

LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 39, No. 3 - 4, 1993

OBSAH – CONTENTS

Podrázský V.: Krátkodobé účinky vápnění v extrémních imisně ekologických podmínkách Orlických hor – Short-term effects of liming in extreme immission and site conditions of the Orlické hory Mts.	97
Šindelář J.: Nové poznatky o variabilitě růstových a morfologických vlastností borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i> L.) – Recent information on the variability of growth and morphological characteristics of Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	106
Petráš R., Nociar V., Pajtík J.: Changes in increment of spruce damaged by air pollution – Prírastkové zmeny smreka poškodeného imisiami	116
Vreštiak P.: Vývoj listovej fytohmoty bresta horského (<i>Ulmus montana</i> Stok.) – Leaf phytomass development of wych elm (<i>Ulmus montana</i> Stok.)	123
Urban J.: Výskyt a vývoj pilatky <i>Nematus</i> (<i>Pteronidea</i>) <i>melanaspis</i> Htg. (<i>Tenthredinidae</i> , <i>Hymenoptera</i>) na vrbách pěstovaných na plantážích na Moravě – The occurrence and development of the sawfly <i>Nematus</i> (<i>Pteronidea</i>) <i>melanaspis</i> Htg. (<i>Tenthredinidae</i> , <i>Hymenoptera</i>) in willows grown in plantations in Moravia.	129
Maděra P., Kula E.: Poznámky ke kontrole píďalky podzimní (<i>Operophtera brumata</i> L.) – Comments on the control of winter moth (<i>Operophtera brumata</i> L.)	138
Konôpka J.: Effect of felling intensity on static stability of spruce stand under the impact of remote transport pollutants – Vplyv intenzity ťažbového zásahu na statickú stabilitu smrekového porastu pod vplyvom imisií z diaľkového prenosu	144
Šišák L.: Ochota potenciálně platit jako metoda oceňování významu sociálních stránek funkcí lesa – Willingness to pay potentially as a method of evaluation of the importance of social benefits of the forest.	151
Černý Z., Neruda J., Ulrich R.: Evaluation of functional parameters of working organs of brush cutters – Posouzení řezných vlastností pilových kotoučů křovinořezů.	161

LESNICTVÍ - FORESTRY

Mezinárodní vědecký časopis - An International Journal

Redakční rada - Managing Editorial Board

Doc. Ing. Vladimír Chalupeš, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic) - Chairman - předseda

Prof. Ing. Jiří Bartunek, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Prof. Ing. Mirjam Čech, CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Ján Ilavský, CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Ing. Jozef Konôpka, CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Prof. Ing. Jan Koubek, CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Vladimír Krečmer, CSc. (160 00 Praha 6, Na loukoti 20, Czech Republic)

Ing. Václav Lochman, CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnád, Czech Republic)

Prof. Ing. Štefan Šmelko, DrSc. (Faculty of Forestry, Technical University, 960 53 Zvolen, T. G. Masaryka 24, Slovak Republic)

Prof. Dr. Ing. Miroslav Vysoký, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief:

Mgr. Radka Chlebočková (Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic)

Odborná náplň časopisu

LESNICTVÍ - FORESTRY je mezinárodní vědecký časopis, který publikuje původní výsledky základního a aplikovaného výzkumu ze všech oborů lesnictví mající vztah k lesním ekosystémům střední Evropy. Časopis je vydáván měsíčně.

Rukopisy

Rukopisy nepřesahující 20 stran (psané oběma stranami, A4 formát) včetně tabulek, obrázků, literatury a abstraktu je třeba zaslat na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Chlebočková, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Články jsou publikovány v českém, slovenském nebo anglickém jazyce.

Objednávky a předplatné časopisu

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvoždanská 5-7, 149 00 Praha 4.

Scope of Journal

LESNICTVÍ - FORESTRY is an international scientific journal that publishes original results of basic and applied research from all fields of forestry related to forest ecosystems of Central Europe. The journal is published monthly.

Manuscripts

Manuscripts, maximum 20 double-spaced typed pages (A4 size), including tables, figures, references and abstract, should be sent to the editor-in-chief: Mgr. Radka Chlebočková, Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic. Articles are published in the Czech, Slovak or English language.

Subscription Information

LESNICTVÍ - FORESTRY is distributed by PNS (the First Periodicals Distribution Service). Information on subscription available and subscription orders are accepted in every PNS office, and by the Administrace centralizovaného tisku (Distribution Service of Centralized Press), Hvoždanská 5-7, 149 00 Praha 4-Roztyly, Czech Republic.

KRÁTKODOBÉ ÚČINKY VÁPŇENÍ V EXTRÉMNÍCH IMISNĚ EKOLOGICKÝCH PODMÍNKÁCH ORLICKÝCH HOR

V. Podrázský

Výzkumná stanice VÚLHM, 517 73 Opočno

Ve vrcholové části Orlických hor byly sledovány účinky vápnění dolomitickým vápencem v období tří let po aplikaci. Vápenec obsahoval různou dávku účinné meliorační hmoty (velikost zrn pod 1 mm). Šetření probíhalo jednak v méně extrémních stanovištních podmínkách charakterizovaných lesním typem 7K1, jednak v silně extrémních imisně ekologických podmínkách, reprezentovaných lesním typem 8Z2. Byly zjišťovány změny půdního chemismu - pH aktivní i výměnné, stav sorpčního komplexu, obsah humusu a celkového dusíku, obsah výměnného hliníku, vodíku a přijatelných živin. Byly prokázány výrazné změny půdního chemismu, soustředěné však do nejsvrchnější vrstvy nadložního humusu. Hluběji byly změny vyvolané vápněním mnohem méně výrazné. Negativní důsledek vápnění na dynamiku humusu a celkového dusíku se projevil pouze u nejsilnější aplikace jemné frakce v extrémních imisně ekologických podmínkách. Vliv vápnění jednoznačně závisel na množství aplikovaného jemného materiálu. Skarifikační půdy účinnost vápnění pronikavě zvyšovala.

vápění; meliorace půd; lesní půdy; imisní oblasti; Orlické hory

Vápění lesních půd v imisních oblastech je v současné době široce používaným opatřením chemické meliorace stanovišť. Má zabránit další degradaci lesních půd imisním spadem, zlepšit půdní chemismus, urychlit koloběh živin v lesních ekosystémech, zlepšit ujmání a růst nově zakládajících kultur a zvýšit vitalitu poškozených porostů lesních dřevin (Materová, 1986; Materová, Skoblik, 1988). Přistoupilo se k němu na základě rozsáhlých domácích i zahraničních zkušeností a výsledků melioračního výzkumu v nejrůznějších ekologických podmínkách (Gussone, 1983; Lhotský et al., 1987; Materová, 1963, 1986; Němec, 1950; Seibt, Reemtsma, 1977).

Dosud získané údaje však pro predikci účinků vápnění na lesní ekosystémy zdaleka nestačují, nedostatečné jsou i z hlediska jednotlivých imisních oblastí. Z Krušných hor (Jirgler, 1986; Jonáš, 1986; Kubelka, 1987, 1988, 1992) a z Beskyd (Konečný, 1986; Raška, 1986) jsou např. k dispozici určité údaje o vlivu vápnění na lesní půdy a ostatní složky imisemi zasažených lesních ekosystémů. Úroveň a rozsah výzkumu a šetření nejsou však ani zde v žádném případě dostatečné a vápnění se v žádném případě neposuzuje komplexněji. Dosud pak zcela chybí podrobnější experimentální práce o účincích vápnění na stav a vývoj lesních půd a lesních porostů v ostatních imisních oblastech.

Právě ve vrcholových polohách především Krkonoš (ale i Orlických a Jizerských hor) se kombinuje imisní zatížení s extrémními stanovištními a půdními podmínkami. Působení vápnění v těchto stanovištních a imisních poměrech by se proto mělo stát předmětem

intenzivního výzkumu nejen z hlediska účinnosti, ale hlavně z hlediska ohrožení ostatních složek životního prostředí.

V souvislosti s vápněním v extrémních imisně ekologických podmínkách je aktuální vliv vápnění na stav půdního chemismu a na dynamiku organických látek a dusíku. V poměrech ČR je aktuální i otázka vlivu typu vápence a dávek účinných látek.

