kappa - 225 cm², Delta a Delta otevřený - 250 cm², Biotrap - 216 cm², Zeta - 420 cm² a kelímkový lapák - 150 cm². V lapácích typu Hřib byl ke smrcení nalétkého hmyzu použit Instop (účinná látka dichlorvos, Chemika, o.p., Bratislava).

Pro statistické hodnocení jsme použili transformované hodnoty $y = \ln(N + 1)$, kde: N - počet ulovených jedinců. Soubory takto transformovaných hodnot splňují podmínku normálního rozložení a homogenity rozptylů, požadovanou u většiny užitých metod. Pro posouzení vlivu sledovaných faktorů (nejčastěji typ lapáku, složení feromonového odpárníku, ev. různé lokality) na velikost průměrných úlovků jsme použili analýzu pro jednoduché či dvojné třídění bez interakce. Jestliže byl prokázán v průměrných úlovcích statisticky významný rozdíl, vyšetřovali jsme Tukeyovu nebo Schéffého metodou, který prvek vyšetřovaného souboru působí významnost rozdílu. V letech 1986 a 1988 jsme hodnotili specifitu zkoušených odpárníků pro cílový druh *R. buoliana* s ohledem na nežádoucí příměs obaleče *Cnephasia asseclana*. Párovým *t*-testem jsme posuzovali, které ze zkoušených odpárníků působí významně selektivně. Další podrobnosti o jednotlivých pokusech jsou uvedeny v tabulkách.

II. Úlovky samců obaleče prýtového (*Rhyacionia buoliana*) do lapáků Zeta s různými feromonovými odpárníky, sezóna 1985; $n = 6$ - Male European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana*) caught in Zeta traps (wing traps), using different pheromone dispensers, 1985 season; $n = 6$

Feromonový odpárník ²	Lokalita a doba expozice ¹								
	Křivoklá 9. 7. - 31. 7.			Mělník 4. 7. - 31. 7.			Zbraslav 9. 7. - 1. 8.		
	N	$\ln(N + 1)$	SE	N	$\ln(N + 1)$	SE	N	$\ln(N + 1)$	SE
RB-51	0			0			0		
RB-52	0			0			0,2		
RB-53	0,7			0			3,2		
RB-54	0			0			0,2		
RB-55	0,7			0,2			0,7		
RB-56	3,5	0,99436	0,46358	1,7	0,79791	0,28163	24,8	2,33008	0,69066
RB-57	0,3			0			0		
RB-58	0,5	0,29863	0,19599	1,2	0,64520	0,23036	2,7	1,00671	0,36455
RB-59	4,0	1,19451	0,44343	2,8	1,05935	0,36193	27,3	2,61006	0,56576

Analýza rozptylu (dvojnásobné třídění) bez interakce - Two-way ANOVA without interaction

Zdroj variability ³	Součet čtverců ⁷	Stupně volnosti ⁸	Průměr ⁹	F	Hladina významnosti ¹⁰
Lokalita ⁴	15,8874	2	7,9437	7,469	0,0015
Feromonový odpárník ²	9,1696	2	4,5848	4,311	0,0189
Reziduální ⁵	52,1108	49	1,0635		
Celkem ⁶	77,1678	53			

n = počet opakování: lapáky a kontroly - number of replicates: traps and scores

N = průměrný úlovek - mean catch

SE = směrodatná odchylka průměru - standard error

¹locality and time of exposure, ²pheromone dispenser, ³source of variation, ⁴locality, ⁵residual, ⁶total, ⁷sum of squares, ⁸degrees of freedom, ⁹mean square, ¹⁰significance level

VÝSLEDKY

V roce 1985 jsme pro pokusy vybrali borové porosty na třech lokalitách, přitom na Zbraslavi byly úlovky samců obaleče prýtového nejvyšší (v tomto ohledu se lokalita Zbraslav průkazně liší od dvou dalších), na lokalitách Křivoklát a Mělník byly úlovky podstatně nižší (lokality se navzájem průkazně neliší). Na všech třech lokalitách se shodně projevil vliv dávky atraktantu na velikost úlovku samců obaleče prýtového. S rostoucí dávkou v rozmezí 5 až 500 μg jednosložkového (E9-12:Ac - RB-51, RB-52, RB-53), dvousložkového (E9-12:Ac + E9-12:OH - RB-54, RB-55, RB-56) a třísložkového atraktantu (E9-12:Ac + E9-12:OH + 12:Ac - RB-57, RB-58, RB-59) úlovek samců vzrůstal. Úlovky obaleče prýtového do lapáků s odpárníky s nejvyšší dávkou, tj. 500 μg dvousložkového a třísložkového atraktantu, se průkazně liší od úlovků na odpárníky s nižší dávkou, tj. 50 μg třísložkového atraktantu (tab. II a IXA).

V borovém porostu polesí Kluk byl v sezóně 1986 dostatečně vysoký výskyt obaleče prýtového, což nám umožnilo řešit souběžně několik otázek. Ověřili jsme si, že mezi jednotlivými pokusnými plochami, na nichž jsme porovnávali účinnost feromonových odpárníků, nejsou významné rozdíly (tab. III). Potvrdili jsme poznatek z předchozí sezóny: odpárníky s 500 μg třísložkového atraktantu (RB-62) jsou významně účinnější než odpárníky s 50 μg atraktantu (RB-61). Rumunské odpárníky (Atrabuol) a třísložkový odpárník RB-62 jsou vysoce účinné pro samce obaleče prýtového. Čtyřsložkové odpárníky RB-63 (obsahují stejnou směs jako RB-62 + 500 μg 12:OH) jsou středně účinné (tab. IX B). Přitom příměs 500 μg 12:OH nepůsobila jako inhibitor pro samce necílového druhu *Cnephasia asseclana*, ale naopak, zvyšovala úlovky samců tohoto druhu (tab. IV

III. Úlovky samců obaleče prýtového (*Rhyacionia buoliana*) do lapáků Beta s různými feromonovými odpárníky, LZ Nymburk, polesí Kluk, expozice 18. 6. až 21. 7. 1986: srovnání tří pokusných ploch - Male European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana*) caught in Beta traps, using different pheromone dispensers, forest establishment Nymburk, forest district Kluk, exposure 18. 6. - 21. 7. 1986: comparison of three experimental plots

Feromonový odpárník ²	Plocha ¹								
	I			II			III		
	N	1n(N+1)	SE	N	1n(N+1)	SE	N	1n(N+1)	SE
Atrabuol	25,75	2,91748	0,49089	18,50	2,73175	0,36632	22,00	2,91151	0,44705
RB-61	3,50	1,15129	0,50586	2,00	0,83305	0,40534	6,75	1,55564	0,55978
RB-62	20,75	2,93857	0,32497	9,25	1,98075	0,51077	25,00	2,55538	0,69338
RB-63	11,50	2,45934	0,20654	10,50	2,36108	0,23676	7,25	2,08320	0,13411

Analýza rozptylu (dvojnásobné třídění) bez interakcí - Two-way ANOVA without interaction

Zdroj variability ³	Součet čtverců ⁷	Stupně volnosti ⁸	Průměr ⁹	F	Hladina významnosti ¹⁰
Plocha ¹	1,3340	2	0,6670	0,958	0,3918
Feromonový odpárník ²	18,7519	3	6,2506	8,979	0,0001
Reziduální ⁵	29,2386	42	0,6962		
Celkem ⁶	49,3245	47			

¹ plot, ^{2-3, 5-10} see Tab. II

a IX E). Z hlediska selektivity atraktantu pro obaleče prýtového tedy byly výhodnější třísložkové směsi (RB-61, RB-62) a Atrabuol. Čtyřsložková směs s vysokým podílem 12:OH je méně účinným atraktantem pro obaleče prýtového, ale velmi účinným atraktantem pro necilový druh *C. asseclana*. Ze zkoušených typů lapáků byl pro samce obaleče prýtového nejúčinnější „kelímek“ a nejméně účinný lapák Beta (v průměrných úlovcích do těchto dvou typů lapáků je statisticky významný rozdíl). V úlovcích necilového druhu *C. asseclana* však nejsou mezi různými typy lapáků významné rozdíly. Ani jeden ze zkoušených typů lapáků nemá vliv na specifitu účinků porovnávaných feromonových odpárníků pro obaleče prýtového a necilový druh *C. asseclana* (tab. V a IX F, G).

Podle výsledků pokusů z roku 1986 se vysoká dávka 12:OH jako příměsí k základnímu třísložkovému atraktantu neosvědčila. V lapácích s třísložkovým atraktantem v dávce 500 µg (RB-62) tvořila příměs samců *C. asseclana* cca 15 %, což ve srovnání s množstvím samců tohoto druhu na některých lokalitách v lapácích pro monitorování obaleče modřínového je příznivý výsledek. V roce 1987 jsme do pokusů zařadili tři varianty čtyřsložkových směsí (vycházeli jsme z poznatků kanadských autorů - G r a y et al., 1984). Naše odpárníky RB-71, RB-72, RB-73 (tab. I) jsme srovnávali s pokusnými formulacemi RBD-1, RBD-2 a RBD-3 firmy Hoechst. Opět se potvrdila závislost velikosti úlovku samců obaleče prýtového na dávce atraktantu a dobrá účinnost odpárníků Atrabuol. Odpárníky Rhyodor byly neúčinné a odpárníky RBD-1, RBD-2 a RBD-3 málo účinné, srovnatelné s našimi odpárníky RB-71 obsahujícími jen 10 µg čtyřsložkové směsi.

IV. Úlovky samců obaleče prýtového (*Rhyacionia buoliana*) a obaleče *Cnephasia asseclana* (= *interjectana*) do lapáků Beta s různými feromonovými odpárníky, LZ Nymburk, poleší Kluk, expozice 18. 6. až 21. 7. 1986: suma úlovků ze tří pokusných ploch; $n = 12$ - Male European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana*) and *Cnephasia asseclana* caught in Beta traps, using different pheromone dispensers, forest establishment Nymburk, forest district Kluk, exposure 18. 6. - 21. 7. 1986: sum of catches at three experimental plots; $n = 12$

Feromonový odpárník ²	Druh ¹					
	<i>Rhyacionia buoliana</i>			<i>Cnephasia asseclana</i>		
	N	1n (N + 1)	SE	N	1n (N + 1)	SE
Atrabuol	22,08	2,85358	0,23011	1,00	0,51986	0,17329
RB-61	4,08	1,18000	0,27319	0,75	0,49489	0,11076
RB-62	18,33	2,49157	0,30184	3,17	1,27927	0,17122
RB-63	9,75	2,30120	0,11365	19,58	2,93567	0,13276

Analýza rozptylu (jednoduché třídění) - One-way ANOVA
C. asseclana

Zdroj variability ³	Součet čtverců ⁷	Stupně volnosti ⁸	Průměr ⁹	F	Hladina významnosti ¹⁰
Feromonový odpárník ²	47,1701	3	15,7234	58,7316	0,000
Reziduální ⁵	11,7795	44	0,2677		
Celkem ⁶	58,94	47			

¹ species, ^{2-3, 5-10} see Tab. II

V. Úlovky samců obaleče prýtového (*Rhyacionia buoliana*) a obaleče *Cnephasia asseclana* do různých typů lapáků, LZ Nymburk, polesi Kluk, expozice 18. 6. až 21. 7. 1986: suma úlovků ze tří opakování při použití feromonových odparníků RB-61, RB-62, RB-63, $n = 12$ (resp. $n = 11$ - Zeta) - Male European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana*) and *Cnephasia asseclana* caught in different types of traps, forest establishment Nymburk, forest district Kluk, exposure 18. 6. - 21. 7. 1986: sum of catches of three replicates using pheromone dispensers RB-61, RB-62, RB-63; $n = 12$ (resp. $n = 11$ - Zeta trap)

Typ lapáku ²	Druh ¹					
	<i>Rhyacionia buoliana</i>			<i>Cnephasia asseclana</i>		
	<i>N</i>	$1n(N+1)$	SE	<i>N</i>	$1n(N+1)$	SE
Kelímek ⁴	16,25	2,46885	0,26975	8,33	1,68910	0,32956
Beta	5,00	1,41727	0,27218	6,67	1,35029	0,34202
Kappa	6,75	1,96913	0,121946	9,25	1,64452	0,35750
Zeta	7,64	1,63354	0,31200	9,09	1,36242	0,41625

Analýza rozptylu (dvojnásobné třídění) bez interakcí - Two-way ANOVA without interaction
Rhyacionia buoliana

Zdroj variability ³	Součet čtverců ⁷	Stupně volnosti ⁸	Průměr ⁹	<i>F</i>	Hladina významnosti ¹⁰
Typ lapáku ²	7,3248	3	2,4416	2,998	0,0422
Feromonový odparník ²	0,2054	3	0,1027	0,126	0,8819
Reziduální ⁵	31,7621	39	0,8144		
Celkem ⁶	39,2923	44			

Analýza rozptylu (jednoduché třídění) - One-way ANOVA
Cnephasia asseclana

Zdroj variability ³	Součet čtverců ⁷	Stupně volnosti ⁸	Průměr ⁹	<i>F</i>	Hladina významnosti ¹⁰
Typ lapáku ²	1,1467	3	0,3822	0,2501	0,8608
Reziduální ⁵	65,7071	43	1,5281		
Celkem ⁶	66,8538	46			

Významnost rozdílů v úlovcích samců *Rhyacionia buoliana* a *Cnephasia asseclana* do různých typů lapáků bez ohledu na použité feromonové odparníky (RB-61, RB-62, RB-63) - Significance of difference in trap design efficacy without respect to pheromone dispensers (RB-61, RB-62, RB-63 were used)

Typ lapáku ²	<i>t</i>	Stupně volnosti ⁸	Kritická hodnota ¹²	Poznámka ¹³
Kelímek ⁴	2,0821	11	$t_{11}^{0,05} = 2,201$	typ lapáku nemá vliv na preferenci úlovků <i>R. buoliana</i> nebo <i>C. asseclana</i> - trap designe has no effect on the preference of catches of <i>R. buoliana</i> or <i>C. asseclana</i>
Beta	0,1659	11		
Kappa	1,0437	11		
Zeta	0,6258	10	$t_{10}^{0,05} = 2,228$	

¹species, ²trap design, ⁴pot-trap, ¹¹pheromone dispenser, ¹²critical value, ¹³note, ^{3,5-10}see Tab. II

Úlovky necílových druhů byly v této sezóně ve všech variantách velmi nízké (během pokusů se chytili je 2 σ *C. asseclana*), takže jsme nezískali odpovídající podklady pro porovnání jednotlivých formulací atraktantu z hlediska specifity účinku pro cílový druh *R. buoliana* a omezení příměsí ostatních druhů (tab. VI a IX C).

V roce 1988 jsme do pokusů opět zařadili čtyřsložkové formulace atraktantu, a to v dávkách 50, 500 a 750 μ g směsi (tab. I - RB-81, RB-82, RB-83) a vedle rumunského Atrabuolu a polského Rhydoru jsme ještě přiřadili standardní odparníky Etokap ZG-SL (viz ZG-87), obsahující jen E9-12:Ac a používané pro monitorování smrkové formy obaleče modřínového. Na rozdíl od předchozí sezóny jsme v roce 1988 zaznamenali vysoké úlovky necílového druhu *C. asseclana*. Jak jsme předpokládali, nejvyšší úlovky byly do lapáků s odparníky ZG, v nichž podíl *C. asseclana* činil cca 92 % z celkového úlovku. Nejlepší specifitu pro obaleče prýtového vykazaly odparníky Atrabuol - příměs samců *C. asseclana* (ve vztahu k úlovku *R. buoliana*) činila 26 % a odparník RB-83 - příměs *C. asseclana* tvořila cca 23 %. Jak potvrdily i poznatky této sezóny, jsou úlovky dalších necílových druhů ve srovnání s *C. asseclana* obvykle zanedbatelné. Nejvyšší úlovky obaleče prýtového jsme v roce 1988 zaznamenali opět při nejvyšší zkoušené dávce - tentokrát 750 μ g atraktantu. Stejně vysoké úlovky byly i v lapácích s odparníky Atrabuol (tab. VII a IX D).

VI. Úlovky samic obaleče prýtového (*Rhyacionia buoliana*) do lapáků Kappa s různými feromonovými odparníky, LZ Nymburk, polesí Kluk, expozice 26. 6. až 7. 7. 1987: suma úlovků z lapáků umístěných ve dvou řadách; $n = 18$ - Male European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana*) caught in Kappa traps, using different pheromone dispensers, forest establishment Nymburk, forest district Kluk, exposure 26. 6. - 7. 7. 1987: sum of catches in traps located in two rows; $n = 18$

Feromonový odparník ¹	<i>Rhyacionia buoliana</i>			Necílové druhy (σ) ²
	<i>N</i>	$\ln(N+1)$	SE	
RBD-1	0,67	0,36910	0,12154	1 <i>Epiblema rosaeolana</i> Dbld. 1 <i>Cnephasia asseclana</i> D. & S. 1 <i>Cnephasia asseclana</i> D. & S.
RBD-2	2,11	0,97718	0,14076	
RBD	1,83	0,77451	0,18071	
Atrabuol	6,33	1,74415	0,18639	
RB-71	1,11	0,53622	0,14894	
RB-72	5,39	1,44644	0,225666	
RB-73	5,89	1,74662	0,17244	
Rhydor	0			3 <i>Cydia coniferana</i> Sax.

Analýza rozptylu (dvojnásobné třídění) bez interakcí - Two-way ANOVA without interaction

Zdroj variability ³	Součet čtverců ⁷	Stupně volnosti ⁸	Průměr ⁹	<i>F</i>	Hladina významnosti ¹⁰
Feromonový odparník ¹	23,8311	5	4,76622	8,422	0,000
Řada ⁴	1,0012	1	1,00120	1,769	0,1965
Reziduální ⁵	57,1555	101	0,5659		
Celkem ⁶	81,9878	107			

¹pheromone dispenser, ²non-target species (σ), ³source of variation, ⁴row, ⁵⁻¹⁰see Tab. II

Čtyřsložkový atraktant v dávce 750 µg, který vyhovoval z hlediska účinnosti (velikost úlovku) a specifity (podíl nečílových druhů v úlovku), jsme v roce 1989 použili při zkouškách různých typů lapáků. Porovnávali jsme „suchý vychytávací“ lapák Hřib s otevřeným lapákem Delta (odklopené chlopně na stříšce), s Biotrapem firmy Hoechst a se „zavřeným“ lapákem Delta (obr. 1). Jako standard umožňující srovnání s výsledky předchozích pokusů jsme použili lapáky Beta. Z výsledků shrnutých v tabulkách VIII a IX B vyplývá, že nejúčinnějším lapákem této série je otevřený lapák Delta.

ZÁVĚRY

Výsledky zkoušek dosažené v letech 1985 až 1989 přináší podklady pro standardizaci feromonových odpárníků a lapáků určených k monitorování obaleče prýtového:

- Odpárníky obsahující samotný E9-12:Ac, používané pro monitorování smrkové formy obaleče modřínového, nejsou vhodné pro monitorování obaleče prýtového. V lapácích

VII. Úlovky samců obaleče prýtového (*Rhyacionia buoliana*) a obaleče *Cnephasia asseclana* (= *interjectana*) do lapáků Beta s různými feromonovými odpárníky, LZ Nymburk, poleší Kluk, zalesněný pískový lom, expozice 20. 6. až 19. 7. 1988: suma úlovků z lapáků umístěných ve čtyřech blocích, $n = 12$ - Male European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana*) and *Cnephasia asseclana* caught in Beta traps, using different pheromone dispensers, forest establishment Nymburk, forest district Kluk, exposure 20. 6. - 19. 7. 1986: sum of catches in traps located in four blocks; $n = 12$

Feromonový odpárník ¹	<i>Rhyacionia buoliana</i>			<i>Cnephasia asseclana</i>			Další nečílové druhy ² (σ)
	<i>N</i>	$1n(N+1)$	SE	<i>N</i>	$1n(N+1)$	SE	
Atrabuol	15,00	2,42969	0,28103	5,25	1,62845	0,20204	/2
ZG-87 /1	0,67	0,41415	0,13135	8,08	1,91244	0,24163	/3
RB-81	2,50	0,89166	0,24886	3,00	0,93845	0,27309	/4
RB-82	6,83	1,80837	0,22486	3,83	1,40055	0,18731	/5
RB-83	13,33	2,32014	0,26905	4,08	1,43559	0,19478	/6
Rhyodor	1,25	(exp. 27. 6. - 19. 7.)		1,75			

Analýza rozptylu (dvojnásobného třídění) bez interakcí - Two-way ANOVA without interaction;
Rhyacionia buoliana

Zdroj variability ³	Součet čtverců ⁷	Stupně volnosti ⁸	Průměr ⁹	<i>F</i>	Hladina významnosti ¹⁰
Feromonový odpárník ¹	20,5153	4	5,1288	21,8355	0,000
Plocha ⁴	0,2046	3	0,0682	0,2904	0,7230
Reziduální ⁵	2,8186	12	0,2349		
Celkem ⁶	23,5385	19			

/1 Etokap ZG-SL

/2 2 *Sitochroa verticalis* (L.), 1 *Bryotropha* sp.

/3 4 *S. verticalis* (L.)

/4 7 *Rhopobota naevana* (Hb.), 3 *Gypsonoma oppressana* (Tr.), 1 *Bryotropha* sp.

/5 1 *Exoteleia dodecella* (L.)

/6 3 *S. verticalis* (L.), 1 *Cnephasia oxyacanthana* (H. S.), 1 *Bryotropha* sp.

¹pheromone dispenser, ²other non-target species (σ), ³source of variation, ⁴plot, ⁵⁻¹⁰ see Tab. II

navnaděných E9-12:Ac nacházíme vedle cílových druhů, tj. obaleče prýtového resp. obaleče modřínového, většinou ještě příměs necílových druhů, nejčastěji obaleče *Cnephasia asseclana*. Aby se v provozu předešlo chybným odpočtům při kontrolách úlovků, doporučujeme lapáky nebo alespoň průvodní materiály (návody) opatřit údaji a nejlépe ilustracemi, které umožní jednoznačně rozlišit cílové druhy.

- Při monitorování obaleče prýtového lze příměs necílových druhů v lapácích snížit (nikoliv však zcela vyloučit) použitím tříslůžkových, resp. čtyřslůžkových sexuálních atraktantů.

- S rostoucí dávkou sexuálního atraktantu v rozmezí 5 až 750 µg roste úlovek samců obaleče prýtového.

- Pro kontrolu výskytu a odhad početního stavu obaleče prýtového doporučujeme feromonové odporníky obsahující sexuální atraktant ve složení (dávka v µg): E9-12:Ac (682,5) + E9-12:OH (22,5) + 12:Ac (22,5) + 12:OH (22,5).

- Vhodným typem pasti je lapák Delta s odklopenými chlopněmi na stříšce - „otevřená“ Delta. S ohledem na funkci feromonové pasti i ochranu životního prostředí doporučujeme modifikovaný typ lapáku z matného zeleného kartonu.

Pro mnoho druhů motýlů (obalečů, zavíječů i můr) se osvědčují lapáky tvaru delta. Lapáky tohoto tvaru vyhovují konstrukčně - např. lapáky švýcarské (Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein und Gartenbau, Swiss Federal Research Station, Wädenswil), nebo lapáky dodávané firmou Hoechst. Nevýhodou těchto lapáků je bílá barva

VIII. Úlovky samců obaleče prýtového (*Rhyacionia buoliana*) do různých typů lapáků při použití odporníků RB-93, LZ Nymburk, poleší Kluk, zalesněný pískový lom, expozice 20. 6. až 4. 7. 1989: suma úlovků ze dvou opakování, lapáky ve dvou řadách (okraj a střed porostu); $n = 12$ ($n = 4$ - Hřib) - Male European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana*) caught in traps of different design baited with RB-93 dispensers, forest establishment Nymburk, forest district Kluk, exposure 20. 6. - 4. 7. 1989: sum of catches in traps arranged in two rows (on border and in middle of the stand); $n = 12$ ($n = 4$ - Hřib trap)

Typ lapáku ¹	<i>Rhyacionia buoliana</i>			Další motýli ²	<i>Syrphidae</i>
	<i>N</i>	$1n(N+1)$	SE		
„Hřib“	4,25	1,55564	0,28979	4	0
Delta-otevřený	33,0	3,43347	0,43773	3	2
Biotrap	20,0	2,94305	0,45815	1	88
Beta	17	2,70582	0,62638	9	0
Delta	1,5	0,69315	0,69315	0	0

Analýza rozptylu (jednoduché třídění) - One-way ANOVA

Zdroj variability ³	Součet čtverců ⁷	Stupně volnosti ⁸	Průměr ⁹	<i>F</i>	Hladina významnosti ¹⁰
Typ lapáku ¹	10,8281	4	2,707	5,328	0,02731
Reziduální ⁵	3,5563	7	0,508		
Celkem ⁶	14,3844	11			

Rozdíl v účinnosti různých typů lapáků je významný na 2,7% hladině významnosti - The difference in different types of traps is significant on 2,7% level

¹ trap design, ² other moths, ³ source of variation, ⁵⁻¹⁰ see Tab. II

IX. Významnost rozdílu v průměrných úlovcích samců *Rhyacionia buoliana*: A, B, C, D - do lapáků s různými odpárníky; E - významnost rozdílu v průměrných úlovcích samců *Cnephasia asseclana* do lapáků s různými odpárníky; F - do různých typů lapáků bez ohledu na použité feromonové odpárníky; G - do různých typů lapáků s odpárníky RB-93; - Significance of difference of mean catches of male *Rhyacionia buoliana*: A, B, C, D - in traps baited with different dispensers; E - significance of difference of mean catches of male *Cnephasia asseclana* in traps baited with different dispensers; F - in traps of different design without respect to pheromone dispensers; G - in traps of different design baited with RB-93 dispensers

A	RB-58	RB-56	RB-59
RB-58		b	b
RB-56	b		
RB-59	b		

B	RB-61	RB-63	Atrab.	RB-62
RB-61		a	c	b
RB-63	a			
Atrab.	c			
RB-62	b			

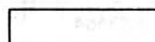
C	RBD-1	RBD-2	RBD-3	RB-71	Atrab.	RB-72	RB-73
RBD-1					a	a	a
RBD-2					a		a
RBD-3					a		a
RB-71					a	a	a
Atrab.	a	a	a	a			
RB-72	a			a			
RB-73	a	a	a	a			

D	RB-81	ZG-87	Atrab.	RB-82	RB-83
RB-81			b		b
ZG-87			c	b	c
Atrab.	b	c			
RB-82		b			
RB-83	b	c			

E	Atrab.	RB-61	RB-62	RB-63
Atrab.			b	c
RB-61			b	c
RB-62	b	b		c
RB-63	c	c	c	

F	Pot-t	Beta	Kappa	Zeta
Pot-t		a		
Beta	a			
Kappa				
Zeta				

G	M-t	Delta	Beta	Biot.	Del-o
M-t					a
Delta			a	a	b
Beta		a			
Biot.		a			
Del-o	a	b			



nízká účinnost - low efficacy



střední účinnost - medium efficacy



vysoká účinnost - high efficacy

- a - rozdíl významný na 5% hladině významnosti - the difference significant at 5% level
 b - rozdíl významný na 1% hladině významnosti - the difference significant at 1% level
 c - rozdíl významný na hladině nižší než 1% - the difference significant at the level lower as 1%

Pot-t - kelímkový lapák - pot trap

M-t - plastový lapák Hřib - plastic trap Mushroom

Del-o - otevřený lapák Delta - open Delta trap

Upřesňující údaje v tab. I. - VIII - For more detail see Tab. I. - VIII

(láká některé necílové druhy hmyzu, např. pestřenký). Nevhodné jsou lapáky plastové, které nelze snadno likvidovat (bez nepříznivého vlivu na životní prostředí).

Z dosažených výsledků vyplývá, že pro masový odchyt samců (mass trapping) bude vhodné zkoušet ještě vyšší dávky sexuálního atraktantu. Zkoušený typ vychytávacího lapáku Hřib je málo účinný. Nevýhodou velmi účinných lapáků Kelímek a „otevřený“ Delta je, že musí být opatřeny lepem. Lep se zanáší nečistotami, snižuje se účinnost lepo-
vrstvy a při vysokých úlovcích se lapáky brzy nasýtí a lepo-
vrstvy je třeba obnovovat.

Literatura

- AGUILAR, A. M. - BEÉCHE, M. A.: Current situation of the European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana* (Schiff.) Lepidoptera: Tortricidae) in Chile. In: ALFARO, R. I. - GLOVER, S. G. (eds.) Insects affecting reforestation: biology and damage. Victoria, Canada; Forestry Canada, Pacific and Yukon Region, 1989, s. 155-160.
- ARN, H. - TÓTH, M. - PRIESNER, E.: List of sex pheromones of Lepidoptera and related attractants. Paris OILB-SROP 1986. 123 s.
- ARN, H. - TÓTH, M. - PRIESNER, E.: Addenda and corrigenda to the List of sex pheromones of Lepidoptera and related attractants. Paris, OILB-SROP 1986/87. 24 s.
- BREWER, W. J. - KRAMPL, F. - SKUHRÁVÝ, V.: Forest Lepidoptera attracted to six synthetic pheromones in Czechoslovakia. Z. angew. Ent., 100, 1985, s. 372-381.
- BOGENSCHÜTZ, H. - ALBERT, R. - TÓTH, J.: Experiments for monitoring *Rhyacionia buoliana* populations by means of synthetic sex pheromones. P. Int. Conf. Integr. Plant. Prot., 4, 1983, s. 150-154.
- BURZYŃSKI, J. - KOLK, A. - RODZIEWICZ, A.: Próba zwalczania zwojki sosnoweczki (*Rhyacionia buoliana* Schiff.) za pomocą syntetycznego feromonu płciowego. Sylwan, 1980, č. 9, s. 41-46.
- BUSCK, A.: The European pine-shoot moth: A serious menace to pine timber in America. U. S. Dep. Agric. Bull., 170, 1915, 11 s.
- DATERMAN, G. E.: Synthetic sex pheromones for detection survey of European pine shoot moth. U. S. Dep. Agric. For. Serv., Res. Pap. PNW-180, 1974. 12 s.
- EVANS, D.: Establishment and survival of European pine shoot moth on container-grown 1-0 lodgepole pine. Can. For. Serv., Pacif. For. Res. Cent., Inf. Rep. BC-X-79, 1973, 7 s.
- GRAY, T. G. - SLESSOR, K. N. - SHEPHERS, R. R. - GRANT, G. G. - MANVILLE, J. F.: European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Tortricidae): Identification of additional pheromone components resulting in an improved lure. Can. Ent., 116, 1984, s. 1525-1532.
- HARRIS, J. W. E. - ROSS, D. A.: European pine shoot moth. Can. For. Serv., Pacif. For. Res. Cent., Forest Pest Leaflet, 18, Rev. Apr. 1976. 4 s.
- HRDÝ, I. - LIŠKA, J. - VRKOČ, J. - HOCHMUT, R.: New records on sex attractants for males and faunistic comments on moths (Lepidoptera) from Czechoslovakia. Acta ent. bohemoslov., 86, 1989, s. 252-268.
- PFEFFER, A.: Lesnická zoologie II. Praha, SZN 1954. 622 s.
- SCHWENKE, W.: Die Forstschädlinge Europas. III. Schmetterlinge. Hamburg und Berlin, Paul Parey 1978. 467 s.
- SKUHRÁVÝ, V. - HOCHMUT, R.: Výskyt bekyně mnišky a obaleče modřínového v ČSR v roce 1983 sledovaný feromonovými pastmi. Lesn. Práce (Praha), 63, 1984, s. 153-156.
- SCHRÖDER, D.: Zur Kenntnis der Systematik und Ökologie der Evetria-Arten (Lepid., Tortricidae). Z. angew. Ent., 57, 1966, s. 332-412; 58, 1966, s. 279-308.
- SMITH, R. G. - DATERMAN, G. E. - DAVES, G. D. Jr. - McMURTREY, K. D. - ROELOFS, W. L.: Sex pheromone of the European pine shoot moth: chemical identification and field tests. J. Insect Physiol., 20, 1974, s. 661-668.
- VRKOČ, J. - KONEČNÝ, K. - VALTEROVÁ, I. - HRDÝ, I.: Rubber substrates and their influence on isomerization of conjugated dienes in pheromone dispensers. J. Chem. Ecol., 14, 1988, s. 1347-1358.
- VRKOČ, J. - SKUHRÁVÝ, V. - BALTENSWEILER, E.: Freilanduntersuchungen zur Sexuallockstoff-Reaktion der Fichtenform des Grauen Lärchenwicklers, *Zeiraphera diniana* Gn. (Lep. Tortricidae). Anz. Schäd. - Kde Pfl. Umweltschutz, 52, 1979, s. 129-130.