Stav půdního chemismu na experimentálně vápněných plochách v extrémních imisně ekologických podmínkách vrcholové části Orlických hor po uplynutí jedné vegetační sezóny byl již předmětem jednoho článku (Podrázský, 1991). Na něj s časovým odstupem dvou let navazuje tato práce.

METODIKA

Experimentálně jsme vliv vápnění na stav půdního chemismu řešili ve vrcholových polohách Orlických hor na svahu a na vrcholu hlavního hřebene. V květnu r. 1988 byly založeny celkem čtyři výzkumné plochy. Jedna plocha byla založena v extrémních imisně ekologických podmínkách poblíž vrcholu Velké Deštné, další tři potom níže na svahu Malé Deštné. Extrémnost stanoviště byla v prvním případě dána jeho exponovaností vůči působení klimatických činitelů (vrcholová poloha), stavem půdy a imisním zatížením zejména oxidem siřičitým. Jeho průměrná roční koncentrace v oblasti se podle údajů ČHMÚ pohybuje mezi 10 - 30 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V daných stanovištních a klimatických poměrech to však představuje letální poškození starších smrkových porostů. Na plochách v relativně příznivějších podmínkách dosud k celoplošnému odumření smrku nedošlo, třebaže i zde se výrazně projevuje poškození asimilačního aparátu imisemi.

Na vrcholu Velké Deštné byla výzkumná plocha založena na čtyři roky staré holině, v porostu 130 A (plocha č. 4). Nadmořská výška lokality je 1100 m, průměrné roční srážky jsou 1200 mm, průměrná roční teplota 4 °C. Stanovištní podmínky jsou charakterizovány lesním typem 8Z2, jeřábová smrčičina borůvková na svazích, geologické podloží tvoří svor. Půdní typ je podle Morfogenetického klasifikačního systému půd možné určit jako podzol organozemní (PZO), v klasifikaci ÚHÚL jako drnový (horský) nebo rašelinný podzol (Hraška et al., 1987). Část půdního povrchu (20 - 30 %) byla skarifikována při těžbě a shrnování těžebních zbytků do valů.

Výzkumné plochy na západním svahu Malé Deštné se nacházejí v relativně příznivějších podmínkách. Jsou umístěny v porostech 127 A (plocha č. 1 ve zbytku smrkového porostu 6. věkové třídy) a 128 A (plochy č. 2 a 3 na holině vzniklé v r. 1987 a zalesněné spolu s vápněním). Nadmořská výška je 940 až 960 m, průměrné roční srážky 1000 mm, průměrná roční teplota 5 °C. Lesní typ byl určen jako 7K1, kyselá buková smrčičina metlicová na svazích, půdní typ jako podzol kambizemní (MKSP) nebo hnědý podzol (ÚHÚL).

Vliv vápnění na vlastnosti půd
v méně extrémních stanovištních poměrech
(plochy č. 1 a 2, 7K1, porost, holina)

Každá z těchto čtyř výzkumných ploch obsahovala varianty K (kontrolní), 3H, 9H (aplikace 3 t a 9 t hrubého vápence na jeden hektar) a 3J, 9J (aplikace jemného vápence). Hrubý i jemný dolomitický vápenec byl téhož geologického původu z dolu Horní Lánoh, obsahoval 21,5 % Ca a 11,25 % Mg. Hrubý vápenec obsahoval 56,4 % hmotnostních částic o velikosti nad 1 mm, 15,6 % částic o velikosti 1 - 0,5 mm, 11,1 % částic o velikosti 0,5 - 0,2 mm a 16,9 % o velikosti pod 0,2 mm. Podíl stejných frakcí u jemného vápence činil 5,8 - 16,3 - 20,4 a 57,5 %. Vápnění bylo provedeno ručně na povrch půdy na celé ploše vápněných variant. Množství jemného vápence (o velikosti zrn pod 1 mm) aplikovaného v případě jednotlivých variant v květnu 1988 bylo:

	3H	3J	9H	9J
kg.ha ⁻¹	1308	2826	3924	8478

U částic o velikosti nad 1 mm se na základě dosavadních výsledků předpokládá minimální účinnost (P o d r á z s k ý, 1990).

Vzorky byly odebrány v období od 17. do 26. 10. 1988 a od 17. 9. do 5. 10. 1990. Ve všech variantách na plochách 1, 2 a 4 bylo vždy vykopáno 10 sond a vzorky byly odebrány z vrstev F a H nadložního humusu a z vrchních 10 cm minerální půdy. Ve sledované vrstvě nebyly zřetelně diferencovány pedogenetické horizonty a nelze předpokládat mísení minerální zemin různého charakteru. Na ploše č. 4 s výrazným narušením půdního povrchu mechanizací bylo pět sond vykopáno na místech nenarušených a pět sond na skarifikovaných. Nerozpuštěný vápenec, jemný i hrubý, tvořil zřetelnou vrstvičku ve spodní části živého drnu, který nebyl zahrnut do odběru vzorků a analýz. Na skarifikovaných místech již vápenec viditelný nebyl.

Vzorky byly zpracovány v laboratoři Výzkumné stanice Opočno (metodiky Š m í d o v á, 1991). Stanovila se u nich půdní reakce aktivní i výměnná v KCl (potenciometricky), obsah oxidovatelného uhlíku a celkového dusíku (metoda S p r i n g e r - K l e e), momentální obsah výměnných půdníchází, hydrolytická acidita (metoda K a p p e n a), obsah výměnného hliníku a vodíku (ve výluhu 1N KCl) a obsah přijatelných živin ve výluhu kyselinou citrónovou. Byl určen obsah přijatelného vápníku a hořčíku pomocí atomové absorpční spektrofotometrie (stanovení ve výluhu provedla ústřední laboratoř VÚLHM v Jilovišti-Štrnadlech), obsah přijatelného fosforu na přístroji Spektr 210 a obsah přijatelného draslíku metodou plamenné fotometrie. Ze stanovených charakteristik byly dále vypočítány: výměnná sorpční kapacita kationtů jako součet hodnot obsahuází a hydrolytické acidity a nasycení sorpčního komplexu půd bázemi jako podíl obsahuází a výměnné sorpční kapacity. Přímý vliv nerozpuštěného vápence na výsledky analýz se nejišťoval. K mísení humusu a zemin s meliorační látkou nedošlo a lze předpokládat pouze ovlivnění půdy produkty rozpouštění a maximálně perkolací nejmenších frakcí vápence, chovajících se jako koloidní částice.

Při zpracování výsledků analýz se v maximální možné míře využilo výpočetní techniky (PC) a jejího programového vybavení: statistický systém Statgraphics a tabulkový procesor Lotus. U jednotlivých pedochemických charakteristik byl stanovován aritmetický průměr, medián a směrodatná odchylka. Průkaznost rozdílů byla testována parametrickým Studentovým *t*-testem při 95% hladině spolehlivosti.

Účinky vápnění v relativně méně extrémních podmínkách uvádí tab. I (porost) a tab. II (holina). Výrazných a přitom charakteristických změn (z hlediska účinků vápence) doznala především kyselost půdy, aktivní i výměnná, charakterizovaná hodnotou pH. Z hodnoty 3,41 stouplo v porostu pH_{H₂O} na 4,51, stejná charakteristika půdního chemismu pak na holině stoupla z hodnoty 3,47 na 5,12, obojí ve vrstvě F nadložního humusu. Účinnost variant s jemným vápencem byla průkazně vyšší a průkazné rozdíly se projeví i při zvyšování dávky vápence stejného typu. Podobný vývoj byl pozorován i u pH_{KCl}. Ve vrstvě H nadložního humusu a ve vrchních 10 cm minerální půdy byly rovněž prokázány statisticky významné rozdíly vzhledem ke kontrole, mezi jednotlivými variantami však již nikoli. Účinnost vápnění byla poněkud vyšší na holině, rozdíly však byly výraznější pouze ve vrchních vrstvách humusu.

V obsahu celkového uhlíku nebyl doložen žádný průkazný směr změn, případné průkazné rozdíly pravděpodobně připadají na vrub způsobu odběru vzorků. Totéž je možné říci o obsahu celkového dusíku. Za povšimnutí pak stojí vesměs nižší hodnoty obsahu celkového uhlíku i dusíku na holině, dané zřejmě vyšší intenzitou mineralizačních pochodů na holé ploše. Vápnění do tohoto vývoje dosud negativně nezasáhlo. Malý účinek vápnění na obsah C_{ox} a N_t bylo možné prokázat i absencí změn v poměru C/N a minimálními rozdíly této charakteristiky mezi holinou a porostem.