HRDÝ, I.¹ - HRDÁ, J.² - HOCHMUT, R.³ - LIŠKA, J.³ - VRKOČ, J.¹ (Institute of Organic Chemistry and Biochemistry of the Czechoslovak Academy of Sciences, Insect Chemical Ecology Unit, Praha¹; Czech Hydrometeorological Institute, Praha²; Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviště-Strnady³): *Standardization of pheromone dispensers and traps for monitoring the European pine shoot moth, Rhyacionia buoliana* (D. & S.). *Lesnictví-Forestry*, 38, 1992 (9 - 10): 839-852.

Series of field trials were carried out in young stands of *Pinus silvestris* at several localities in the central Bohemia in 1985 - 1989 to test the effectiveness of the main component of sex pheromone of the European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana*), screen mixtures of several components and to optimize pheromone dispensers as regards their effectiveness and specificity. Original Czechoslovak dispensers were compared with imported ones - Atrabul, commercially manufactured in Rumania, the Polish Rhyodor and test samples by Hoechst A. G., Germany. Traps of various kinds were tested, too, in order to find a type for standard use in monitoring. Data on the contents of active compounds in the dispensers are summarized in Tab. I. The results of Gray et al. (1984) were taken into account in making variants of the Czechoslovak dispensers. Details on formulations of pheromone dispensers have been published by Vrkoč et al. (1988). All the types of traps used by us, their shapes and structures are shown in Fig. 1. A Bird Tanglefoot (USA) lime was used in all the sticky traps. The results were statistically evaluated using transformed values $y = 1/n(N+1)$, N being the number of specimens captured (cf. Tabs. II - VIII). Details of the individual tests are tabled. The results have confirmed that attractants consisting of several components, four in particular, are more effective and selective and that in *R. buoliana* the sizes of catches grow with increasing pheromone dosage (the maximum was reached with 750 µg of active compound). The most important non-target species, proportions of which to *R. buoliana* varied with the individual types of dispensers between 15 % and 92 %, was the tortricid moth *Cnephasia asseclana* (cf. Tabs. IV, V, VII). The proportions of other non-target species in the samples were negligible with all the test mixtures. Only the finding (third in Bohemia) of *Cnephasia oxyacanthana* was remarkable in terms of faunistics. The identified lepidopterans are given in Tabs. VI and VII. Delta (Fig. 1e) proved to be the best among the types of traps compared for effectiveness and selectivity concerning non-target insects. A non-saturating funnel trap (Fig. 1f) was a failure because of its low effectiveness (cf. Tab. VIII). The results are summarized in Tab. IX. Standardization of pheromone dispensers and traps for monitoring *R. buoliana* can be based on the following data: 1. Dispensers containing E9-12:Ac alone, which are used for monitoring the spruce form of larch bud moth (*Zeiraphera diniana*), are not suitable for monitoring the European pine shoot moth. Non-target species, mostly *Cnephasia asseclana*, are usually found together with the targets *R. buoliana* or *Z. diniana* in traps baited with E9-12:Ac. Data and illustrations facilitating identification of the target species should be affixed to the traps or at least included in directions for use to prevent erroneous counts of catches in practical forestry. 2. The proportion of non-target species caught in traps along with *R. buoliana* during monitoring can be reduced (but not excluded) by using lures made of three or four components. 3. The higher the lure dosage in the range of 5 - 750 µg the larger is the catch of *R. buoliana* males. 4. Pheromone dispensers containing sex attractant consisting of (dosage in µg): E9-12:Ac (682.5) + E9-12:OH (22.5) + 12:Ac (22.5) + 12:OH (22.5) are recommended for monitoring the incidence of *R. buoliana*. 5. The Delta trap with flaps on the roof pulled back is a suitable type (Fig. 1e). Cardboard traps, not plastic, are recommended considering the function of pheromone traps and protection of the environment. 6. Our results indicate that even higher dosages of *R. buoliana* sex attractant should be tested for the purpose of mass-trapping the males. 7. The type of mass trap (Fig. 1f) tested by us is not very effective. Field observations have shown that the main reason is the small diameter of the entrance, which has been confirmed by comparisons of the sticky traps.

Adresy autorů:

Doc. RNDr. Ivan Hrdý, DrSc., Ústav organické chemie a biochemie ČSAV, laboratoř chemické ekologie hmyzu, U Šalamounky 41, 158 00 Praha 5

RNDr. Jitka Hrdá, MSc., Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4

Ing. Richard Hochmut, CSc., ing. Jan Liška, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady, 156 04 Praha 5

RNDr. Jan Vrkoč, CSc., Ústav organické chemie a biochemie ČSAV, Flemingovo nám. 2, 166 10 Praha 6

M. Novotný

NOVOTNÝ, M. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady): *Vícekritériální rozhodování v řízení. Lesnictví - Forestry*, 38, 1992 (9 - 10): 853-860.

V článku se připomíná, že přes všechnu snahu teoretických pracovníků v oblasti řízení se zatím v praxi v širším měřítku stále ještě nepoužívají standardní matematické optimalizační metody pro řešení různých rozhodovacích situací. Za hlavní důvod této skutečnosti jsou pokládány jednak striktní požadavky těchto standardních metod na vstupní údaje, které praxe nemůže splnit bez újmy na konkrétní použitelnosti získaných výsledků, jednak jednodukriteriálnost rozhodovacích funkcí, které jsou v těchto standardních modelech zabudovány. Ke zlepšení tohoto negativního stavu se doporučuje zavádění metod vícekritériální optimalizace. Je stručně uvedena obecná charakteristika těchto metod a podán konkrétní popis Saatyho metody pro kvantitativní porovnávání relativní významnosti zvolených kritérií při hodnocení variant v rámci rozhodovací analýzy. Saatyho metoda dává adekvátnější výsledky než metoda pomocí Fullerova trojúhelníku, založená na kvalitativním porovnávání významnosti zvolených kritérií. Je připojena krátká charakteristika metody STEM, která umožňuje hodnotit různé varianty rozhodnutí na základě vícekritériální funkce. Metoda STEM vyžaduje počítač pracující v interaktivním režimu.

lesní hospodářství; matematické metody; vícekritériální optimalizační metody; rozhodovací analýza

Když se v padesátých letech u nás objevily v rámci teorie řízení optimalizační metody typu lineárního programování (A r o n o v i č , 1958; H a b r , 1959), většina odborníků zabývajících se touto problematikou je přijala s přesvědčením, že jde o metody, které na bázi matematického přístupu v podstatě vyřeší problém zvědečtění rozhodovacího procesu ve všech odvětvích národního hospodářství.

Postupem doby přibývaly v řídicí praxi nejrůznější aplikace těchto metod, které jakoby potvrzovaly optimistickou předpověď odborníků. Jenomže bližší pohled na tyto aplikace prozradil, že pro použití různých optimalizačních metod byly pečlivě vyhledávány jen takové problémy, které vyhovovaly jejich požadavkům. Opačný přístup byl spíše výjimkou.

O jaké požadavky šlo? Aby byl nějaký problém řešitelný optimalizačními metodami standardního typu, musí mít minimálně tyto vlastnosti:

- musí existovat znalost všech relevantních proměnných problému;
- tyto proměnné musí být numerické povahy, nebo alespoň takové, které lze na numerické vyjádření převést;
- problém musí být popsitelný matematickým aparátem;
- cíle řešení musí být definovatelné pomocí kvantifikované funkce;
- řešení problému musí být bez zpětných vazeb, obvykle jen jednorázového charakteru.

Některé optimalizační metody si pak předepisují ještě další podmínky. Tak např. metody pro řešení problémů velmi populárního lineárního programování požadují navíc zaměnitelnost vyráběné produkce či dopravovaných substrátů, zaměnitelnost vstupních surovin či technologií, nezápornost proměnných a lineární vztahy mezi nimi.

Uvedené požadavky ve svém souhrnu silně zjednodušují skutečnost. Velmi názorně to vysvětluje např. Habr ve své popularizující publikaci o optimalizačních metodách v praxi (Habr, 1966). Proto pro většinu rozhodovacích situací, které se v praxi skutečně vyskytují, uvedené metody nedostačují. Někteří autoři připouštějí jejich použití i u problémů, které jejich podmínky nesplňují, ale zdůrazňují, že ten, kdo rozhoduje, si musí jejich neadekvátnost neustále připomínat.

Další nevýhodou vzpomínaných metod je kromě zjednodušování i skutečnost, že ten, kdo rozhoduje, může vstoupit do řešení rozhodovacího problému až v jeho implementační a interpretační fázi. V průběhu výpočtů tak učinit nemůže, neboť jejich algoritmus je dán velmi tvrdě. Metody pak většinou ani nedovedou respektovat bohatý soubor konkrétních faktorů přicházejících v úvahu při řešení praktických problémů, takže se někdy nazývají studenými modely.

Také v lesním hospodářství jsme se postupně přesvědčili, že standardní metody matematického programování dávají vcelku dobré a kvalitní podklady pro rozhodování, ale jen u jednodušších technických a výrobních systémů, jako jsou např. úlohy dopravní, okružní, alokační, směšovací a přiřazovací, popř. i úlohy obecnější, ale menšího rozsahu (Hýbl et al., 1963; Novotný, 1967; Novotný et al., 1973).

Mezi největší nedostatky standardních přístupů k matematickému modelování rozhodovacích situací patří skutečnost, že jsou založeny na monokriteriální účelové funkci a že mají zpravidla deterministickou povahu.

Jedni z prvních, kteří na důsledky takového přístupu v odborné literatuře u nás poukázali, byli Kadlec a Vodáček (1962). V citované publikaci uvádějí příklad, kdy u hypotetického výrobního závodu počítali optimální skladbu čtyř výrobků z hlediska maximální hodnoty výroby, maximální akumulace a maximálního využití výrobní kapacity. U každého řešení podle jednoho z uvedených kritérií propočítali jeho důsledky na kritéria zbývající. A výsledek? Např. při optimalizaci z hlediska maximalizace využití výrobní kapacity činila hodnota výroby jen 50,4 % proti řešení, při kterém byla tato hodnota sama kritériální funkcí, a akumulace 82,3 % proti řešení, při kterém byla kritériální funkcí opět sama akumulace.

Autoři nenavrhují, jak tuto situaci řešit, jen na ni upozorňují a doporučují propočítat vždy všechny varianty, aby byl získán kvantitativní podklad pro správné komplexní rozhodnutí. Z této formulace jednoznačně vyplývá, že si byli dobře vědomi toho, že reálné rozhodovací procesy obvykle vyžadují, aby při rozhodování bylo bráno v úvahu více hledisek současně. Kromě toho téměř ve všech rozhodovacích situacích je nutné počítat i s faktory nejistoty, neurčitosti a rizika.

To, že např. algoritmus klasického lineárního programování tyto skutečnosti nerespektuje, přispělo podle našeho přesvědčení k jeho poměrně malému rozšíření v praxi, třebaže jeho aplikacím byla věnována skutečně mimořádná pozornost.

Dnes je již zcela zřejmé, že řešení skutečných rozhodovacích problémů se bez vícekritériálního pohledu na vlastní optimalizaci neobejde.

V zahraničí se problematice vícekritériálního rozhodování věnuje velká pozornost od začátku sedmdesátých let (Benayoun et al., 1971; Cochrane a Zeleny, 1973; Dubov, 1977 a další). U nás byla jednou z prvních prací, která se problémem vícekritériálnosti zabývala, práce autorů Černý et al. (1980). Mezi novější teoretické práce v tomto oboru pak patří práce, kterou publikovali Černý a Gluckaufová (1987). Velmi zajímavá a pro pochopení problematiky vícekritériálního rozhodování užitečná je práce autorů Jablonský et al. (1986), která kromě zasvěceného teoretického výkladu problematiky obsahuje i počítačové řešení jednotlivých postupů.

V lesním hospodářství je z metod vícekritériální optimalizace, synonymum vícekritériální rozhodování, nejznámější rozhodovací analýza (Ruprich et al., 1977).

Metody vícekritériální optimalizace lze třídit podle mnoha hledisek. Jablonský et al. (1986) použili pro jejich klasifikaci jen dvě kritéria, a to počet prvků v množině variant a způsob získávání informací pro rozhodování.

Podle počtu prvků v množině variant rozlišují vícekritériální hodnocení variant a vícekritériální programování. Podmínkou vícekritériálního hodnocení variant je, aby v dané rozhodovací situaci byly dány všechny přípustné varianty v explicitní formě. Množina těchto variant má potom konečný počet prvků, z nichž každý je charakterizován vektorem čísel, která představují zakódované hodnoty kritérií. Rozhodovací situace je pak charakterizována tzv. kritériální maticí ve tvaru:

$$\begin{array}{c}
 A_1 \quad A_2 \quad \dots \quad A_k \\
 \begin{array}{c} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{array} \left[\begin{array}{cccc} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1k} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{p1} & y_{p2} & \dots & y_{pk} \end{array} \right]
 \end{array} \quad (1)$$

kde: X_i - hodnocená varianta
 A_j - hodnotící kritérium
 y_{ij} - hodnota kritéria (j) u i -té hodnocené varianty

Vícekritériální programování se zabývá situací, kdy při rozhodování nejsou všechny přípustné varianty předem vytvořeny, ale jsou udány podmínky, které musí přípustná varianta splňovat. Proces tvorby variant je potom nevydělitelnou součástí rozhodovacího procesu. Technické charakteristiky varianty se zpravidla popisují hodnotami proměnných $x_1, x_2, \dots, x_n$ a předpokládá se, že pro přípustnou variantu musí tyto proměnné vyhovovat soustavě podmínek ve tvaru:

$$g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_1 \quad (2)$$

$$g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_2$$

$$g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_m$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

Sledovaná kritéria jsou pak dána funkcemi:

$$y_1 = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3)$$

$$y_2 = f_2(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$y_k = f_k(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

kde: $y_1, y_2, \dots, y_k$ - sledované kritérium pro hodnocení variant

Rozhodovací úloha spočívá v tom, že je třeba najít takové hodnoty $x_1, x_2, \dots, x_n$, které vyhovují podmínkám (2) a současně jsou jim soustavou (3) přiřazeny nejvýhodnější hodnoty sledovaných kritérií. V případě, že $k = 1$, jde o klasické jednokritériální matematické programování.

Je možné konstatovat, že rozhodovací situace, v nichž je dán konečný seznam přípustných variant, jsou v ekonomické praxi běžnější než situace, které patří do kategorie úloh vícekritériálního programování.

Podle způsobu získávání informací pro rozhodování se metody vícekritériální optimalizace podle autorů J a b l o n s k ý et al. (1986) dělí do čtyř skupin. Do první skupiny se zařazují metody, které mají předem k dispozici informace v té či oné podobě umožňující konstrukci skalárního sdruženého kritéria, např. na základě vah u jednotlivých kritérií. Tyto úlohy se v podstatě převádějí na úlohy jednokritériální.

Vlastní jádro kritériální optimalizace však tvoří studium těch rozhodovacích situací, v nichž výchozí informace nestačí k přímé skalarizaci problému. Metody, které takové situace řeší, člení J a b l o n s k ý et al. (1986) do zbývajících tří skupin. Do druhé skupiny zařazují metody, které pro rozhodovací analýzu nemají k dispozici žádné konsistentní informace o preferencích mezi kritérii a kritéria vesměs nejsou souměřitelná. Do třetí skupiny dávají metody počítající s postupným získáváním dodatečných informací o kritériích v průběhu řešení a do čtvrté skupiny metody poskytující řešení v tzv. parametrické formě.

V lesním hospodářství se zatím vícekritériální rozhodování do podvědomí řídicích pracovníků příliš nedostalo s výjimkou rozhodovací analýzy, která patří mezi vícekritériální metody jednodušší. Přes snahu výzkumu a pedagogů lesnických fakult i středních lesnických škol se však ani té v praktickém životě příliš nedaří.

Podle našeho názoru jsou dvě hlavní příčiny: nedoceníení možností této metody pro řešení praktických rozhodovacích situací ze strany řídicích pracovníků a skutečnost, že při určování relativní důležitosti jednotlivých kritérií sloužících pro posuzování vhodnosti jednotlivých variant se metodicky ustrnulo na jejich relativním srovnávání pomocí Fullerova trojúhelníku. Toto srovnání je nedokonalé, neboť jednotlivá kritéria se sice navzájem posuzují, ale výsledek posuzování se vyjadřuje pouze kvalitativně, nikoliv kvantitativně. Jinak řečeno, ve Fullerově trojúhelníku např. vyjádříme skutečnost, že kritérium tři považujeme za významnější než třeba kritérium pět, ale rozdíl v této významnosti už uniká. Ať je to 10 % nebo 90 %, symbol významnosti (kroužek) má stále stejnou váhu. To pak může vést k nedoceníení, nebo naopak k přecenění důležitosti kritéria se všemi negativními dopady na konečný výsledek hodnocení.

Nedostatek párového srovnávání kritérií odstraňuje poměrně jednoduchá metoda, jejímž autorem je S a a t y (1978). Vzhledem k významu Saatyho metody pro zvýšení kvality výsledků dosahovaných rozhodovací analýzou tuto metodu stručně popíšeme.

V Saatyho metodě vyjadřuje expert v určité bodové stupnici, do jaké míry považuje jedno kritérium za důležitější než druhé. Příklad bodové stupnice:

1 ... expert považuje kritérium, které srovnává, za stejně významné jako to, ke kterému srovnává;

3 ... expert považuje kritérium, které srovnává, za poněkud významnější než to, ke kterému srovnává;

6 ... expert považuje kritérium, které srovnává, za mnohem významnější než to, ke kterému srovnává;

9 ... expert považuje kritérium, které srovnává, za vysoce významnější než to, ke kterému srovnává.

Body, které expert přiděluje jednotlivým kritériím, označíme (a_{ij}). Vzájemný poměr významnosti jednotlivých kritérií stanovených expertem označíme (s_{ij}). Jsou to prvky tzv. Saatyho matice [S] o rozměrech $m \times m$ (m ... počet kritérií). Prvky Saatyho matice počítáme podle vzorce

$$s_{ij} = \frac{a_i}{a_j} \quad (4)$$

Při tom platí: $s_{ii} = 1 \quad (5)$

$$s_{ji} = \frac{1}{s_{ij}} \quad (6)$$

Odhad váhy i -tého kritéria (v_i) se počítá podle vzorce

$$v_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^m R_i} \quad (7)$$

přičemž

$$R_i = \left[\prod_{j=1}^m s_{ij} \right]^{1/m} \quad (8)$$

pro $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, m$

Platí, že $\sum_{i=1}^m v_i = 1 \quad (9)$

Tvar Saatyho matice můžeme vyjádřit obecně takto:

$$[S] = \begin{bmatrix} \frac{a_1}{a_1} & \frac{a_1}{a_2} & \dots & \frac{a_1}{a_m} \\ \frac{a_2}{a_1} & \frac{a_2}{a_2} & \dots & \frac{a_2}{a_m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_m}{a_1} & \frac{a_m}{a_2} & \dots & \frac{a_m}{a_m} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Pro demonstraci postupu Saatyho metody uvedeme jako příklad výpočet vah kritérií při hodnocení čtyř variant technologie přibližování dříví. Byla použita tato kritéria: celkové náklady (1), mzdové náklady (2), výkon za směnu (3), spotřeba pracovního času (4)

$$[S] = \begin{bmatrix} \frac{1}{1} & \frac{3}{1} & \frac{6}{1} & \frac{3}{1} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{1} & \frac{6}{1} & \frac{1}{1} \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{6} & \frac{1}{1} & \frac{1}{6} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{1} & \frac{6}{1} & \frac{1}{1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 6 & 3 \\ 0,33 & 1 & 6 & 1 \\ 0,17 & 0,17 & 1 & 0,17 \\ 0,33 & 1 & 6 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 54 \\ 1,98 \\ 0,005 \\ 1,98 \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\prod_{i=1}^n s_{ij} \quad (12)$$

$$R_1 = 2,711; R_2 = 1,186; R_3 = 0,266; R_4 = 1,186$$

$$\sum_{i=1}^4 R_i = 5,349 \quad (13)$$

$$v_1 = 0,51; v_2 = 0,22; v_3 = 0,05; v_4 = 0,22; \sum_{i=1}^4 v_i = 1 \quad (14)$$

Další postup s těmito vahami získanými z kvantitativního porovnání významnosti jednotlivých kritérií je obdobný jako s vahami získanými z Fullerova trojúhelníka.

Pro srovnání uvádíme pro náš příklad váhy kritérií stanovené podle stejného experta pomocí Fullerova trojúhelníku, tedy pouze na základě kritéria „ano - ne“:

$$v_1 = 0,33; v_2 = 0,17; v_3 = 0; v_4 = 0,50$$

Čtenář si jistě sám udělá úsudek o tom, který výsledek je z hlediska skutečnosti adekvátnější.

Vcelku je možné konstatovat, že vícekriteriální optimalizace je tím metodickým nástrojem, který může podstatnou měrou zvýšit úroveň rozhodování v praxi, neboť ji lze aplikovat i na problémy, které zdaleka nesplňují striktní podmínky standardních matematických modelů, jako je např. lineární programování. Za zvlášť významné v tomto směru považujeme zejména to, že při rozhodovací analýze:

- rozhodovací situace nemusí být popsitelná matematickým aparátem,
- počet náhodných proměnných zobrazujících významné prvky okolí může být relativně velký,
- relevantní proměnné nemusí být numerické povahy, ale často jen symbolické či dokonce verbální,
- vazba mezi prvky může být složitá,
- důsledky volby nemusí být kvantifikovatelné,
- nemusí nutně existovat výpočetní postup, který by umožnil řešení rozhodovací situace v číselné podobě,
- rozhodovatel může do průběhu řešení vstupovat,
- vlastní řešení může být i kolektivním dílem několika rozhodovacích subjektů, třeba i s protichůdnými zájmy.

Že se i v lesním hospodářství začínají objevovat první práce s aplikacemi složitějších metod vícekriteriální optimalizace, dokazuje např. Ř e š á t k o (1989). Autor v této práci ověřil možnosti použití interaktivní metody vícekriteriálního programování STEM (zkratka angl. názvu STEP METHOD) pro návrh takové dřevinné skladby v hospodářsko-úpravnickém plánování, která by dávala nejen největší objemovou produkci, ale současně by i zaručila její optimální kvalitu a bezpečnost a vyhověla nárokům na rekreační funkci lesa.

Metoda spočívá ve střídání dvou základních kroků, výpočetního a rozhodovacího. Její aplikace nezbytně vyžaduje počítač s interaktivním režimem.

Ve výpočetním kroku počítač vypočítá průběžné řešení a předloží rozhodovateli hodnoty kritériálních funkcí. V rozhodovacím kroku rozhodovatel posoudí dosažené hodnoty a předá počítači informaci, které hodnoty mu vyhovují a které kritériální funkce je ochoten snížit a o kolik. Snížení hodnoty některé z kritériálních funkcí je předpokladem pro zvýšení hodnot těch kritériálních funkcí, jejichž velikosti rozhodovateli nevyhovují.

Oba kroky se opakují tak dlouho až tomu, kdo rozhoduje, hodnoty všech zadaných kritériálních funkcí vyhovují.

Metoda STEM dala skutečně funkční výsledky, které teoretickým poznatkům i praktickým zkušenostem odpovídaly mnohem lépe než výsledky pomocí lineárního programování, které Ř e š á t k o (1989) rovněž ověřoval.

Pro další aplikace vícekritériální optimalizace v lesním hospodářství bude zřejmě účelné zaměřit se na ty matematické přístupy modelování rozhodovacích situací, které nejenže budou brát v úvahu požadavky více kritérií, ale současně budou respektovat i podmínky rizika, nejistoty a neurčitosti. Vždyť žádné jiné odvětví není v tomto směru zranitelnější než právě lesní hospodářství. Současná úroveň výpočetní techniky, kterou mají řídicí pracovníci v lesním hospodářství také k dispozici, vytváří dostačující technickou bázi pro aplikace i velmi složitých pravděpodobnostních modelů.

Literatura

- ARONOVICH, M. A.: O primenjeniji za rubežom matematičeskich priemov issledovanija a ekonomičeskich problem. Věst. Statist., 1958, č. 11.
- BENAYOUN, R. - MONTGOLFIER, J. de - TERGNY, J. - LARICHEV, O.: Linear programming with multiple objective functions. Step Meth. math. Prog., 1, 1971, č. 3.
- COCHRANE, J. L. - ZELENY, M.: Multiple criteria decision making. University of South Carolina Press 1973.
- ČERNÝ, M. - GLÜCKAUFOVÁ, D.: Vícekritériální vyhodnocování v praxi. Praha, SNTL 1982.
- ČERNÝ, M. - GLÜCKAUFOVÁ, D.: Vícekritériální rozhodování za neurčitosti. Praha, Academia 1987.
- ČERNÝ, M. - GLÜCKAUFOVÁ, D. - TOMS, M.: Metody komplexního vyhodnocování variant. Praha, Academia 1980.
- DUBOV, J. A.: Raspredelenije resursov pri mnogich kriteriach. Avtomatika i Telemekh., 1977, č. 12.
- HABR, J.: Lineární programování. Praha, Práce 1959.
- HABR, J.: Jednoduché optimalizační metody pro ekonomickou praxi. Praha, SNTL 1966.
- HÝBL, J. - VLACH, V. - HALÍK, R.: Matematická statistika a lineární programování v řízení lesního hospodářstva. Bratislava, SNPL 1963.
- JABLONSKÝ, J. - FIALA, P. - MAŇAS, M.: Vícekritériální optimalizace. Praha SPN, 1986.
- KADLEC, V. - VODÁČEK, L.: Praktická aplikace metod lineárního programování. Praha, NPL 1962.
- NOVOTNÝ, M.: Možnosti aplikace lineárního programování při operativním řízení závodové dopravy v lesním hospodářství. Lesn. Čas.(Praha), 13, 1967.
- NOVOTNÝ, M. - NOVOTNÝ, V. - RUPRICH, J. - VICENA, I.: Základy optimálního rozhodování v praxi lesního hospodářství. Praha, SZN 1973.
- RUPRICH, J. - NOVOTNÝ, M. - PORUBIAK, J.: Řízení lesního hospodářství. Praha, SZN 1977.
- ŘEŠÁTKO, M.: Optimalizace návrhu dřevinných skladeb. [Kandidátská disertační práce.] Jiloviště - Strnady 1989.
- SAATY, T.: Exploring the interface between hierarchies. Multiple objectives and fuzzy sets. Fuzzy Sets and Systems, 1, 1978, č. 1.

Došlo 7. 2. 1992

NOVOTNÝ, M. (Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviště-Strnady): *Multicriterial decisions in management*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 853-860.

An application of mathematical methods to a decision-making process in the forestry is described in the present paper. On the background of historical development of optimization method applications in the forestry sector it is noted that these methods have not complied with the original expectations of specialists. The main cause of this fact as mentioned in this article is a presupposition that decision problems to be solved by standard optimization methods will meet a number of requirements, e.g. numeric data on variables, complete listing of variables, possibilities of quantification of criterion function, etc. The conditions formulated by the mentioned methods simplify considerably the reality in most cases. As a result of this, managers misinterpret the obtained

results and finally they have to apply their own experience and intuition to utilize them. As for linear programming, it is underlined that its requirement for a unicriterial decision function provides an extreme solution which may be optimum but from one aspect only, and which is not acceptable from other aspects that are also of great practical importance. The use of multicriterial optimization methods is proposed in this paper to improve this situation and to enhance the interest of managers in increasing the level of their decision-making. These methods are briefly classified in general, and then attention is paid to a decision analysis which is relatively known in the Czechoslovak forestry but which is not used very much in practice. Principal reasons of this state: failure to appreciate possibilities of this method in practical conditions on the one hand, use of a little sensitive procedure of Fuller's triangle for a comparison of the relative significance of chosen criteria for an evaluation of decision scenarios on the other. Saaty's method is proposed to remove this weak point of decision analysis. The algorithm of this method is described in brief, first in general form and then it is demonstrated for determination of weights to evaluate various technological procedures of timber skidding. Resultant weights of criteria obtained by Saaty's method are compared with weights obtained by Fuller's triangle. Both methods were used by the same specialist. A method of multicriterial programming STEM is described in brief in the final section of this paper which was used in candidate's dissertation to determinate optimum species composition that would provide for maximum volume production, its quality and security and which would also fulfil recreational functions of the forest.

forestry; mathematical methods; multicriterial optimization methods; decision analysis

Adresa autora:

Doc. ing. Milan N o v o t n ý, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady,
156 04 Praha 5 - Zbraslav

VLASTNICKÉ A UŽÍVACÍ VZTAHY K LESNÍ PŮDĚ A LESU V ČESKÝCH ZEMÍCH V LETECH 1620 AŽ 1918

G. Novotný

NOVOTNÝ, G. (Historický ústav ČSAV, Brno): *Vlastnické a uživatelské vztahy k lesní půdě a lesu v českých zemích v letech 1620 až 1918*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (9 - 10): 861-873.

Historická analýza držby lesů je v současnosti velmi aktuální. Poučuje i o metodách a formách hospodaření. Značným zásahem do vlastnictví byly tři konfiskační vlny, probíhající v době třicetileté války a nejcitelněji v Čechách. Největší část lesů získala stará česká katolická šlechta a nová cizí šlechta. Pokles zastoupení dominikálních lesů podle katastrů v 18. a 19. století nepřímo dokazuje změny v soudobé společnosti ve prospěch nešlechtických vrstev. V letech 1800 - 1868 byly prodány takřka všechny státní (komorní), nadační, fondovní a horní lesy o rozloze asi 238 000 ha; v té době byla cena za hektar průměrně 160 zlatých. V příspěvku jsou rozebrány důvody a etapy rozprodeje. Státní, nadační, fondovní, fideikomisní a církevní lesy byly povinně zařízeny, obecní jen v Čechách po roce 1893. Až do první pozemkové reformy po roce 1918 bylo v soukromé držbě přes 80 % lesů, z nichž třetina byla fideikomisních a dvě třetiny alodních. Úroveň hospodaření a přínos k uchování lesů a jejich výnosové vyrovnanosti je nutné negativně hodnotit v malých soukromých a obecních lesích zhruba do rozlohy 500 ha. Úroveň byla dána legislativou, zaměstnáváním dostatečného počtu kvalifikovaného personálu a uplatňováním soudobých vědeckých poznatků. Podle přehledů, v nichž je rozebírána velikostní struktura lesů, byla nejpříznivější situace v církevních a soukromých lesích. V tab. I jsou sumarizovány výměry jednotlivých kategorií lesní držby v letech 1850, 1900 a 1910 získané ze tří pramenů.

držba lesů; velkostatek; konfiskace; rozprodej lesů; velikostní struktura

Takřka opomíjenou součástí našich hospodářských dějin je vývoj vlastnických a uživatelských vztahů k lesní půdě a lesu¹⁾. Přitom les byl a je pro člověka nenahraditelnou hodnotou. Historická analýza držby lesů získala v poslední době mimořádně na aktuálnosti, neboť se znovu vynořují staronové kategorie držby. Zároveň ozřejmuje rozličné cíle a metody hospodaření v minulosti, jehož výsledky se promítají vzhledem k dlouhodobosti reprodukčního cyklu lesní výroby až do dnešního stavu porostů a produkce dřeva.