Naopak velmi výrazné byly po vápnění změny některých charakteristik půdního sorpčního komplexu - opět především v nejsvrchnější sledované vrstvě. Zde např. stoupl obsahází v půdě porostu z 10,1 až na 73,8 mval/100 g zeminy, na holině z 16,5 na 91,2 mval. Vývoj změn se velmi podobal změnám půdního pH, na holině byla půda i u kontroly na bázi poněkud bohatší. Malé změny se prokázaly v případě výměnné sorpční kapacity; její průkazné, ale nepřijímalé zvýšení bylo pozorováno až při vyšších dávkách vápenců. V hlubších horizontech pak byla účinnost vápnění minimální. Málo výrazné byla ovlivněna i hydrolytická acidita (sorpční nedosycenost), třebaže její pokles, zejména u vyšších dávek a v povrchové vrstvě, je statisticky průkazný. Pronikavý vliv vápnění byl prokázán v případě charakteristik nasycení sorpčního komplexu bázemi; změny byly prokázány v celém sledovaném profilu. Také v tomto případě se však maximální účinky vápnění projeví v povrchové vrstvě a byly výraznější na holině. Zde se procento nasycení zvýšilo z 20,7 na 73,7 proti hodnotám 11,9 až 57,6, doloženým v porostu. Hluběji pak rozdíly mezi jednotlivými variantami, opět s výjimkou rozdílů vzhledem ke kontrole, nebyly průkazné.

Těsnou souvislost bylo možné prokázat mezi obsahem tzv. přijatelného vápníku a hořčíku ve vrstvě F nadložního humusu a dávkou aplikovaného vápence. Obsah vápníku tak stoupl z 885 až na 6645 mg na 1000 g zeminy a obsah hořčíku z 90 až na 2416 mg v případě porostu a z 1029 na 9092 (Ca), resp. ze 152 na 3236 (Mg) mg na 1000 g zeminy ve vrstvě F na holině. Hluběji nebyly rozdíly mezi jednotlivými variantami opět průkazné. Nebyl pozorován výrazný směr změn obsahu při-

Variant ¹	Horizont ²	Mocnost ³	pH _{akt}	pH _{vým}	C _{ox}	N _t	C : N	S	T	H	V	Ca	Mg	P	K	Acidita ⁴	H _{vým}	Al _{vým}
		(cm)			(%)	(%)					(%)	(mg.1000 g ⁻¹)	(mg.1000 g ⁻¹)	(mg.1000 g ⁻¹)	(mg.1000 g ⁻¹)	(mval.1000 g ⁻¹ zeminy)		
K	F	4,3	3,41	2,78	40,2	2,17	19	10,1	85,7	75,6	11,9	885	90	153	415	134	29	105
	H	5,0	3,17	2,72	32,9	1,41	27	4,4	85,6	81,2	5,2	452	58	172	249	197	30	167
	A	10	3,38	2,80	5,0	0,22	24	0,7	18,9	18,5	3,8	76	11	104	43	91	12	79
3H	F	4,6	3,57	3,01	42,4	2,28	19	16,6	78,1	61,5	21,1	1246	311	191	321	144	27	117
	H	6,0	3,38	2,94	35,7	1,62	23,5	6,8	67,9	61,2	10,1	356	107	301	229	226	34	192
	A	10	3,53	3,02	6,9	0,32	21	1,8	23,1	21,7	8,8	163	65	151	75	107	14	93
3J	F	5,3	3,90	3,27	37,5	2,08	20	38,2	94,5	56,3	37,4	1451	604	259	205	96	21	74
	H	6,0	3,43	2,90	31,7	1,41	24	6,9	74,6	67,7	9,1	1065	512	213	204	214	30	184
	A	10	3,44	2,99	8,3	0,34	25	1,4	22,4	21,1	5,4	117	60	100	76	112	14	98
9H	F	5,3	4,18	3,52	38,9	2,36	18	63,0	117,3	54,3	52,0	5146	1726	116	365	51	18	34
	H	7,0	3,41	2,80	30,8	1,94	16	7,2	71,5	64,3	10,4	582	211	88	153	150	28	122
	A	10	3,57	2,87	3,8	0,25	19	2,0	15,9	14,2	11,8	110	50	86	43	81	10	71
9J	F	5,5	4,51	4,0	40,6	2,37	17	73,8	126,4	52,6	57,6	6645	2416	193	277	40	15	25
	H	7,1	3,45	2,88	34,9	1,83	20	16,2	72,7	56,5	21,0	3571	1721	129	206	191	32	159
	A	10	3,54	2,98	7,3	0,43	20	3,0	23,2	20,2	13,7	131	56	142	56	113	13	100

¹variant, ²horizon, ³thickness, ⁴acidity

Pozn. pro tab. I-IV: Statistická významnost rozdílů je indikována indexy – Notes for Tabs. I-IV: Statistical significance of differences is denoted with indexes:

1 - statisticky významný rozdíl vzhledem ke kontrole – statistically significant difference to the control,

2 - s rostoucí dávkou 3Hx9H, 3Jx9J – with increasing application rate - 3Hx9H, 3Jx9J,

3 - mezi vápencem s různou zrnitostí - 3Jx3H, 9Jx9H, – for limestone with different granularity - 3Jx3H, 9Jx9H;

x - $\alpha = 0,05$ - $\alpha = 0,05$

xx - $\alpha = 0,01$ - $\alpha = 0,01$

jatelného fosforu a draslíku, třebaže obsah fosforu byl na holině ve vrstvě F vesměs vyšší u vápněných variant a obsah draslíku v porostu v organických horizontech ve všech případech poněkud nižší. Jednoznačně byla ovlivněna výměnná acidita a její složky, v první řadě obsah výměnného hliníku. V porostu klesla ve vrstvě F celková výměnná acidita ze 134 na 40 mval na 1000 g zeminy, na holině ze 120 až na 15 mval, obsah výměnného hliníku pak v porostu ze 105 na 25 mval na 1000 g zeminy, na holině ze 102 na 7 mval. V hlubších horizontech byl v porostu pozorován i mírný vzestup. Mírný pokles jeví v povrchovém horizontu i obsah výměnného vodíku, třebaže absolutní a relativní změny nebyly zdaleka tak výrazné.

Vliv vápnění na vlastnosti půd v extrémních stanovištních poměrech (plocha č. 4, 8Z2, skarifikovaná a neskarifikovaná půda)

Získané výsledky demonstují tab. III (nenarušený povrch půdy) a IV (povrch půdy narušen při těžbě a vyklizování dřeva, zejména však při shrnování těžebních zbytků do valů). V případě mechanizací nenarušené půdy se změny půdního pH, především aktivního,

podobaly posunům na ostatních plochách, v horizontu F stouply hodnoty z 3,68 až na 4,58 (pH_{H₂O}), resp. z 3,02 až na 3,76 (pH_{KCl}). Výměnné pH se zvýšilo méně výrazně než na plochách v 7. lvs, což je možné považovat za důsledek extrémnějších stanovištních podmínek. V horizontu H se výměnné pH zvýšilo průkazně pouze u varianty 9J, v minerální půdě nebyly pozorovány žádné změny. Skarifikační účinnost vápnění v případě půdní acidity výrazně zvýšila, a to v obou sledovaných vrstvách. Aktivní pH stoupla ve svrchních 5 cm z 3,37 na 5,59, pH výměnné z 2,77 až na 4,99.

Také na této ploše nebyl pozorován výrazný vývoj v obsahu celkového uhlíku (tedy i humusu) a dusíku, s výjimkou nejvyšší dávky jemného vápence (varianta 9J). Zde bylo na nenarušených místech doloženo vysoce průkazné snížení obsahu celkového dusíku. Na narušených místech nebyly v obsahu celkového uhlíku pozorovány žádné průkazné změny, vápněné varianty vykazovaly ve svrchní vrstvě vesměs nižší obsah celkového dusíku. Tyto nepříznivé směry vývoje v dynamice celkového dusíku potvrzovaly i nepříznivější poměry C/N.