V 9. až 14. století probíhal proces vzniku pozemkových vrchností s jejich pravomocemi a lesy se majetnický rozrůznily na královské (zeměpanské), šlechtické, měšťanské, církevní, selské a obecní. Proběhla vnitřní a vnější středověká kolonizace, provozovalo se mezní právo, služebnosti, užívání lesa se přenechávalo za nejrozličnější poplatky a dávky. Populační vývoj a neustálé se rozvíjející hospodářská činnost kladly zvýšené nároky na spotřebu dřeva a leckde způsobovaly i devastaci lesů²⁾. Teprve v 16. století vzniklo takřka skutečné lesní hospodářství, které mohlo uchránit lesní půdu proti pronikání zemědělců.

V tomto příspěvku nejsou obvyklé odkazy na literaturu, ale číslicemi jsou označeny poznámky souhrnně uvedené na konci práce.

V husitských válkách byly duchovenskému stavu a královské komoře odebrány mj. i lesy a připadly většinou šlechtě a drobným zemanům. Již nikdy se nedostaly v plném rozsahu do držby církve, ovšem na rozdíl od Moravy a Slezska. Rozchvácené majetky byly částečně navraceny podle zásady, že vlastnictví muselo být prokázáno zápisem v zemských deskách.

V době třicetileté války se jako důsledek dohry Bílé hory podstatně změnili majitelé lesních komplexů. U komisí v Čechách bylo obžalováno 1394 lidí a následně bylo osvo-bozeno 670 osob, v drtivé většině katolíků, hlavně z Plzeňského kraje a s majetkem do 20 000 kop míšeňských grošů. Odsouzeno bylo 724 osob (114 pánů a 610 rytířů), tzn. 52 % obžalovaných. 210 šlechticů pozbylo veškerý majetek, 402 šlechticům propadla jeho část a zbytek v pokutě, 112 jich bylo odsouzeno k manství. Z českých šlechticů byli nejcitelněji postiženi pánové Smiřičtí, ze Švamberka, Berkové z Dubé, Kavkové z Říčan aj. 61 % celkové hodnoty všech propadlých statků skoupili či získali příslušníci české předběláhorské šlechty nebo příbuzní postižených. Další majetek získávali vojenští velitelé, ještě méně církve (nejvíce v Prácheňském a Litoměřickém kraji) a nejméně panovník.

Z 1394 šlechticů emigrovalo 313 osob a ti, kteří byli usedlí nedaleko hranic, vkládali v roce 1631 veškeré naděje v saský vpád. Saské vojsko vyhnal roku 1632 Valdštejn, veškeré jmění emigrantů bylo zabaveno a dáno k ruce Valdštejnovi. Ten ale v roce 1634 zemřel a majetek připadl královskému fisku. 168 šlechticů (z nich 27 pánů) bylo odsouzeno a přišlo na mizinu. Opozice tak byla zlikvidována.

Třetí konfiskační vlna zasáhla ty, kteří hráli dvojakou roli. Postihla pozemkové bo-hatství Valdštejnovo, Trčků z Lípy, Viléma Vchynského z Vchynic aj. Tak byl dovršen rozpad velkých držav a dezintegrace ekonomicky nejzdatnějších českých dominií. Přesto však při pohledu na souhrnné výsledky tří konfiskačních vln získala největší část po-zemkového majetku stará česká šlechta, ovšem ihned byla následována novou, cizí šlechtou³⁾. Po roce 1621 získali v Čechách inkolát a výnosné lesy mj. knížata Piccolomi-niové a z Eggenbergu, hrabata Trautsmanndorfové, Buquoyové, Gallasové, Marradasové aj. Celkově se tak dostalo do pohybu asi 75 % pozemkového vlastnictví v Čechách a asi 40 % na Moravě.

Na Moravě bylo po roce 1622 zkonfiskováno zcela nebo zčásti 100 statků různé velikosti z 280 svobodných šlechtických celků. Odhady pořizovala komise, která statky podhodnocovala a nepočítala s drastickým poklesem hodnoty peněz asi na 1/7⁴⁾. K nejvý-nosnějším zkonfiskovaným panstvím na Moravě náležela Břeclav, Brtnice, Ždánice, Da-čice aj.⁵⁾

Celkově přinesla třicetiletá válka ohromné ztráty na obyvatelstvu, v hospodářství a podstatné změny majitelů lesů, byť většinou ve stejné kategorii držby. Za cizí rýnské zlaté si koupil slušný statek kdejaký cizinec, císařský stoupenec či vojenský dobrodruh. Nikdo z nich nemusel být zvláště zámožný, zbohatl až hospodařením na výnosných panstvích u nás.

Především až po třicetileté válce hrála v našich zemích nezastupitelnou roli pro lesní majetky instituce fideikomisu. Dobře čelil drobení hlavně nemovitého majetku, nesměla být poškozena jeho podstata, nemohl být zcizen, zastaven a trvale zatížen. Proto také byly lesní fideikomisní statky vždy právem vysoce ceněny⁶⁾.

Komorní majetek se zvětšoval např. konfiskacemi a odúmrťemi a naopak zase panovník statky ve finanční tísní zastavoval nebo rozdával cizincům. Po roce 1650 mu patřila v Čechách už jen komorní panství Přísečnice, Brandýs nad Labem, Přerov nad Labem, Poděbrady, Kolín, Pardubice, Zbítroh, Točnick, Králův Dvůr a Staré Smrkovice u Jičína⁷⁾.

Revizitace berní ruly v Čechách k roku 1682 se spokojila s neúplnou a výrazně podceňnou hodnotou rozlohy pouze selských polí zarostlých lesem. Obecní a poddanské lesy byly v zuboženém stavu, neboť trpěly přetěžbami a pastvou dobytka. Kvalitnější dříví bylo po třicetileté válce odebráno na stavby a opravy spálených a poškozených budov⁸⁾. Ani karolinský katastr ve Slezsku není komplexní, rozeznával dominikální, rustikální a městské lesy. Tereziánský katastr v Čechách uvedl asi 91,6 % panských a 8,3 % poddanských lesů, na Moravě pak asi 93,6 a 6,4 %. Rozloha většiny lesů byla v příznacích záměrně podhodnocena a řazena do horších bonitních tříd, což nebylo složité pro primitivní měřičské metody, špatnou kontrolu atd. Málo pozitivní údaje však zároveň prokázaly špatný stav tehdejších lesů, a to mnohde nejen ještě jako důsledek třicetileté války, ale signalizovaly rozvíjející se výrobní činnost (mj. manufaktury), spotřebu dřeva hospodářstvími ve vlastní režii, domácnostmi, ale i vývoz, zvyšující se počet obyvatel atd. Proto se začalo uvažovat o regulaci těžeb, zákazu pastvy v lesích, odebrání lesního steliva, lepší kontrole atd. a zároveň byl zvyšován - byť pomalu - podíl a význam lesního hospodářství na velkostatech. Dokladem toho jsou mj. panské hospodářské instrukce a lesní řády. Postupně se prosazovalo úpravnictví - zařízení lesa. První lesní hospodářské plány (dále jen LHP) jsou z poloviny 18. století a nejprve byly vypracovány pro některé velké fideikomisy a církevní lesy. V duchu nových ekonomických teorií a jako projev počínajícího náležitého uvědomění si užitečných funkcí lesů a jejich „národohospodářského“ významu z pozice státu byl v roce 1754 vydán Císařský královský patent lesů a dříví, ustanovení v království Českém se týkající ...⁹⁾.

Podle josefského katastru obhospodařoval v Čechách dominikál asi 76 % a rustikál 24 % lesů v zemi¹⁰⁾, na Moravě pak asi 84,1 a 15,9 %. Výsledky provizoria sice spočívaly více na odhadech než na měření a poměr dominikálu k rustikálu je znám jen na Moravě. K roku 1820 činil asi 86,2 ku 13,8 %¹¹⁾. Značně se dále zvýšil výnos lesa v souvislosti s narůstající poptávkou moravského a celorakouského průmyslu.

Poslední katastr - kromě revizí - období přechodu od feudalismu ke kapitalismu byl stabilní a podchytil všechny pozemky na základě trigonometrického vyměření. K roku 1839 patřilo na Moravě feudálům již jen asi 81,7 % všech lesů¹¹⁾. Pro názornost lze uvést přehled:

Katastr (Čechy, Morava, dominikál : rustikál v %)

tereziánský		josefský		provizorní		stabilní	
Č.	M.	Č.	M.	Č.	M.	Č.	M.
91,6	93,6	76	84,1	-	86,2	-	81,7
8,3	6,4	24	15,9	-	13,8	-	-

Přehled ukazuje výrazný vzrůst zastoupení rustikálních lesů na úkor dominikálních, a to především v Čechách, kde byly společensko-ekonomické změny časnější a pronikavější než na Moravě¹²⁾. Nepřímo tak odráží bouřlivé změny v české společnosti v průběhu zhruba 100 let, emancipaci nešlechtických vrstev atd. v rámci průmyslové, zemědělské a demografické revoluce.

O státních lesích v modernějším pojetí lze hovořit až od 18. století v souvislosti s pronikáním nových směrů lesnické vědy, s kvalifikací a s kompetencemi správního a lesního personálu, zařízením lesů atd. Tyto lesy byly děleny na komorní (kamerální), horní (montánní), nadační, fondovní, vojenské a solné (salinové).

Kamerální lesy měly poskytovat výnos běžnou produkcí dřeva. Podléhaly Všeobecné dvorské komoře, přibližně předchůdkyni ministerstva financí. Dříví z montánních a salinových lesů krylo potřebu státních báňských a solních podniků. Podléhaly Dvorské komoře pro mincovnictví a hornictví, přibližně předchůdkyni ministerstva hutnictví. Vojenské lesy, lesy státních hřebčinců aj. podléhaly ministerstvu války a nadační a fondovní lesy Všeobecné dvorské kanceláři, přibližně předchůdkyni ministerstva vnitra¹³⁾.

Náboženské, humanitní, sociální, vzdělávací aj. nadace a fondy věnovaly k určitému trvalému účelu movité nebo nemovité jmění, tzn. i pozemky s lesy¹⁴⁾. Studijní fond v Rakousku byl např. založen na jmění zrušeného jezuitského řádu (1773). Císař Josef II. nařídil svými dekrety z 80. let 18. století, aby v každé korunní zemi bylo jmění klášterů, kostelů, bratrstev, kanoniátů, beneficíí atd. svedeno v jeden fond, který by církevní instituce užívaly pod správou státu. Ryze církevní nadace spravovala církev. Jmění zrušených klášterů připadlo české náboženské matici (fondu), které řeholní komunity a držitelé církevních beneficíí odváděli příspěvky. Stát však těmito penězi urovnával své dluhy a vydával bezcenné dluhopisy. Drastickým příkladem byl rozprodej státních lesů v českých zemích v letech 1800 až 1868¹⁵⁾.

V. Č e r n ý napočítal k roku 1787 v Čechách 14 komorních statků, 25 statků studijního fondu, 5 statků tereziánského ústavu šlechticů, 15 nadačních statků a 44 statky náboženského fondu, po dvou statcích nejvyššího purkrabství a pražské univerzity; na Moravě a ve Slezsku pak 16 statků studijního fondu, 84 statky náboženského fondu a tři statky nadační vedle městských statků, olomouckého arcibiskupství, brněnského a vřatislavského biskupství, brněnské a olomoucké kapituly. Celkem tedy bylo v Čechách podle V. Č e r n é h o 107 statků, na Moravě a ve Slezsku 103, v českých zemích pak 210. Překvapivý je vysoký počet statků náboženského fondu na Moravě a ve Slezsku¹⁶⁾.

K. S c h i n d l e r podal tento přehled statků v Čechách k roku 1800:

	počet	celkem lesů (ha)
A. statky královského hradního eráru	2	46
B. statky nejvyššího purkrabího	11	86
C. statky komorní	45	65 494
D. statky báňské	6	14 514
E. statky fondovní (fundační)		
a) studijní fond	63	12 066
b) náboženský	68	27 175
c) invalidní	2	2 105
d) univerzitní	3	87
e) všeobecný studijní	6	2 173
f) ústavu hradčanských šlechticů	6	5 747
g) ústavu kanovníckých šlechticů na Starém Městě pražském	4	1 469
h) Strakův zemský	6	1 564
i) Šporkův zemský	2	919

Celkem tedy A - E - 224 statky s 133 445 ha lesů¹⁷⁾. Statky komorní, studijního i náboženského fondu byly prodány, stejně jako báňské (kromě Jáchymova), a zbyl Bohutín, Kladruby nad Labem a Hořice (Strozziova nadace)¹³⁾. Tzn., že šlo o 181 statek

s výměrou lesů asi 119 000 ha. K fondovním statkům přibyl Ronov a Třemošná (2915 ha) od hraběte Millesimo-Carreta¹⁷⁾.

Na jiném místě K. Schindler uvedl rozlohu montánních lesů v Čechách číslem 49 944 jiter (asi 28 738 ha) a fondovních lesů 7670 jiter (asi 4413 ha), tzn. celkem asi 33 151 ha lesů¹⁸⁾.

Ani napotřetí a naposledy, a navíc pro české země, nevnesl K. Schindler do studovaných údajů dostatečně jasno. Časopiseckou tabulku statků v Čechách k roku 1800 změnil¹⁹⁾ a dále uvedl tyto prodané statky v Čechách:

24 státních v letech 1809 až 1868 o výměře 97 208 ha asi za 21 mil. zlatých, 28 náboženského fondu - 1800 až 1839 - 67 623 ha - asi 7 mil. zlatých, 22 nadačních a studijního fondu - 1800 až 1864 - 18 877 ha - asi 3 mil. zlatých; na Moravě a ve Slezsku:

39 náboženského fondu - 1800 až 1846 - 45 392 ha - asi 6 mil. zlatých, 11 nadačních a studijního fondu - 1800 až 1826 - 8592 ha - asi 1,25 mil. zlatých. Podle tohoto zdroje byly tedy prodány v českých zemích 124 statky o celkové rozloze 237 692 ha asi za 38,25 miliónu zlatých²⁰⁾.

J. Nožička měl na mysli jen tři komorní statky a 58 statků náboženského fondu, celkem tedy 61 statek v Čechách. Jejich prodej vedl ke zrušení pražské administrace státních statků, takže zbylé byly podřízeny správě komorních důchodů (Kameral-Gefäll-Verwaltung). Administrace státních statků v Brně měla spravovat 49 moravských a slezských statků náboženského a studijního fondu; jejich převážná část byla rovněž ve 20. až 30. letech 19. století rozprodána. Podle J. Nožičky tedy šlo jen o 110 statků dohromady v českých zemích²¹⁾.

Jiní autoři - např. J. E. Chadt - Ševětínský, J. Frič, Sylvius, J. Tichý²²⁾ - Schindlerovy údaje bez přezkoušení a s chybami převzali, i když se u samotného Schindlera rozcházejí. Příčinou byly nepřesné, neúplné a nesourodé Schindlerovy podklady, neznalost výchozího stavu počtu a výměry uvažovaných statků, používání rozdílných přepočítávacích koeficientů starých měr na hektary, směšování celkové rozlohy statků s rozlohou jen lesní půdy, neuskutečněný pramenný výzkum atd. Obecně bylo více prodaných majetků v Čechách, v českých zemích stál v průměru hektar asi 160 zlatých a z prodeje byly vyňaty jen některé montánní a všechny vojenské a salinové lesy.