Opět pouze v nejsvrchnější vrstvě nadložního humusu bylo pozorováno na nenarušených místech zvýšení obsahu bázi z hodnoty 20,0 na 78,2 mval na 100 g zeminy.

1 Varianta	2 Horizont	3 Mocnost	pH _{akr}	pH _{vým}	C _{ox}	N _t	C : N	S	T	H	V	Ca	Mg	P	K	4 Acidita	H _{vým}	Al _{vým}
		(cm)			(%)	(%)			(mval.100 g ⁻¹ zeminy)		(%)	(mg.1000 g ⁻¹)	(mg.1000 g ⁻¹)	(mg.1000 g ⁻¹)		(mval.1000 g ⁻¹ zeminy)		
K	F	5,0	3,47	2,90	38,8	2,01	20	16,5	81,2	64,7	20,7	1029	152	48	270	120	18	102
	H	6,9	3,37	2,82	28,0	1,22	24	9,1	64,8	55,7	14,2	752	115	36	122	130	19	111
	A	10	3,48	2,88	3,9	0,19	22	1,4	15,1	13,7	9,9	234	49	11	56	69	7	62
3H	F	4,7	3,80	3,20	36,3	1,78	21	33,2	90,1	56,9	36,4	1562	473	55	174	72	15	57
	H	6,4	3,43	2,82	31,4	1,34	25	12,5	74,8	62,3	16,5	520	157	29	105	124	18	106
	A	10	3,54	2,85	2,7	0,12	23	1,2	11,7	10,6	9,7	480	169	25	81	68	7	61
3J	F	4,6	4,14	3,57	37,8	1,76	22	46,3	93,8	47,5	46,2	2987	1183	66	232	50	15	35
	H	6,0	3,47	2,86	26,3	1,17	24	10,3	62,5	52,2	16,9	760	260	43	130	111	21	90
	A	10	3,56	2,79	2,0	0,10	20	1,0	12,6	11,6	7,7	89	25	10	25	73	9	64
9H	F	4,2	4,55	4,0	35,2	2,10	20	74,2	116,2	41,9	61,9	4497	1697	84	282	25	10	15
	H	6,3	3,73	3,05	29,4	1,46	22	19,6	75,3	55,7	25,5	914	382	47	350	92	23	69
	A	10	3,70	2,83	2,7	0,14	21	2,0	14,0	12,0	13,4	1275	477	26	67	68	9	58
9J	F	5,0	5,12	4,58	34,8	1,76	20	91,2	124,9	33,7	73,7	9092	3236	90	194	15	8	7
	H	7,5	3,88	3,13	32,8	1,54	22	26,6	91,0	64,3	29,1	1566	799	74	161	81	19	62
	A	10	3,85	2,88	3,9	0,16	25	2,3	15,2	12,9	14,0	242	105	40	44	62	8	54

For 1 - 4 see Tab. I

Na skarifikovaných místech se průkazné zvýšení této charakteristiky sorpčního komplexu projevilo v obou sledovaných vrstvách - z 3,8 na 38,1 mval na 100 g zeminy ve vrstvě 0 - 5 cm, z hodnoty 0,9 na 7,1 mval ve vrstvě 5 - 15 cm. Proti ostatním plochám v relativně příznivějších podmínkách se na ploše č. 4 zvyšovala s dávkou jemného vápence i hodnota výměnné sorpční kapacity; dosáhla ve vrstvě F zvýšení z 88,1 na 134,8 mval na 100 g zeminy, hlouběji se však vliv vápnění neprojevil, hodnota T byla spíše poněkud nižší. Na skarifikovaných místech tato závislost průkazná nebyla, hodnota výměnné kapacity souvisela spíše s obsahem humusu a nepravdělně kolísala. Na skarifikovaných místech s nižší pufrací schopností půdy byla snížena i hydrolytická acidita. Výrazné bylo ovlivnění i nasycení sorpčního komplexu půd bázemi, změny byly větší na skarifikovaných místech, kde se projevíly i v hlubší vrstvě.

Na vápněných plochách se na nenarušených místech projevilo zvýšení obsahu přijatelného vápníku, hořčíku a fosforu, na plochách narušených mechanizací pouze zvýšení obsahu přijatelného vápníku a hořčíku. Obsah fosforu byl na posledně uvedených plochách poněkud nižší, i když pouze ve vrstvě 0 - 5 cm. Obsah draslíku průkazný pokles po vápnění nevykazoval, jenom na skarifikovaných místech byl pro varianty 3H, 3J a 9H poněkud nižší ve vrchní vrstvě.

Pronikavě poklesla na vápněných plochách výměnná acidita, zejména pak po skarifikaci půdy. V minerální půdě na nenarušených místech se průkazné změny nepodařilo potvrdit. Celková acidita tak klesla ve vrstvě F z 90 na 20 mval na 1000 g zeminy, ve vrstvě H ze 114 na

75 mval. Na skarifikovaných místech byl doložen pokles ze 79,6 na 4,7 mval. Opět klesl výrazněji obsah výměnného hliníku (ve srovnání s výměnným vodíkem).

DISKUSE

Dříve než přistoupíme ke zhodnocení dosažených výsledků a k jejich porovnání s poznatky jiných autorů, je nutné si znovu uvědomit, nakolik jsou zvolené postupy a získané údaje srovnatelné s údaji obsaženými v literatuře, týkající se vápnění lesních půd.

Většina zejména starších pokusů s vápněním byla zakládána na stanovištích, na kterých se buď předpokládá produkční efekt vápnění, nebo kde bylo potřeba meliorovat půdy degradované nevhodným pěstováním jehličnatých porostů; byla to tedy stanoviště pokrytá původně listnatými lesy, zejména doubravami a bučinami. Další typ degradace představoval nevhodný způsob hospodaření. Tyto lokality tedy nebyly (až na nepříznivý stav půd a případné vlhkostní poměry) ekologicky extrémní (u nás např. Materna, 1963; Lhotský et al., 1987) a podstatně slabší bylo i jejich imisní zatížení.

Další zdroj nesrovnalostí je dávka a typ melioračních hmot a doba působení vápněných látek na lesní ekosystém, které musíme vždy při srovnání výsledků vápnění zohlednit. Konečně jsou zde i rozdíly v metodickém přístupu (doba a způsob odběru vzorků) k vyhodnocování výsledků a rozdílné laboratorní metodiky analýz. Výsledky, které jsme získali, tak lze vyhodnotit především jako relativní změny v jednotlivých pedochemických charakteristikách a vzhledem k dosud relativně

III. Vliv vápnění na chemické vlastnosti půdy na ploše č. 4 (holina, nenarušený povrch půdy) – Effects of liming on the chemical properties of the soil on research area 4 (clearcut, intact soil surface)

1 Varianta	2 Horizont	3 Mocnost	pH _{akt}	pH _{vým}	C _{ox}	N _t	C : N	S	T	H	V	Ca	Mg	P	K	4 Acidita	H _{vým}	Al _{vým}
		(cm)			(%)	(%)												
								(mval.100 g ⁻¹ zeminy)			(%)	(mg.1000 g ⁻¹)		(mg.1000 g ⁻¹)		(mval.1000 g ⁻¹ zeminy)		
K	F	5,4	3,68	3,02	33,9	2,20	15	20,0	88,1	68,1	22,3	1252	306	53	144	90	12	79
	H	5,4	3,47	2,84	23,0	1,43	16	10,6	73,8	65,1	15,3	423	103	44	91	114	16	100
	A	10	3,57	2,94	2,5	0,13	19	0,4	12,5	8,0	29,0	55	14	10	29	36	6	24
3H	F	7,4	3,75	3,07	36,0	2,52	14	29,5	98,0	69,0	30,0	1187	462	60	139	84	16	68
	H	5,0	3,55	2,81	30,0	1,36	22	14,0	71,0	58,0	19,0	676	258	68	135	111	20	90
	A	10	3,81	2,91	2,0	0,15	13	1,3	8,0	8,0	13,5	41	25	9	27	30	5	25
3J	F	6,2	3,93	3,38	39,2	2,30	17	42,0	105,0	63,0	40,0	2273	1068	78	186	49	14	36
	H	4,2	3,62	2,84	27,4	1,66	16	10,4	51,0	40,0	23,0	405	185	58	88	90	14	75
	A	10	4,09	2,98	1,2	0,11	11	1,2	9,0	8,0	14,0	22	23	7	25	39	5	34
9H	F	6,0	4,21	3,51	37,8	2,47	15	66,0	124,0	58,0	52,1	4143	2046	70	206	33	10	23
	H	5,0	3,58	2,81	21,0	1,36	15	15,0	56,0	42,0	26,0	334	213	48	123	72	17	54
	A	10	3,73	2,96	1,4	0,15	9	1,5	8,0	7,0	18,0	73	47	4	25	35	6	30
9J	F	6,0	4,58	3,76	34,1	1,41	24	78,2	134,8	57,0	58,0	5388	2766	75	160	20	8	12
	H	4,0	3,66	2,89	23,0	0,97	24	13,6	63,0	50,0	23,0	570	326	46	100	75	14	61
	A	10	3,82	2,99	1,4	0,08	18	0,7	8,0	7,0	9,0	40	37	4	27	33	4	29 26

For 1 - 4 see Tab. I

IV. Vliv vápnění na chemické vlastnosti půdy na ploše č. 4 (holina, narušený povrch půdy) – Effects of liming on the chemical properties of the soil on research area 4 (clearcut, scarified soil surface)

¹ Varianta	³ Mocnost	pH _{akt}	pH _{vým}	C _{ox}	N _t	C : N	S	T	H	V	Ca	Mg	P	K	⁴ Acidita	H _{vým}	Al _{vým}
	(cm)			(%)	(%)		(mval.100 g ⁻¹ zeminy)			(%)	(mg.1000 g ⁻¹)		(mg.1000 g ⁻¹)		(mval.1000 g ⁻¹ zeminy)		
K	0 - 5	3,37	2,77	10,8	1,03	10	3,8	41,2	37,4	32,2	186	33	26	58	79,6	16,7	62,9
	5 - 15	3,48	2,93	3,6	0,12	30	0,9	10,6	9,1	23,8	27	7	7	24	39,9	6,1	33,8
3H	0 - 5	4,12 ₁₁	3,21 ₁₁	6,5	0,37	18	8,5	20,8	12,3	41,3	404	184	5	25	21,0 ₁₁	4,3 ₁	16,7 ₁₁
	5 - 15	3,94 ₁₁	2,99	1,3	0,13	10	1,7	9,3	7,7	17,1	186	95 ₁	4	22	43,1	5,6	37,3
3J	0 - 5	3,97 ₁₁	3,04 ₁₁	5,1	0,35	15	4,4	15,4	11,1 ₁	28,1	219	90	12	31	39,3 ₁	4,3 ₁	35,0 ₃
	5 - 15	3,96 ₁	3,10	2,7	0,20	14	3,9	13,4	9,5	23,3	28	18	12	28	38,3	3,7	34,6
9H	0 - 5	5,05 ₁₁₂₂	4,41 ₁₁₂	4,3	0,24 ₁	18	24,7 ₁₁	30,6	5,9 ₁	76,24 ₁₂₂	2417	1176	18	42	7,7 ₁₁₂₂₃	0,9 ₁₁₂₂	6,7 ₁₁₂
	5 - 15	4,00 ₁₁	3,09 ₁	1,3	0,09	14	3,0	10,1	7,1 ₁	27,9	176	404	6	28	41,0	4,2	36,8
9J	0 - 5	5,59 ₁₁₂₂	4,99 ₁₁₂₂	11,9	0,97	12	38,1 ₁₁₂₂	54,3 ₂₂	16,2 ₂₂	74,4 ₂₂	1294	654	22	71	4,7 ₁₁₂₂	1,6 ₁	3,1 ₁₁₂₂
	5 - 15	4,58 ₁₁₃	3,78 ₁₃	2,7	0,16	17	7,1 ₁₁₃	13,0	5,9 ₁₂	54,8	75	83	5	22	9,9 ₁₁₂₃₃	1,0 ₁₁₃	8,9

For 1 - 4 see Tab. I

krátké době působení vápence nelze činit dlouhodobé a definitivní závěry.

Rovněž neodhadnutelný vliv má provozní vápnění, které se ve vrcholových partiích podle údajů Lesprojektu uskutečňovalo v letech 1985 až 1989 a pokračuje i v současné době. Vzhledem k malým rozměrům ploch však lze předpokládat, že jím vyvolané změny byly rovnoměrné na všech dílčích plochách a na základě dosud zjištěných údajů byly minimální.

Po uvědomění si těchto skutečností pak lze přistoupit ke zhodnocení dosažených výsledků. Ty naznačují, že pronikavé a jasné diferencované rozdíly v působení různých dávek a typů vápenců se objevují velice rychle, dokonce v období tří let, které jsme sledovali.

Heinsdorf et al. (1990) uvádějí vliv stupňování dávek jemného vápence: při aplikaci až 8 t vápence na hektar vzrostlo pH výměnné po třech letech ve vrstvě L + F až o 2,6, ve vrstvě H o 0,2 a v 0 - 10 cm minerální půdy se dosud vliv vápnění neprojevil. Jako dávka dostatečná pro dosažení žádoucí hodnoty pH výměnného kolem 4,2 ve vrstvě humusu se uvádí hektarová dávka 2 t. Na tuto hodnotu je však (Ulrich, 1986a, 1986b) nutné upravit reakci především minerální půdy; tohoto cíle nebylo v uvedeném případě dosud dosaženo. Podobné výsledky uvádějí i Hunger (1962) a Czerney (1968), rychle změny při aplikaci vysokých dávek uvádí i Bosch (1986).

Zvyšování půdní reakce ve vrstvě humusu nad hodnotu 4,2 (Heinsdorf et al., 1990) případně nad 5,0 (Lhotský et al., 1987) je pak hodnoceno jako nežádoucí z hlediska možné nadměrné nitrifikace, což výsledky, které jsme získali (varianta 9J na ploše 4 a účinky vápnění na skarifikovaných místech), naznačují rovněž. Poměrně zřetelné omezení výrazných účinků vápnění ve svrchních vrstvách humusu, postupné a pomalé pronikání jeho vlivu do hlubších horizontů způsobuje pomalejší rozpustnost dolomitického vápence a vysoká pufrací schopnost mocných humusových horizontů (Hornbeck, Federer, 1985).

V našem případě bylo tedy v krátké době dosaženo výrazných změn v reakci nadložního humusu, přičemž velikost a tendence změn odpovídaly údajům uvedeným v literatuře. V závislosti na dávce vápence o velikosti zrn pod 1 mm se zvyšoval pH a vliv vápnění postupoval ve sledovaném období do hlubších vrstev nadložního humusu; minimálně se projevoval i v minerální zemině. Při dávce 9 t jemného vápence na hektar byla překročena půdní reakce výměnná 4,2, kdy se předpokládá zvýšení nitrifikace na úroveň vyvolávající ztráty dusíku. Mezi jednotlivými plochami nebyly pozorovány význačné rozdíly v účincích vápnění, velmi výrazné se ale projevil vliv skarifikace, což je potvrzeno i sledováním účinnosti provozního vápnění na lokalitách s mechanizovanou přípravou půdy (Peřina, Podrázský, 1988; Kubelka, 1992).

Výrazné byl i ve velmi krátkém období ovlivněn stav sorpčního komplexu. Předně se velmi výrazně a se zcela patrnou závislostí na dávce jemného vápence zvýšil obsah bázi zejména v povrchových vrstvách. Hodnota S jako půdní charakteristika je sledována poměrně málo, jednotliví autoři věnují pozornost spíše jednotlivým výměnně poutaným bázím. Přesto jsou zvláště ve starších německých pracích doklady o posunu obsahu bázi v půdě po vápnění, např. Czerney, Mai (1970) uvádějí změny hodnoty S v nadložním humusu čtyři roky po vápnění, které dosáhly zvýšení v závislosti na

dávce a typu hnojiva ze 13,7 až na 50 - 166 mval na 100 g zeminy, tedy změn řádově srovnatelných s našimi.