Podle Schindlerových údajů byl ze státních majetků v Čechách prodán za nejvyšší cenu - více než 8 miliónů zlatých - Zbirovský komplex (roku 1868), který byl i největší ze všech svou rozlohou, za nejnižší cenu - necelých 10 000 zlatých - statek Oberschossen a Unterschossen, Mezholes (léta 1835 až 1846), který měl shodou okolností i nejnižší výměru ze všech. Nejvyšší cena za hektar činila 577 zlatých na statku Podbořany (roku 1837) a nejnižší - 35 zlatých - v komplexu Přisečnice, Gaischwitz (roku 1839). Nejvíce se prodávalo od poloviny 20. do konce 30. let, nejrozsáhlejší statky pak až v 60. letech. Ze statků náboženského fondu v Čechách byl nejdražší prodán komplex Plasy - Bělá - Kačervov - asi 1,2 miliónu zlatých (roku 1827), nejlevnější pak statek Nebužely - asi 3900 zlatých (roku 1811). Nejvyšší cena za hektar činila 466 zlatých na statku Čížkovice, Třebnice (roku 1823), nejnižší 28 zlatých na statku Čeminy (roku 1806). Nejvíce se prodávalo ve 20. až 30. letech. Rovněž tak na Moravě a ve Slezsku, kde nejvyšší cenu mělo panství Velehrad - asi 600 000 zlatých (roku 1837) a nejnižší pak Vážany - 8500 zlatých (roku 1825). Nejvyšší cena za hektar činila 1725 zlatých na majetku Tuřany (roku 1828), nejnižší na majetku Wiesenberg - jen 33 zlatých (roku 1833). Mezi statky studijního fondu a nadačními statky v Čechách byla nejvyšší dosažená cena na komplexu majetků

Liběšice, Ústě, Pokratice, Vedlice, Černíšť, Nučnice - takřka 0,5 miliónu zlatých (rok 1839), nejnížší na statku Římov - skoro 40 000 zlatých (rok 1806). Nejdražší vyšel hektar na statku Velký Barchov - Humburk — asi 580 zlatých (roku 1840), nejlevněji na komplexu Vopořany, Bernartice, Dobronice - asi 49 zlatých (roku 1826). Prodáváno se hlavně do 20. let. U týchž statků byl rozprodej na Moravě a ve Slezsku ukončen v letech 1804 až 1826 s tím, že nejdražším celkem byla Mělič - asi 240 000 zlatých, kde i cena za hektar byla nejvyšší - asi 356 zlatých (r. 1808), nejlevnějším Tyníček - asi 6000 zlatých (roku 1824), nejlevněji přišel hektar na statku Althart- a Neuhart - asi na 72 zlatých (roku 1806).

Ceny hektaru i celých statků byly velmi rozmanité. Ukazovaly jednak úroveň vybavení panství hospodářskými objekty a vybavení lesního hospodaření, jež bylo měřítky 19. století již bezesporu poměrně přesně měřitelné (ale podle všeho zjišťováno nebylo²³⁾), jednak neomluvitelné úsilí o co nejrychlejší prodej, který se děl přes protesty České lesnické jednoty, byť vzniklé až roku 1848. Nabyvateli byli nejčastěji cizinci a nobilitovaní měšťanští zbonatlíci, takže byl položen základ exploatace lesů a prodeje dřeva za nízké ceny. V tomto ohledu se také dá hovořit o analogii s nabýváním výnosných panství v českých zemích levnou koupí konfiskovaných majetků cizí šlechtou po porážce na Bílé hoře. Stát tak chtěl zlikvidovat či alespoň umořit úroky svých dluhů z doby napoleonských válek, což byl i jeden z důvodů pořizování nových katastrů a daní, řešit důsledky finančního bankrotu z roku 1811. Poměrně špatně spravované lesy státu málo vynášely, neboť správu řídili nelesníci. Zároveň je nutné brát v úvahu vliv nových ekonomických teorií, úpadek hornictví, nechuť organizovat jakoukoliv formu správy nově nabytých panství státem po roce 1773, čehož byla mj. důkazem raabizace atd. V našich zemích také nebyl lesům přiznán charakter důležitosti pro udržení úrodnosti země jako v Uhrách a v alpských zemích. Výsledkem mj. bylo, že v Čechách zbylo 5470 ha státních lesů²⁴⁾. Po rozprodeji již v zemi nefungovalo žádné zvláštní ředitelství a lesy podléhaly nejprve ministerstvu orby, potom Ředitelství státních lesů a statků ve Vídni¹³⁾.

Od druhé poloviny 18. století se feudalismus v našich zemích rozkládal. Po roce 1848 přestával mít pozemkový majetek rozhodující význam pro udržení politické moci. Po stránce lesní držby nepřinesl nastupující kapitalismus výrazné změny. Majitelé feudálních panství - většinou šlechtického původu - se změnili na vlastníky kapitalistických velkostatků, jimž zůstala téměř všechna dominikální lesní půda. Průmyslová, finanční, obchodní a měšťanská buržoazie získávala šlechtický i státní lesní majetek. Rolníci, bývalí poddaní, se stali vlastníky někdejšího rustikálu, rozšířeného o drobné právní lesy vzniklé úpravami, vyvazováním a likvidací služebností podle císařského patentu č. 130/1853 ř. z.²⁵⁾

Císařský patent č. 250/1852 ř. z., kterým se vydává lesní zákon, rozeznával tři kategorie držby lesů - státní, obecní a soukromou. Do poslední kategorie ovšem byly zařazovány i církevní lesy, lesy zemí, okresů, spolků, různých společností, lesy singulární²⁶⁾ atd.

Jak ovšem tato situace vypadala konkrétně v českých zemích k letům 1850, 1890 a 1910, ukazuje tab. I²⁷⁾.

Z tabulky vyplývá, jak kleslo zastoupení státních, nadačních a fondovních lesů, což již bylo dokázáno. Na Moravě a ve Slezsku nezůstaly žádné státní lesy, v Čechách a na Moravě jen torzo lesů nadačních a fondovních²⁸⁾. Státní a fondovní lesy byly povinně zařizeny od roku 1819 (novely z let 1856, 1873, 1878, 1893, 1901).

Největší část lesů - k roku 1900 asi 82 % - byla soukromých, v drtivé většině v rukou šlechtických velkostatkářů. Obecně v této držbě připadala celá třetina na fideikomisní majetky, jejichž rozloha především v Čechách výrazně rostla (na Moravě regres v letech 1900 až 1910 není pravděpodobný)²⁸⁾ a dvě třetiny na alodní lesy a do roku 1869 ještě

I. Rozdělení držby lesní půdy (ha) v českých zemích v letech 1850, 1900 a 1910 - Distribution of forest land property (ha) in the Bohemian Lands in the years 1850, 1900 and 1910

Druh držby ¹	Čechy ¹⁸		Morava ¹⁹		Slezsko ²⁰	České země ²¹
Státní a fondovní ²	47 600		-		-	47 600
Nadační ³	9 500		8 500		-	18 000
Obecní a občinový ⁴	165 000		44 900		6 800	216 700
Společenstevní ⁵	12 600		17 800		200	30 600
Příslušníků panujícího rodu ⁶	21 600		6 600		34 200	62 400
Fideikomisní ⁷	383 400		136 200		47 300	566 900
Alodní a lenní ⁸	800 100		293 300		26 700	1 120 100
Církevní ⁹	68 200		67 700		45 800	181 700
Celkem ¹⁰	1 508 000		575 000		161 000	2 244 000
Státní ¹¹	6 228	5 678	-	-	-	6 228
Nadační a fondovní ¹²	4 674	9 522	286	748	-	4 960
Obcí a částí obcí ¹³	166 010	167 756	42 275	43 258	7 563	215 848
Zemí a okresů ¹⁴	17	299	-	61	-	17
Ostatních veřejných fondů ¹⁵	8 037	12 360	2 405	8 748	21	10 463
Církevní ⁹	60 894	62 674	50 311	58 175	44 703	155 908
Družstev a společenstev ¹⁶	11 189	14 191	11 264	12 815	807	23 260
Fideikomisní ⁷	453 955	506 531	157 784	136 225	51 715	663 454
Ostatní soukromé ¹⁷	811 045	759 467	351 139	363 451	72 401	1 234 585
Celkem ¹⁰	1 522 049	1 538 478	615 464	623 481	177 210	2 314 723

¹kind of property, ²state and landed, ³capitular, ⁴communal and common, ⁵guild, ⁶of members of the regnant dynasty, ⁷fideicommissum, ⁸allodium and feudal, ⁹church, ¹⁰total, ¹¹state, ¹²capitular and landed, ¹³of communities and parts of communities, ¹⁴of lands and districts, ¹⁵of the other public funds, ¹⁶of cooperatives and guilds, ¹⁷other private, ¹⁸Bohemia, ¹⁹Moravia, ²⁰Silesia, ²¹Bohemian Lands

lesy v lenní držbě.²⁹⁾ Rozloha alodních lesů jednoznačně rostla (kromě období let 1900 až 1910 v Čechách).

K. K o ř i s t k a napsal, že k roku 1792 bylo v Čechách 125 532 ha panských (velkostatkových) pastvin a křovin a 1 020 188 ha lesů, selských (malostatkových) pak 225 356 a 309 172 ha. Celkem se tady jednalo o 350 880 ha pastvin a křovin a 1 329 360 ha lesů. K roku 1850 měly držet české velkostatky 1 048 474 ha lesů a křovin, selské statky pak 459 256 ha, celkem tedy 1 507 730 ha. Sám však o těchto údajích pochyboval. K. K o ř i s t k a dále uvedl - podle zvláštního dotazníkového šetření Výboru pro statistiku polního a lesního hospodářství v Království českém k roku 1875 - že lesy velkostatků zaujímaly v Čechách 920 458 ha (62,4 % všech lesů). Fideikomisní lesy měly být podle stabilního katastru na ploše 352 629 ha³⁰⁾, roku 1882 na 359 608 ha a roku 1895 na 381 604 ha³¹⁾. To všechno jsou čísla nižší, než uvádí tab. I. Lesy v lenní držbě byly podle stabilního katastru na ploše 7947 ha a v alodní držbě nad 115 ha pak

na 559 611 ha. Celkem tedy 920 187 ha³⁰⁾. Deskové statky v Čechách rozdělil K. Kořistka do skupin:³⁰⁾

a) světecké statky (142)		b) alodní statky (659)	
13	pod 100 ha	202	
23	100 - 500	240	
20	500 - 1 000	86	
67	1 000 - 5 000	113	
11	5 000 - 10 000	13	
6	10 000 - 20 000	5	
2	20 000 - 30 000	-	

Fideikomisní deskové statky v Čechách měly největší zastoupení ve velikostní skupině 1000 až 5000 ha, zatímco alodní ve skupině 100 až 500 ha.

Nad 5755 ha mělo v Čechách 34 panství - Bělá, Děčín, Dobříš, Doksy, Duchcov, Dvory, Frýdlant, Jindřichovice, Hluboká, Jindřichův Hradec, Červený Hrádek, Nové Dvory, Hořovice, Chlumeck, Jilemnice, Česká Kamenice, Kostelec nad Černými Lesy, Kouty, Krumlov, Křivoklát, Liberec, Maršov, Orlík, Písek, Plasy, Prácheň, Přibram, Rožmitál, Rychmburk, Tachov, Třeboň, Vimperk, Vrchlabí a Zbiroh. Tato panství měla i nejvyšší zastoupení lesů.

Zatímco na jedné straně v Čechách existoval rozsáhlý soubor asi 620 000 majitelů malostatků do 115 ha, s lesy na celkové ploše podle stabilního katastru 277 810 ha (18,9 % všech lesů Čech) a s nejtristnější úrovní hospodaření, kdy nejvíce lesů náleželo do velikostních skupin 14,5 až 28 ha a 29 až 57,5 ha, na druhé straně vlastnily některé šlechtické rodiny i přes 100 000 ha lesů. V roce 1880 vlastnili (lesní majetky nad 13 500 ha³⁰⁾): v Čechách - císař František Josef (soukromé) asi 16 460 ha, kníže Jan Adolf Schwarzenberg asi 100 720 ha, kníže Josef Colloredo-Mannsfeld asi 46 000 ha, kníže Maxmilian Egon Fürstenberg asi 35 080 ha, hrabě Edvard Clam-Gallas asi 27 050 ha, hrabě Arnošt Waldstein-Wartenberg asi 25 340 ha, hrabě Karel Buquoy asi 20 730 ha, kníže Jan Liechtenstein asi 19 480 ha, hrabě Jaromír Černín z Chudenic asi 17 300 ha, knížata Liechtensteinové jen na Moravě asi 108 000 ha³²⁾, Antonín Dreher - velkostatek Brumov - asi 13 630 ha³³⁾, Těšínská komora ve Slezsku asi 49 200 ha, knížata Dietrichsteinové v Čechách a na Moravě asi 42 460 ha lesů³⁴⁾ atd.

Z těchto několika údajů vyplývá, že jen knížata Schwarzenbergové, Liechtensteinové, Colloredo-Mannsfeldové a Dietrichsteinové soustřeďovali ve svých rukou v českých zemích na 317 000 ha lesní půdy.

Mezi soukromými lesy tvořily zvláštní skupiny mj. fideikomisní lesy habsbursko-lotrinského panujícího rodu, připsané na jméno posledního panovníka, tzn. statky Zákupy - Police - Krombach, Ploskvice, Zvoleněves, Koleč, Buštěhrad, Tachlovice, Dobříš - Hájek, Kácov, Korunní Poříčí, Bystré, Německá Bělá o rozloze asi 15 400 ha, dále lesy c. k. nejvyššího rodinného fondu, tzn. Bezno, Smiřice - Cerekvice - Neděliště - Světy, Hodonín, Velké Pavlovice o rozloze asi 7300 ha, soukromé statky příslušníků panovnické rodiny, tzn. Brandýs nad Labem, Ostrov u Karlových Varů, Konopiště, Chlum u Třeboně, Židlochovice, Frýdek a část Těšínské komory o rozloze asi 50 000 ha. Celkem to činilo asi 73 000 ha lesů. Zvýšení rozlohy proti údajům k roku 1850 (tab. I) lze přičíst nabytí statků Smiřice, Bezno, Bystré, Konopiště a Chlum u Třeboně.

Poslední dvě poznámky se týkají velikostní struktury a hospodaření v soukromých lesích.

Velikostní struktura soukromých lesů v roce 1918³⁵⁾:

velikostní skupina (ha)	do 250	251 - 500	501 a více	celkem
výměra v 1000 ha	485,7	39,4	1252,6	1777,7
podíl (%)	27,4	2,2	70,4	100,0

Z přehledu je zřejmé, že nejvíce soukromých lesů bylo ve skupině nad 500 ha a nejméně ve skupině od 251 do 500 ha. Obdobná situace byla - rovněž v českých zemích - s církevními lesy. Fideikomisní lesy byly povinně zařízeny od roku 1784 (novely z let 1811 a 1854), stejně jako státní, fondovní a nadační lesy bez ohledu na výměru a LHP podléhaly úřednímu schválení. V alodních lesích se hospodařilo jen podle patentu č. 250/1852 ř. z.

Obecní lesy, tzn. lesy měst, obcí a osad, tvořily rozsáhlou a pestrú skupinu držby. Největší část patřila malým venkovským obcím (1 až 50 ha, ojediněle až 250 ha). Větší obce a města měla lesy většinou s výměrou 250 až 500 ha a lesní hospodáře zaměstnávala jen zřídka. Lepší situace byla v obecních lesích o výměře nad 500 ha díky předepsané výměře pro zaměstnávání lesních hospodářů a ochranného lesního personálu. Tato výměra činila podle zemských zákonů v Čechách 700 a 120 až 350 ha, na Moravě 575 a 115 až 345 ha a ve Slezsku 500 ha a podle volné úvahy³⁶⁾. Z obcí měl největší výměru Písek, Kašperské Hory, Plzeň, Jáchymov, Locket, Chomutov, Rokycany, Most, Cheb, Hradec Králové, Tábor, Polička, na Moravě Brno, Olomouc a Přerov, tzn. především královská, věnná a horní města.