Výměnná sorpční kapacita kationtů je vápněním ovlivněna rovněž. Obecně se projevovalo na plochách č. 1 až 3 zvyšování kapacity v horizontech humusu i v minerální půdě, nejvýrazněji opět ve vrstvě F. Zde byly změny hodnoty T zcela patrně závislé na množství aplikované jemné meliorační látky. V hlubších horizontech tato tendence již tak výrazná nebyla a posuny v hodnotě T byly mnohem nepravidelnější, byť byla patrná vyšší účinnost větších dávek.

Na rozdíl od porostu a čerstvé holiny v relativně příznivějších podmínkách byl směr změna na extrémní lokalitě poněkud jiný. Ve vrstvě F sice výměnná sorpční kapacita rostla s dávkou jemného materiálu, ve vrstvě H a v minerální půdě byl naopak pozorován pokles, byť dosud neprůkazný a bez závislosti na dávce vápence. V minerální zemině se posun v hodnotě charakteristiky T podobal změnám v obsahu oxidovatelného uhlíku, což odpovídá zjištěním, která uvádějí Derome (1985), Derome et al. (1986). Ten rovněž popsal zvýšení výměnné kapacity ve vrstvách humusu v důsledku příznivější humifikace a naopak snížení v minerální zemině jako následek mineralizace organických látek. Podobný poznatek uvádí i Czerney (1968). Vzhledem ke krátkému sledování jsou však závěry o důsledcích vápnění dosud předčasné. Z dalších autorů uvádějí výrazné změny výměnné kapacity (bez ohledu na rozdíly v laboratorních metodikách) např. Hunger (1962) a Orlovskij (1982).

Poměrně málo výrazný vliv vykazovalo vápnění na vyšší hydrolytické acidity. Souviselo to se silnou vrstvou nadložního humusu s vysokou pufrací schopností; přitom změněné humifikační pochody na čerstvé holině a v prosvětleném porostu ovlivňovaly obecnou tendenci poklesu acidity po vápnění. Jednoznačné snížení hodnoty charakteristiky H tak bylo doloženo pouze ve vrstvě F nadložního humusu, přičemž bylo závislé na množství aplikovaného jemného vápence. V hlubších horizontech se pokles hydrolytické acidity projevil pouze na ploše č. 4, kde nejvýraznější změny humifikačních a mineralizačních pochodů proběhly již několik let před vápněním po smýcení porostu. Výrazný vliv vykazovalo vápnění od počátku na skarifikovaných místech, třebaže i zde se projevilo zatím pouze ve vrstvě 0 - 5 cm. Odstranění vrstvy humusu a vápnění na povrchu minerální půdy se projevilo prudkým poklesem hodnoty H. Výrazné-pufrací působení vrstvy nadložního humusu bylo ostatně pozorováno u všech sledovaných pedochemických charakteristik. Otázka významu humusu pro půdní úrodnost je rovněž komplexním problémem; na význam jeho zachování v podobných stanovištních podmínkách poukázali např. Binkley (1986) a nepřímo Lokvenc (1989). Ze zahraničních autorů poukázali na výrazný pokles hydrolytické acidity po vápnění např. Orlovskij (1982) a Czerney, Mai (1970) včetně pronikavého zvýšení účinnosti vápnění na skarifikovaných místech.

Výrazné ovlivnění vykazoval naproti tomu kvalitativní ukazatel stavu sorpčního komplexu, totiž nasycení sorpčního komplexu bázemi, a to v celém sledovaném profilu. Nejvýraznější zvýšení však ve všech případech i u této pedochemické charakteristiky nastalo ve vrstvě F. Pozorované změny nasycení sorpčního komplexu velmi úzce souvisely s množstvím aplikovaného vápence o velikosti pod 1 mm (lineární závislost, korelační koeficient ve vrstvě F 0,93, index determinace 86 %).

V závislosti na dávce a typu melioračního materiálu uvádějí výrazné změny nasycení sorpčního komplexu půd i ostatní autoři. Často docházelo - při vysoké dávce účinných látek a za příznivých stanovištních podmínek - i k plnému nasycení sorpčního komplexu bázemi (Hunger, 1962; Czerney, Mai, 1970; Orlovskij, 1982). Heinsdorf et al. (1990) uvádějí, že ve vrcholových polohách Durynského lesa dosáhlo nasycení sorpčního komplexu během tří let ve vrstvě L + F hodnoty 100 % již při dávce 4 t hořčnatého slínu na hektar; za stejné období stoupá při dávce 8 t na ha jeho hodnota ve vrstvě H z 18 na 50 % a ve vrchních 10 cm minerální půdy ze 7 na 10 %. Pomineme-li odlišné metodiky stanovení stavu sorpčního komplexu a jiný materiál použitý k vápnění, tak až na nejsvrchnější vrstvu nadložního humusu se velikost změny velice blíží údajům, které jsme zjistili. Tedy i v porostech a na holinách imisní oblasti Orlické hory lze dosáhnout při vhodné zvolené dávce a typu meliorační hmoty poměrně rychle velmi výrazných změn sorpčního komplexu lesních půd.

Změny půdního chemismu jsou vyvolány uvolňováním vápníku a hořčíku z meliorační látky a výměnnými reakcemi těchto iontů s půdou. Obsah přijatelného vápníku a hořčíku přitom vykazoval jednoznačný nárůst spolu s dávkou jemného vápence pouze ve vrstvě F nadložního humusu. Obsah přijatelného vápníku v hlubších horizontech pak byl sice poněkud vyšší na vápněných variantách, nicméně souvislost s dávkou jemného vápence, na rozdíl od obsahu přijatelného hořčíku, ve vrstvě H nevykazoval. Zvýšení obsahu přijatelného hořčíku u vápněných variant se pak projevilo i v minerální zemině. Hořčík jako více deficitní prvek, navíc vytvářející silnější vazbu, je tak intenzivněji poután sorpčním komplexem půdy, což se projevuje (při jeho nadbytku) i relativním obohacením vzhledem k vápníku.

Z dalších autorů poukázali na vyšší obsah vápníku a hořčíku v půdě vápněných porostů Ulrich, Keufel (1970), Seibt, Reemtsma (1977), Matzner (1985), Derome (1985), Derome et al. (1986) aj. Heinsdorf et al. (1990) uvádějí výrazné zvýšení obsahu výměnného vápníku po třech letech ve vrstvě L + F z 1030 na 6220 mg na 1000 g zeminy, ve vrstvě H ze 710 na 1220 mg a ve vrstvě 0 - 10 cm minerální zemině ze 34 na 73 mg na 1000 g zeminy (dávka 0 - 8 t na hektar stupňovaná vždy o dvojnásobek, tj. 0,5, 1, 2, 4 a 8 t na ha). Ve stejné době popsali zvýšení obsahu výměnného hořčíku ve vrstvě L + H ze 120 na 1270 mg na 1000 g zeminy, ve vrstvě H z 820 na 2840 mg a v minerální půdě z 13 na 27 mg na 1000 g zeminy. Nehledě na metodické rozdíly jsou změny ve vrstvě F velmi podobné našim výsledkům. V hlubších horizontech se pak projevují odlišné ekologické podmínky stanovišť, např. zhruba dvakrát silnější vrstva nadložního humusu v Orlických horách a extrémnější poměry lokalit, které jsme sledovali. Přesto jsou změny i tu podobné.

Minimum literárních pramenů se zabývá vlivem vápnění na přístupnost fosforu. Haver a e m (1978) uvádí, že vápnění zpomalilo pohyb rozpustných forem fosforu do spodin a klesly tak jeho ztráty. Také Matzner (1985) dokládá akumulaci fosforu ve vrstvě humusu. Na fosforem chudých půdách může při silném oživení biologické aktivity půdy a vitality buřeni (při prosvětlení) dojít k biologické fixaci, k vyčerpání přístupného fosforu a k projevům jeho nedostatku (Seibt, Reemtsma, 1977). Baier, Baierová (1985) uvádějí, že přístupnost fosforu

stoupá při zvyšování půdní reakce (výměnné) do výše pH zhruba 5,0, dále se drží v optimu v oboru 5,0 až 6,0, potom opět klesá až do hodnoty pH 8,0, načež opět stoupá. Souvisí to s různými formami fosfatů, v nichž se fosfor při různém půdním pH převážně vyskytuje (Binkley, 1986). Do pH 2,5 je to forma $H_2PO_4^-$, při neobvyklejších poměrech v lesních půdách, tj. pH 4 až 6 forma $H_2PO_4^-$, při pH 7 až 12 HPO_4^{2-} a nad pH 12 PO_4^{3-} .