Podle stabilního katastru měl činit lesní majetek obcí v Čechách 183 577 ha, k roku 1895 (ministerstvo zemědělství) - 184 655 ha a k roku 1896 (revize katastru) - 163 486 ha³¹⁾. Posle K. Kořistky byl k roku 1875 v Čechách zjištěn úbytek rozlohy lesní půdy takřka 34 000 ha, který byl odečten od celkových údajů reambulovaného katastru. Přímé obce a korporace se však na úbytku podílely jen asi 7000 ha, na zbytku to byli držitelé malostatků do 115 ha³⁷⁾. Naopak rozloha obecních lesů měla v rámci vyvazovacího řízení a definitivního uspořádání rakouských obecních poměrů v 60. letech 19. století vzrůst. Podle tab. I se jejich rozloha v letech 1900 a 1910 zvýšila jen nepatrně, stejně jako na Moravě a ve Slezsku. Řádně obhospodařovaných obecních lesů v Čechách bylo jen asi 42 %³¹⁾.

Velikostní struktura obecních lesů v roce 1918³⁵⁾:

velikostní skupina (ha)	do 250	251 - 500	501 a více	celkem
výměra v 1000 ha	132,5	13,6	87,7	233,5
podíl (%)	56	5,9	38,1	100,0

Přehled vypovídá o tom, že nejvíce obecních lesů v českých zemích bylo ve skupině do 250 ha a nejméně ve skupině od 251 do 500 ha. Povinně zařízeny byly tyto lesy pouze v Čechách od roku 1893. LHP byly úředně schvalovány.

Tab. I obsahuje i údaje o církevních lesích. Z právního hlediska patřily k lesům soukromým, podléhající státnímu dozoru, a muselo se v nich hospodařit podle schválených LHP.

Celkově měly církevní lesy v Čechách měřit podle stabilního katastru 69 298 ha, k roku 1895 (ministerstvo zemědělství) 72 885 ha a k roku 1896 (revize katastru) 63 202 ha³¹⁾. Tento pokles je však naprosto nepravděpodobný i na Moravě a ve Slezsku²⁸⁾. Tab. I vypovídá o vzrůstu rozlohy církevních lesů až k roku 1910.

velikostní skupina (ha)	do 250	251 - 500	501 a více	celkem
výměra v 1000 ha	2,4	4,3	180,7	187,4
podíl (%)	1,3	2,4	96,3	100,0

Přehled vypovídá o skutečnosti, že drtivá většina církevních lesů českých zemí byla ve skupině nad 500 ha.

Církevní držba byla relativně nejrozsáhlejší ve Slezsku. Nad 3000 ha lesů měly tyto vybrané majetky: v Čechách - pražské arcibiskupství, premonstráti (Strahov, Teplá, Želiv, Drkolín), benediktini (Praha, Broumov), pražská metropolitní kapitula, c. k. ústav šlechticů na Hradčanech, cisterciáci (Vyšší Brod, Osek), maltézský řád, křižovníci s červenou hvězdou atd. Celkem šlo asi o 60 000 ha lesů. Na Moravě a ve Slezsku hospodařilo olomoucké arcibiskupství na sedmi velkostatech asi se 40 300 ha lesů, vřatislavské arcibiskupství na čtyřech velkostatech s výměrou lesů asi 18 000 ha³⁸⁾.

Zbýlé kategorie lesní držby obsažené v tab. I, tzn. lesy společenstevní, družstev, ostatních veřejných fondů, zemí, okresů atd., zaujímaly v českých zemích poměrně malou výměru, která mírně vzrůstala, byť s regrese vysvětleným důvě.

Souhrnně lze říci, že v 18. a 19. století se skladba lesní držby v českých zemích výrazněji nezměnila, ačkoliv takřka zanikla státní a státem spravovaná kategorie lesů. Hospodářská úprava lesů se postupně stávala samozřejmostí, takže k roku 1975 bylo v Čechách zařízeno 67,5 % lesů a k roku 1910 již přes 71 %, na Moravě k roku 1910 pak více než 75 % všech lesů. Týkala se státních, nadačních a fondovních, církevních, velkých soukromých a obecních lesů nad 500 ha. Lesní hospodářství velkých majetků skoncovalo s hospodařením podle nahodilé potřeby a bylo postaveno na vědecké základy. Tak bylo jedině možné se zázemím všeho druhu zjišťovat stav lesů a vést evidenci ukazatelů, plánovat nejvhodnější hospodářská a ochranná opatření, kterými byla dosahována těžební nepřetržitost a výnosová vyrovnanost. Díky cílevědomě obhospodařovaným lesům mnohých domén se lesní hospodářství v průběhu 19. století vymanilo z dřívější závislosti na ostatních hospodářských odvětvích a mělo často první místo v biologických výrobcích režie i přes pronikání uhlí a jiné jevy průmyslové revoluce. Na tento fakt působil trh, zvyšování počtu a kvalifikace lesního personálu (stát si vyhradoval přísnou kontrolu odborné způsobilosti a provádění zkoušek po roce 1850), rozvoj školství, motivace velkostatkářského úřednictva, promyšlená legislativa atd. Velkostatky měly vedle zpřesňování měřičských metod, uvědomování si užitečných funkcí lesů, legislativních opatření, státního dohledu, zemských zalesňovacích akcí atd. i významný podíl na zvyšování rozlohy lesní půdy (tab. I). Šlechtitci a nešlechtitci vlastníci, kteří získali les koupí a nikoliv rodovým dědictvím, hospodařili podle krátkozrakých zásad maximálního zisku, což nemohlo být v souladu s řádným lesním hospodařením. Lesní majetek jim představoval jistotu, pohotovou rezervu peněz v době jejich potřeby, neboť cena dřeva výrazně rostla a dřevo bylo prodáváno na místních trzích. Nejnížší kvalita řízení byla u malých lesů obcí, osad, korporací a u tzv. selských a malostatkových lesů jednotlivců. Byly poškozovány nejen neodborným hospodařením a kořistnictvím, ale i služebnostmi (pastva, hrabání steliva aj.), spekulativními odprodeji, a tak drobením lesních celků, krádežemi atd. Ale i tak lesní hospodářství do roku 1918 napravilo škody z dob extenzivního „lesnictví“ předchozích epoch a dokázalo toto lesní bohatství rozhojnit.

- 1) Odpovědi na tyto otázky lze čerpat ze zemských desek, gruntovních knih, urbářů, katastrálních (berní rula, karolinský, tereziánský, josefský, provizorní a stabilní katastr s revizemi) a lesnicko-statistických šetření (G. N. Schnabel, H. C. Weeber, K. Kořistka, J. Auerhan), z dobové úřední statistiky, ze schematismů a z nepočtené produkce nemnoha autorů (K. Schindler, J. Pekář, J. E. Chadt-Ševětinský, K. Kořistka, V. Černý, J. Frič, J. Voženílek, J. Tichý, J. Radimský, J. Nožička, M. Lasák, E. Hošek aj.).
- 2) Emfyteusi, služebnosti, poplatky atd. si vynutila hospodářská potřeba a měly římskoprávní kořeny. K nejdůležitějším služebnostem řadíme pastvu dobytka, právo cesty, travení, vyhrabávání lesního steliva, brání dříví, loučí a proutí, dobývání kamene, hlíny a písku aj. Poplatky a dávky se spolupodílely i na odměňování nižšího lesního personálu a souvisely s rozvojem brtnictví, popelářství, draslařství, uhlířství, dehtařství, smolařství, sklářství, hutnictví, dolování atd. Významná centra těchto činností, např. Kutná Hora, Krušnohoř, Rudolfovo, Zlaté Hory ve Slezsku, Jáchymov, Jihlava atd., měla i rezervované lesy, které byly nemilosrdně pustošeny.
- 3) P. Čornej: Vliv pobělohorských konfiskací na skladbu feudální třídy, In: Proměny feudální třídy v Čechách v pozdním feudalismu. Uspořádal J. Petráň, Acta Univ. Carol., histor. I. Praha 1976, Studia histor., XIV, s. 165-194. Práce opravuje některé tradičně užívané výsledky (uvádí se 658 osob postižených konfiskacemi), shrnuté v knize T. V. Bílka Dějiny konfiskací v Čechách po r. 1618, I-II, Praha 1882-1883.
- 4) Situace byla důsledkem řádění mincovního konsorcia, jemuž byl pronajat mincovní regál, a výsledkem byla tzv. zlehčená, dlouhá mince. Nesmíme tak zbohatli Liechtensteinové a Dietrichsteinové.
- 5) F. Hrubý; Moravská šlechta r. 1619, její jmění a náboženské vyznání. Časopis Matice moravské, 46, 1922, s. 107-169 a též autor: Odhady konfiskovaných moravských velkostatků (1622-1623). Čas. Matice morav., 51, 1927, s. 124-149.
- 6) Fideikomis byl zřizován se svolením krále (nepodléhalo žádnému dalšímu schválení v zemi) a podle světských statutů přecházel majetek jen na jisté členy rodiny v pořadí určeném zřizovatelem. Kořeny jsou taktéž římskoprávní. V Rakousku byl nejčastější majorátní fideikomis, nad jehož zachováním bděl zvláštní kurátor. Zaniknout mohl jen vyměním rodu nebo zánikem věci. Např. V. Vaňček: Dějiny státu a práva v Československu do roku 1945. Praha, Orbis 1975, s. 226-227, 277, 289.
- 7) Do roku 1658 panovníku patřil ještě Křivoklát a Krušovice (zastaveno Schwarzenbergům). J. Nožička: Přehled vývoje našich lesů. Praha, SZN 1957, s. 152. E. Maur: Český komorní velkostatek a trh v polovině 17. století. Sbor. histor., 22 1974, s. 53-114.
- 8) Např. J. Nožička: Přehled vývoje našich lesů. Praha, SZN 1957, s. 109.
- 9) V novočeské podobě: Háji, I, 1872, s. 134-136, 177-178, 240-242, 340-341, 369-372, 429-433, 463-465, 495-497.
- 10) Údaje uvedl Rieger a citoval je J. Kazimír: Státní péče o lesy v Čechách v letech 1754-1852. I. Do válek napoleonských. Praha, Českoslov. zeměd. Museum 1933, s. 74.
- 11) Údaje o zastoupení lesů na Moravě uvedl J. Radimský: Vývoj pozemkové držby na Moravě v 17. - 19. století. Slez. Sbor. 55 (15), 1957, s. 493-494.
- 12) Uvádění jakýchkoliv údajů o Slezsku do roku 1920 je problematické vzhledem k jeho častým územním změnám.
- 13) V. Bureš a kol.: Lesní hospodářství ČSSR v číslech. Praha, SZN 1976, s. 69-70 (kapitola E. Hoška).
- 14) Kořeny nadací sahají do středověku. První zřizovala církev k výstavbě a provozu nemocnic, útulků atd., a měly tedy značný význam. Vzdělávací nadace umožňovaly studium i nemajetným studentům. Nejvíce studijních nadací z Rakouska bylo v Čechách - na konci 19. století asi 1000.
- 15) Nadační výsosť byla svěřena státu, ale i obcím, zemím, kostelům, univerzitě. Stát schvaloval zřízení nadací, dozor prováděly politické úřady. Dále existovaly např. tereziánské dámské a vojenské nadace.
- 16) V. Černý: Pozemková reforma v 18. století. Čas. Děj. Venk., 15, 1928, s. 287-325. Statky jsou bez výměr.
- 17) K. Schindler: Státní a fundační statky v roce 1800. Háji, 11, 1882, s. 33-36, 43-45. Statky jsou s výměrami.
- 18) Existující stav zřejmě podle stabilního katastru, a tak není evidentní etapa rozprodeje, který byl v plném proudu. Rozlohu nadačních lesů zahrnul Schindler mezi společenstevní a soukromé lesy bez bližšího členění. K. Schindler: Schematismus und Statistik der Staatsforste, der forstlichen Lehranstalten und Vereine des österreichischen Kaiserthums. Wien, W. Braumüller 1864, s. 55.
- 19) Schindler pominul 13 statků A - B, u E a) uvedl 65 statků a 12 244 ha, u E b) pak 71 a 37 576 ha, u E c) tři a stejnou rozlohu. Navíc uvedl tři nadační statky s 2766 ha lesů. Celkově uváděl v Čechách 196 statků se 134 786 ha lesů. K. Schindler: Die Forste der in Verwaltung des k. k. Ackerbau-Ministeriums stehenden Staats- und Fondsgüter. I. Wien, K. - k. Hof- und Staatsdruckerei 1885, s. 40-41.
- 20) Schindlerovi ovšem nevycházela asi polovina součtů. Tamtéž, s. 44-45, 51-53 a 57.

- 21) J. Nožička; Přehled vývoje našich lesů. Praha, SZN 1957, s. 316-317. Uvedl je jmenovitě, neuvedl však prameny a nepřihlédl k článkům svých předchůdců.
- 22) Příspěvky ku dějinám zemědělství v království Českém za století 1791-1891. Praha 1891, s. 230-232. J. E. Chadt - Ševětínský: Dějiny lesů a lesnictví (hospodářství lesního a hospodářského lesního zařízení či úpravy lesa - soustav) v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Písek, T. Kopecký 1913, s. 828-833. - V Čechách uvedl 141 statek v 71 celku. J. Frič: Lesní reforma a státní lesy. Českoslov. Les, 2, 1922, s. 335-339. Sylvius: Sestátnění lesů v Čsl. republice. Českoslov. Les, 2, 1922, s. 245-250. J. Tichý: Lesní pozemková reforma. Českoslov. Les, 6, 1928, s. 239-247. J. Frič: Pozemková lesní reforma. Lesn. Práce (Praha), 14, 1935, s. 551-576.
- 23) Tato konstatování by bylo dále potřebné potvrdit, mj. i studiem rentability, vlivu komunikačních a tržních možností v okolí statků, kupní síly peněz, dalšího vývoje dotčených statků atd., obecně vlivu průmyslové a zemědělské revoluce na rozprodej v českých zemích (vedle jednotné linie Vídně), což asi bylo a je nad síly jednotlivce.
- 24) K. Kořistka, J. Bernat: Příspěvky ku statistice lesů v Čechách. Praha, J. G. Calve 1885, s. LXIV. K. Šiman (Českoslov. Sbor. lesn., 1, 1919, s. 100-113) uvedl 5678 ha (k roku 1910) a rakouské ministerstvo zemědělství k roku 1895 uvádělo 7238 ha.
- 25) Předpis řešil tuto situaci úřední cestou a bez návrhu zúčastněných. Měl však mnoho komplikujících výjimek. Vyzavování bylo prováděno v letech 1853 až 1883 půdou a penězi. Majitelé takto získané půdy měli vytvořit dobrovolná lesní družstva. Služebnosti však leckde přežívaly (jižní Čechy, severní Morava, Valašsko a jinde) a překážely ve druhé polovině 19. století rozvoji intenzivního lesního hospodářství.
- 26) Jednotliví singularisté participovali v tomto historicko-právním útvaru určitým počtem podílů. Tato držba přežila v některých místech (hlavně jihovýchodní Morava) až do poloviny 20. století. Do pozemkových knih byl majetek zapisován společně, nikoliv na jména singularistů. Podobné byly i lesy občin. Jiného druhu byly nové singuláry, vzniklé vyvazením služebností a považované za obecní lesy.
- 27) Údaje k roku 1850 - L. Loudil, E. Hošek, J. Tlapák: Kapitoly z dějin zemědělství a lesnictví. Přehled vývoje lesnictví v českých zemích v druhé polovině 19. století, Prameny a studie, 22, Praha, ÚVTIZ - zeměd. Muz. 1980, 146 s., k roku 1900 - Statistická příručka Království Českého, Praha 1909, 158 s., k roku 1910 - J. Auerhan: Úhrnné výsledky statistického šetření o poměrech lesů v Čechách dle stavu roku 1920. Českoslov. statist. Věst., 4, 1923, s. 229, Týž autor: Úhrnné výsledky statistického šetření o poměrech lesů na Moravě, ve Slezsku, na Slovensku a v Podkarpatské Rusi podle stavu z roku 1920. Českoslov. statist. Věst., 5, 1923, s. 4.
- 28) Údaje se v různých podkladech lišily díky rozdílné kategorizaci, přesahům do různých politických okresů, zalesňování, započtení jen porostní plochy, nezapočtení malých lesů, zaokrouhlování čísel, odhadům, neúplnosti atd.
- 29) Léna byla např. panovnická, arcibiskupská aj. Rámcově je zrušil zákon č. 103/1862 ř. z. (a další) za náhradu, v zemích pak složité alodifikační zákony. Tato držba byla často drobená a devastována novými mšláckými zbohatlíky.
- 30) K. Kořistka, J. Bernat: Příspěvky ku statistice lesů v Čechách. Praha, J. G. Calve 1885, s. XXXIX, XLIII - LXVI.
- 31) J. Auerhan: Úhrnné výsledky statistického šetření o poměrech lesů v Čechách dle stavu roku 1920. Českoslov. statist. Věst., 4, 1923, s. 229-230.
- 32) Údaje k roku 1914. J. Frič: Pozemková lesní reforma. Lesn. Práce (Praha), 14, 1935, s. 560.
- 33) Údaje k roku 1905. Státní archiv v Brně. Průvodce po archivních fondech, sv. 3, Praha, AS MV 1966, s. 34-35.
- 34) Údaje k 30. létům 19. století. Státní archiv v Brně. Průvodce po archivních fondech, sv. 2, Praha, AS MV 1964, s. 113.
- 35) V. Bureš a kol.: Lesní hospodářství ČSSR v číslech. Praha, SZN 1976, s. 71-73.
- 36) Zákon č. 11/1893 čes. z. z., č. 46/1911 čes. z. z., č. 69/1873 mor. z. z. a č. 8/1907 slez. z. z. Předepsané výměry se týkaly všech lesů.
- 37) Údaje jsou jednak důkazem skutečně kořistného hospodaření, krádeží, nedostatku peněz, absence odborného personálu a řádného hospodaření, tlaku průmyslové a zemědělské revoluce, jednak byly ve stabilním katastru zahrnuty smýcené plochy a parifikované pastviny, jednak dotazníkové šetření z roku 1875 bylo vyhotoveno podle jiných kritérií než bylo kritérium katastrální, jednak reambulace a revize stabilního katastru neproběhla u všech pozemků přímo v terénu.
- 38) L. Loudil, E. Hošek, J. Tlapák: Kapitoly z dějin zemědělství a lesnictví. Přehled vývoje lesnictví v českých zemích v druhé polovině 19. století. Prameny a studie, 22, Praha, ÚVTIZ - Zeměd. Muz. 1980, s. 148.