S tím souhlasí i námi pozorované zvýšení obsahu přijatelného fosforu na vápněných variantách v nejsvrchnějších vrstvách půdy. Pokles jeho obsahu v hlubších horizontech humusu a v minerální zemině může souviset s akumulací této živiny buřeni ve svrchních vrstvách, tj. v drnové pokrývce. Obsah fosforu v minerální zemině na ploše č. 4 byl velmi nízký; tomu odpovídá i pokles jeho obsahu po vápnění.

Dosud nebyl potvrzen negativní důsledek vápnění na dynamiku draslíku, třebaže se nebezpečí ztrát draslíku po vápnění uvádí jako jeden z jeho možných negativních důsledků. Ulrich, Keufel (1970) uvádějí, že obsah draslíku v minerální půdě klesl o 18 %, ale tento úbytek byl způsoben převážně mobilizací draslíku vegetací (ve vrstvě humusu nárůst o 42 %). Matzner (1985) uvádí rovněž vyšší akumulaci draslíku v humusu a vyšší migraci do spodin v minerální zemině. Nebezpečí ochuzení o jednomocné báze po vápnění uvádějí i Seibt, Wittich (1977) a Seibt, Reemtsma (1977). Lze předpokládat, že půdní změny vyvolané vápněním zvýší v pozorovaném oboru pH přístupnost draslíku pro rostliny (Baier, Baierová, 1985); důležitý bude tedy vliv zvýšeného obsahu vápníku a hořčíku a jejich případný antagonismus vzhledem k draslíku.

Výrazný je důsledek vápnění na výměnnou aciditu, tedy v první řadě na obsah výměnného hliníku a vodíku v půdě. Také jiní autoři dokládají zvýšení obsahu složek výměnné acidity ve svrchních vrstvách půdy po vápnění. Ulrich, Keufel (1970) např. uvádějí zvýšení obsahu hliníku ve vrstvě humusu o 27 % v důsledku biologické meliorace. V minerální půdě pak pozorovali pokles o 24 %. Matzner (1985) uvádí v horizontu nadložního humusu vzestup množství hliníku u smrku z 369 na 723 kg.ha⁻¹, u buku z 281 na 816 kg.ha⁻¹. V minerální zemině do 50 cm vzrostlo v porostu smrku množství hliníku z 3133 na 3414 kg.ha⁻¹, u buku kleslo z 3150 na 2900 kg.ha⁻¹. V nejsvrchnější vrstvě minerální zeminy (0 - 10 cm) kleslo ale množství hliníku u buku o 9 %, ve smrku o 7 %. Heinsdorf et al. (1990) uvádějí výrazný vliv vápnění na pokles výměnné acidity; při vzestupu výměnného vápníku nad 6000 mg na 1000 g zeminy (pH_{KCl} nad 5,0) dokládají pokles výměnného hliníku na zanedbatelnou úroveň. Pokles jeho obsahu na ekologicky nevýznamnou hladinu se uvažuje již při hodnotě výměnné reakce nad 4,2 stupně pH_{KCl}.

ZÁVĚR

Získané výsledky potvrdily výrazné změny půdního chemismu po vápnění i v extrémních imisní ekologických podmínkách, posuny v hodnotách pedochemických charakteristik vykazovaly směr a velikost, které se blížily údajům v literatuře, uvádějící výsledky z mnohem příznivějších imisní ekologických poměrů. Účinky vápnění v krátkém období tří let výrazněji ovlivnily v důsledku vysoké pufruční schopnosti nadložního humusu pouze vrstvu F nadložního humusu, třebaže vliv

vápění byl patrný v některých případech i ve vrstvě H a ve svrchních 10 cm minerální zeminy. Výrazně se nelišily účinky vápnění v porostu a na holině v 7. lvs, ani na holině v 8. lvs v podstatně extrémnějších poměrech.

Příznivě byla ovlivněna zejména půdní reakce, obsah báží, výměnná sorpční kapacita, nasycení sorpčního komplexu báze, obsah přijatelného vápníku a hořčíku a stav výměnné půdní acidity. Negativní vliv vápnění na ztráty humusu a dusíku se prozatím neprojevil, pouze u nejvyšší dávky jemného vápence (varianta 9J) se na ploše č. 4 projevily významnější pokles obsahu celkového dusíku. Dosud nelze učinit závěry o vlivu zásahu na obsah přijatelného fosforu a draslíku. Skarifkace se projevila prohloubením účinků vápnění, pedochemické charakteristiky byly na narušených místech ovlivněny mnohem výrazněji. Šetření vlivu vápnění na půdní chemismus na uvedených lokalitách je nutné chápat jako první fázi dlouhodobého výzkumu vápnění v imisní oblasti Orlické hory a jako základ pro podrobnější šetření.

Na účinnosti vápnění se velmi výrazně podílí aplikovaná dávka a typ vápence. V r. 1988 sice tato tendence nebyla příliš výrazná, ale v r. 1990 se vliv vápnění výrazně diferencoval podle množství aplikovaného vápence o velikosti zrn pod 1 mm. V nejsvrchnější vrstvě nadložního humusu byly mezi změnou sledovaných půdních charakteristik a množstvím jemného vápence pozorovány přímo lineární vztahy a vysoká závislost.

Vlivu vápnění na uchování půdní úrodnosti na imisních holinách a na obnovu a revitalizaci funkčních lesních ekosystémů v imisních oblastech ČR je pak třeba věnovat odpovídající pozornost v lesnickém a ekologickém výzkumu i v dalším období.

Literatura

BAIER, J. - BAIEROVÁ, V.: Abeceda výživy rostlin a hnojení. Praha, SZN 1985 : 364.
BINKLEY, D.: Forest nutrition management. New York, J. Wiley 1986 : 289.
BOSCH, C.: Standorts- und ernährungskundliche Untersuchungen zu den Erkrankungen der Fichte *Picea abies* (L.) Karst. in höheren Gebirgslagen. Forstliche Forschungsberichte, München, 75, 1986 : 241.
CZERNEY, P.: Über dem Einfluss der Kalkdüngung auf die chemische Eigenschaften von Fichtenhumus. Archiv für Forstwesen, 17, 1968, č. 5 : 513-530.
CZERNEY, P. - MAI, H.: Bodenkundlich-chemische und mikrobiologische Untersuchungen an einer Kalkversuchsfläche auf dem Langen Berg in Thüringen. Tagungsberichte Dtsch. Akad. Landwirtschaft, Berlin, 112, 1970 : 141-152.
DEROME, J.: Forest liming as a means of counteracting the effect of soil acidification. Symposium on the effects of air pollution on forest and water ecosystem. Helsinki, 1985 : 89-100.
DEROME, J. - KUKKOLA, M. - MÄLKÖNEN, E.: Forest liming on mineral soils. Results of Finnish experiments. [Report 3084.] National Swedish Environment Protection Board, 1986 : 91.
DUŠEK, V. - NÁROVEC, V.: Optimalizace výživy sazenic pěstovaných na minerální půdě. [Závěrečná zpráva.] Opočno, VÚLHM VS 1988 : 131.
EVERS, F. H.: Lässt sich das Baumsterben durch Walddüngung oder Kalkung aufhalten? Forst- und Holzwirt, 39, 1984, č. 4 : 75-80.
GUSSONE, H. A.: Die Praxis der Kalkung im Walde der Bundesrepublik Deutschland. Forst- und Holzwirt, 38, 1983, č. 3 : 63-71.
HAVERAEM, O.: Kalking og gjødsling av torvjord i karforsok med gran. (Liming and fertilization of peat soil in pot experiment

with spruce.) Meldiger fra Norges Landbrukshogskole, 57, 1978, č. 44 : 1-22.

HEINSDORF, D. et al.: Erste Ergebnisse der Düngung mit magnesiumhaltigen Kalken in Fichtengebieten des Thüringer Waldes auf die Verbesserung der Nährstoffversorgung in Boden und Nadeln. Sozial. Forstwirtschaft, 38, 1988, č. 6 : 167-169.