Došlo 2. 10. 1991

Historical analysis of the development of forest property is a topical problem nowadays. In addition, it also contains management methods and targets and property transfers due to wars, coups d'état, revolutions and dictates of economic theories. Answers to these questions can be found in real registers, forest and statistical surveys, official statistics of the period and scanty secondary literature. In the introductory section differentiation of property categories is documented, along with partial changes during the Hussite wars. Three confiscation waves during the Thirty Years' War brought about great property changes, but particularly within the same category. The old domestic catholic nobility and the new foreign nobility in the Emperor's employ became new owners of forests. In this way the opposition to the regime was liquidated. Data on the shares of domanial and rustical forests in the 18th and 19th century illustrate indirectly revolutionary changes in the Czech society in favour of nonaristocratic strata. Theresian Forest Regulations dating back to 1754 were the beginning of well-thought-out state interventions in the forest management of the period and this legislative process was completed successfully by Letters Patent no. 250/1852. In the years 1800 - 1868 state authorities sold a majority of state (chamber), landed, capitular and mining forests, after 1852 an order was issued to redeem servitudes which prevented the development of intensive forest management particularly on large landed estates, and after 1869 allodification of forests in feudal possession. The area of state-administered and sold forests made about 238,000 ha, and the price of 1 hectare was on average only 160 fold coins. The reasons of forest sales and the stages are discussed in detail. The research in these problems has not yet been finished. Regulations determined binding management and use of forest management plans in state, landed, church, fideicommissum and also in communal forests (only in Bohemia after 1893). Categories of forest property with the development in 1850, 1900 and 1910 are presented in Tab. I. Fideicommissum and allodium property was the most frequent. The review on page 869 shows the size structure of private forests to the year 1918. The size of forests belonged mostly to the category above 500 ha. Unsystematic management at a low level was typical of farm and small-estate forests maximally up to 115 ha. The Liechtenstein primogeniture was the largest forest owner (above 100,000 ha). Fideicommissum forests of the regnant House of Habsburgs (about 73,000 ha) were a speciality. Communal forests were mostly in the size category up to 250 ha (Review on page 869), which was also a negative feature. The largest area of these forests was in possession of the Písek and Brno towns. Church forests belonged almost exclusively to the size category above 500 ha (Review on page 870). Prague and Olomouc archbishoprics were the largest forest owners. The remaining categories of forest property, shown in Tab. I, covered only a small area which was slowly increasing. The era of capitalism did not bring about any greater changes as to forest property. A high share of forests with well-thought-out forest management was a positive feature (about 71 % in Bohemia in 1910, about 75 % in Moravia). State authorities and large landed estates played a positive role (except the sales mentioned above) in the development of forest management.

forest property; large landed estate; confiscation; forest sales; size structure

Adresa autora:

PhDr. Gustav Novotný, CSc., Historický ústav ČSAV, Kounicova 42, 611 42 Brno



**VÝHODNÝ LEASING
STROJŮ A ZAŘÍZENÍ
NEJEN PRO ZAČÍNÁJÍCÍ
PODNIKATELE**

ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských subjektech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační a zprostředkovatelskou činnost v oboru ekologie
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení odbytových potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

**ADEKO a. s.
Slezská 7
120 56 Praha 2**

**tel.: 258 342
fax: 207 229**



ŽIVOTNÍ JUBILEUM

ZAKLADATEL ARBORÉTA SOFRONKA ING. KAREL KAŇÁK, 80. NAROČNÝ

Akokoľvek to znie neuveriteľne, tento energický, čulý muž sa dožil sedemdesiatky. I keď jeho neutíchajúci mladický elán a pracovná aktivita, s akou sa púšťa do tých najtvrdších problémov súčasného lesného hospodárstva, tento fakt popierajú, už bežný pohľad na arborétum Sofronka ho nesporne potvrdzuje.

Karel Kaňák sa narodil v Doubravke pri Plzni dňa 3. septembra 1922. Vyštudoval plzenskú reálku a po maturite pracoval tri roky v stavebníctve. Cez vojnu bol totálne nasadený v Nemecku. Po skončení vojny študoval na Vysokej škole lesného inžinierstva ČVUT. Počas štúdia pracoval ako pomocná vedecká sila a po absolvovaní školy ako asistent, najskôr u prof. Jaromíra Kliku, neskôr u prof. Pravdomila Svobodu na Ústave dendrológie a geobotaniky. V roku 1948 sa zúčastnil na prírodovedeckej expedícii na Island. Od roku 1951 pracoval v Ústave pre pestovanie lesov, semenárstvo a školkárstvo v Opočne. Po reorganizácii lesníckych ústavov a v čase, keď sa na VÚLHM začala riešiť úloha šľachtenia borovice, prešiel Ing. Kaňák do Strnady a v roku 1956 začal zakladať zbierku rodu *Pinus* v Bolevci pri Plzni. Ako východisko si zvolil výrok N. I. Vavilova, že šľachtiteľ, ktorý začína pracovať s nejakým rastlinným druhom, by sa mal najprv oboznámiť s jeho zemepisnými odchýlkami. Takýmto spôsobom začal pracovať aj Ing. Kaňák a v boľevckom arboréte Sofronka zhromaždil bohatú zbierku druhov rodu *Pinus* a ich zemepisných populácií. Prírodné, najbohatšie zastúpené je druh *Pinus sylvestris* - dovedna viac ako 250 populácií. Iba z územia bývalého Sovietskeho zväzu je to viac ako 120 populácií, bohaté je zastúpené Nórsko, Nemecko, Bulharsko a samozrejme Česko-Slovensko. Ďalšie rozsiahle kolekcie populácií založil z druhov *Pinus banksiana*, *Pinus contorta* var. *latifolia* a *Pinus nigra*.

Takýto rozsiahly pokus mohol Ing. Kaňák uskutočniť výlučne vďaka rozsiahlej medzinárodnej spolupráci, ktorú si v tých pohnutých časoch zorganizoval na vlastné riziko, ako aj vďaka výdatnej podpore lesnej prevádzky a bývalého podnikového riaditeľa SL v Plzni, ktorého prezieravosť, finančná a organizačná pomoc boli v počiatočných rokoch budovania arboréta pre rozvoj a stabilitu tohto objektu rozhodujúce. A je zarážajúce, že tento objekt je v zahraničí známejší a váženejší, ako u nás doma. Arborétum navštevujú účastníci exkurzií poriadaných IUFRO a inými medzinárodnými organizáciami, poslucháči zahraničných vysokých a stredných odborných škôl a ich profesori. Základné princípy a hypotézy vyvinuté a formulované na tomto pracovisku sú súčasťou obsahu niektorých našich i zahraničných učebníc a skript.

Ako už bolo spomenuté, zbierka populácií na Sofronke vznikla cestou výmeny osiva so zahraničnými inštitúciami a mnohé z populácií arboréta majú svoje paralely v početných zahraničných zbierkach. Arborétum Sofronka je dnes jedinečnou a najväčšou zbierkou rodu *Pinus* na euroázijskom kontinente.

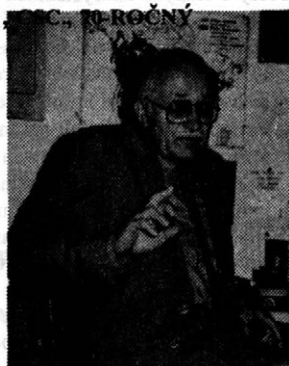
Ing. Kaňák bol jedným z prvých, ak nie vôbec prvým domácim lesníkom, ktorý pochopil význam biochemických analýz pre charakteristiku medzidruhovej a vnútrodrohovej premenlivosti lesných drevín (1955 - 1960). Rôzne administratívne prekážky mu zabránili realizovať využitie tejto bohatej zbierky borovic aj v tomto smere. Zato však v rozsiahlej miere využil včasnú plodnosť svojej zbierky k evolučným štúdiám druhov a ich areálov.

Štúdium ekologických adaptácií borovice lesnej priviedlo Ing. Kaňáka k definovaniu hybridogenného pôvodu jej náhorného ekotypu.

Vďaka bohatým teoretickým poznatkom a praktickým skúsenostiam získaným zo svojej bohatej zbierky borovic dokázal Ing. Kaňák pohoťovo reagovať aj na zhoršenú ekologickú situáciu a s ňou spojené hromadné hynutie lesov. Napriek pokročilému veku neuspokojuje sa so svojimi doterajšími úspechmi a neváha rozširíť problematiku svojej odbornej aktivity dokonca aj na záchranu a využitie zbytkov ohrozených populácií smreka v imisne postihnutých oblastiach použitím ekologicky čistej metódy rekonštrukcie tamajších lesov.

Pri riešení problémov spojených so súčasnou zhoršenou ekologickou situáciou sa, podobne ako doteraz vždy, neuspokojuje s nejakým dočasným, prechodným riešením, ale pristupuje k riešeniu problematiky z hľadiska evolučných princípov. A tu nachádzame kľúč k jeho večnej mladosti! Neustále odhaľovanie tajomstiev prírody je tým životným elixírom, ktorý udržuje v trvalej aktivite jeho mozgovú kôru a nedovoľí mu zostarnúť.

Evolučné prístupy formulované Ing. Kaňákom, rovnako ako ekologické trendy súčasnej doby vyvolali v technokraticky naladenej časti severočeských lesníkov odpor. Preto odchádza po 38-ročnom pôsobení



z VÚLHM. Nové uplatnenie ponúkol Ing. Kaňákovi prof. Jiří Mareček, riaditeľ VŠÚOZ v Průhoniciach, ktorý bol poverený ozelením devastovaných oblastí v severných Čechách a na severnej Morave. Zámerom bolo využiť Kaňákových skúseností so zvýšenou rezistenciou niektorých druhov alebo individuí lesných drevín voči stanovištnému stresu. Po viac ako dvojročnom pôsobení odovzdáva pokračovanie v rozvinutej práci svojmu asistentovi Ing. Wegerovi a vyhovuje výzve Správy novozaloženého Národného parku Šumava, aby tu založil výskumné pracovisko evolúcie lesa, schopné modernými laboratórnymi metódami vyhodnocovať autoregulačné procesy v lesných ekosystémoch jadrovej zóny národného parku, v ktorej je ľudská činnosť vylúčená.

Sedemdesiate narodeniny zastihli Ing. Kaňáka v plnom pracovnom nasadení v St. Moritzi vo Švajčiarsku na medzinárodnej pracovnej konferencii Subalpínske druhy limby a ich prostredie, na ktorej delegáti z alpských krajín Európy a národných parkov Spojených štátov amerických predložili doklady o význame evolučných vzťahov vtákov a zveri pri obnove lesných drevín nad hranicou lesa i pod ňou, kde sa človeku umelé zakladanie lesa nedarí. Tu Ing. Kaňák prednesol referát o súvislosti biografie troch druhov limby s ich dnešnou vysokou odolnosťou v imisných oblastiach Krušných hôr. Po skončení konferencie popretkávej namáhavými výstupmi do subalpínskych lokalít Engadinských Álp odišiel do Kalabrie v južnej Itálii na unikátne stanovišťa borovice Heldreichovej na hranici lesa tamajších veľhôr.

Zatiaľ čo sa dodnes naši botanici, lesníci a mnohí ďalší dohadujú o tom, ako zachraňovať fytozenofond, a hlavne, kto ho má zachraňovať, tu v prípade arboréta Sofronka bez hluku, bez konferencií a porád, bez zásahov vysokých vedeckých orgánov, v skromnosti začalo už pred viac ako tromi desaťročiami vznikať dielo, ktoré dokazuje, že nie reči, ale iba skutočná usilovná práca môže pomôcť riešiť tento závažný problém dneška. A to je zásluha 47-ročnej neúnavnej práce nášho jubilanta. Prajeme mu, aby mohol ešte dlho užívať radosť z objavovania stále nových prekvapení prírody na svojom terajšom pôsobisku, ktorého ekosystémy sú doposiaľ civilizačnými vplyvmi relatívne najmenej narušené.

*Ing. Ladislav Greguss, CSc.,
Lesnícky výskumný ústav, VŠ
969 23 Banská Štiavnica*

CONTENTS

V a c e k S., L e p š J.: Analysis of vegetative changes in spruce stands of Orlické hory Mts.	749
K o d r í k M.: Research into underground biomass of spruce in forest ecosystems exposed to air pollution in the Čadca forest enterprise	758
K o r m u ř á k A.: Artificial hybridization between the white fir (<i>Abies concolor</i> /Gord. et Glend./Lindl.) and grand fir (<i>Abies grandis</i> /Dougl./Lindl.)	769
A m b r o s Z.: Investigation of the production of woody species in typological units	780
S l o d i č á k M.: Thinning of spruce stands affected by air pollution in the Orlické hory Mts - Results of experiment	792
S v i t o k R.: Assortments of beech and oak wood in regeneration cutting with respect to the stand quality grade	803
K r i e g e l H., T v r d k o v á J., A n d ě l P.: The growth of tree species in a juvenile phase on the area of the chemical mining of uranous ores in Stráž pod Ralskem	821
K a n t o r P.: Changes in the water balance of a spruce stand after its regeneration by clear cutting.	837
H r d ý I., H r d á J., H o c h m u t R., L i š k a J., V r k o č J.: Standardization of pheromone dispensers and traps for monitoring the European pine shoot moth, <i>Rhyacionia buoliana</i> (D. & S.)	852
N o v o t n ý M.: Multicriterial decisions in management	859
N o v o t n ý G.: Property and use rights to forest land and forests in the Bohemian Lands in 1620 to 1918	873



Vědecký časopis LESNICTVÍ - FORESTRY ● Vydává Akademie zemědělských věd ČSFR - Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: RNDr. Marie Forejtová ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 25 75 41 ● Sazba Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, Královský Dvůr, tel.: 0311/21642 ● Tisk Jihočeské tiskárny, a. s., provoz Blatná ● © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1992

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel elou a Administrace centralizovaného tisku, Kačkova 19, 160 00 Praha 6.