HEINSDORF, D. et al.: Bericht über boden- und nadelanalytischen Untersuchungen nach „Revitalisierungsdüngungen“ in immissionsgeschädigten Fichtenbeständen der Kamm- und oberen Berglagen des Thüringer Waldes. Beitr. Forstwirtschaft, 24, 1990, č. 2 : 74-85.
HORNBECK, J. W. - FEDERER, C. A.: Estimating the buffer capacity of forest soils. J. For., 83, 1985, č. 11 : 690-691.

HRAŠKO, J. et al.: Morfogenetický klasifikační systém půd ČSSR. Bratislava, ČSAV 1987 : 107.

HUNGER, W.: Zur Kalkdüngung älterer Fichtenbestände des Erzgebirges. In: Tagungsberichte Dtsch. Akad. Landwirtschaft, Berlin, 50, 1962 : 181-191.

JIRGLE, J.: Význam vápnění půd pro obnovu lesa v Krušných horách. In: Vápění lesních půd v imisních oblastech. Ústí nad Labem, Dům techniky ČSVTS 1986 : 45-54.

JONÁŠ, F.: Acidifikace lesních půd, její prognóza a úprava reakce půdy. In: Vápění lesních půd v imisních oblastech. Ústí nad Labem, Dům techniky ČSVTS 1986 : 71-75.

KONEČNÝ, M.: Vápění lesních půd v experimentálním povodí Malá Ráztoka. In: Vápění lesních půd v imisních oblastech. Ústí nad Labem, Dům techniky ČSVTS 1986 : 71-75.

KUBELKA, L.: Vápění lesních půd v oblasti Krušných hor. Lesn. Práce, 66, 1987, č. 2 : 65-70.

KUBELKA, L.: Účinnost leteckého vápnění v oblasti Krušných hor. Lesn. Práce, 67, 1988, č. 12 : 542-546.

KUBELKA, L.: Zhodnocení vlivu chemické meliorace půd degradovaných imisí v lesní oblasti Krušné hory za období 1973-1991. [Výzkumná zpráva.] Teplice, Severočeské státní lesy 1992 : 69.

LHOTSKÝ, J. et al.: Degradace lesních půd a jejich meliorace. Praha, SZN 1987 : 234.

LOKVENEC, T.: Vliv mechanizace těžebních prací na následné zalesnění v horských oblastech. Lesn. Práce, 68, 1989, č. 2 : 60-64.

MATERNA, J.: Hnojení lesních porostů. Praha, SZN 1963 : 227.

MATERNA, J.: Změny ve výživě lesních porostů a jejich kompenzace. Vápění lesních půd v imisních oblastech. Ústí nad Labem, Dům techniky ČSVTS 1986 : 8-17.

MATERNA, J. - SKOBLÍK, J.: Vápění - nutné opatření pro omezení vlivu imisí na les. Lesn. Práce, 67, 1988, č. 9 : 387-391.

MATZNER, E.: Auswirkungen von Düngung und Kalkung auf den Elementumsatz und die Elementverteilung in zwei Waldökosystemen im Solling. Allg. Forstz., 41, 1985, č. 43 : 1143-1147.

NĚMEC, A.: Hnojení lesních kultur. Meliorace krmicích kultur a porostů. Praha, Brázda 1950 : 437.

ORLOVSKIJ, V. B.: Izmenenije svojstv počv pod lesnymi nasaždenijami pri vneseniji dolomitovoj muki. Počvovedenije, 1982, č. 11 : 77-81.

PEŘINA, V. - PODRÁZSKÝ, V.: Účinnost vápnění v Jizerských horách. Lesn. Práce, 67, 1988, č. 1 : 12-17.

PODRÁZSKÝ, V.: Vliv vápnění na chemické vlastnosti lesních půd Jizerských hor, Orlických hor a Krkonoš. Práce VÚLHM, 74, 1989 : 169-205.

PODRÁZSKÝ, V.: Relativní účinnost zrnitostních frakcí dolomitického vápence v laboratorních podmínkách. Zpr. lesn. Výzk., 35, 1990, č. 3 : 15-18.

PODRÁZSKÝ, V.: Krátkodobé výsledky vápnění v extrémních imisních ekologických podmínkách Orlických hor. Lesnictví, 37, 1991, č. 12 : 1009-1023.

RAŠKA, L.: Letecké vápnění porostů poškozených imisími u SmSL. In: Vápění lesních půd v imisních oblastech. Ústí nad Labem, Dům techniky ČSVTS 1986 : 65-70.

SIEBT, G. - REEMTSMA, J. B.: Ertragskundliche und bodenkundliche Ergebnisse langfristiger Kalkungsversuche im nord- und westdeutschen Bergland, weitere Kalkungsversuche. Mitteilungen Niedersächs. Versuchsanst. Göttingen, Forstliche Fakultät der Universität Göttingen, 1977 : 89-298.

SIEBT, G. - WITTICH, W.: Der älteste Kalkungsversuch in Neueneherse und bodenkundliche Grundlagen. Mitteilungen Niedersächs.

PODRÁZSKÝ, V. (Forestry Research Station, Opočno): *Short-term effects of liming in extreme immission and site conditions of the Orlické hory Mts. Lesnictví-Forestry*, 39, 1993 (3-4) : 97-105.

This work presents the first results of surface liming effect research in extreme immission and site conditions, where the experimental work has not yet been done. In May 1988, four research plots were established at high elevated localities in the Orlické hory Mts. (East Bohemia) near the highest peak, Velká Deštná.

The site conditions are characterised by the altitude of 940-1100 m a.s.l., cold and humid climate (mean annual precipitation 1000-1200 mm, mean annual temperature 4-5 °C), and the association Vaccinio - myrtilli - Piceetum. The substrate is formed by micaschists, the soil types are Spodo-dystric Cambisols and Histo-humic Podzols (classification FAO).

The variants of dolomitic limestone application (21.5 % Ca, 11.25 % Mg) are characterised by the quantity of the fine material: K - control, 3H, 3J, 9H, 9J with application of 1308, 2826, 3924 and 8478 kg/ha of calcite with the granulation less than 1 mm of grane size [3 and 9 correspond to the application of 3 or 9 t/ha of coarse (H) and fine (J) limestone].

Tabs. I and II demonstrate the results obtained in relatively less extreme conditions (940-960 m a.s.l., 1000 mm of mean annual precipitation, 5 °C of mean annual temperature, Spodo-dystric Cambisol) in closed stand (Tab. I) and on clearcut (Tab. II), Tabs. III and IV demonstrate the effects of liming in extreme top conditions (1100 m a.s.l., 1200 mm, 4 °C, Histo-humic Podzol) on intact (Tab. III) and on scarified plots (Tab. IV).

The effects of liming after three years are remarkable above all in the F layer of humus. In the H layer, they are not so high and in the mineral soil they are still less distinct. In the whole profile of interest, the elevation of the soil reaction (pH_{H_2O} , pH_{KCl}), of the exchangeable base content, exchange sorption capacity and base saturation is observed.

Other positive effects of liming are raising calcium and magnesium contents of the soil, reducing the hydrolytic acidity and the exchangeable hydrogen and aluminium contents.

The liming does not yet have the negative impact on the total carbon content, the amelioration of humification is supposed. Up to date, there have not been negative effects of liming on the nitrogen dynamics, with the exception of the variant 9J, the highest and most effective. No distinct negative effects on the phosphorus and potassium dynamics are observed.

The results demonstrate possibilities of changes in pedochemistry in the extreme site conditions. They depend on the quantity and quality of dolomitic limestone applied. Applications of 4-5 t/ha of limestone are not harmful to the environment. The higher doses may cause the excessive mineralisation of carbon and nitrogen. The role of a vital forest stand to limit negative impacts and to utilize positive effects is of great importance.

In the next period, research must be concentrated on the long-term effects of liming on the soil pedochemical characteristics, on the humus, nitrogen, and potassium dynamics, and also on the plantations status and development.

liming; soil amelioration; forest soils; air-pollution areas; Orlické hory Mts.

Kontaktní adresa:

Ing. Vilém Podrázský, Výzkumná stanice VÚLHM, 517 73 Opočno

NOVÉ POZNATKY O VARIABILITĚ RŮSTOVÝCH A MORFOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ BOROVICE LESNÍ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

J. Šindelář

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jiloviště-Strnady

Potomstva uznaných jednotek borovice lesní v bývalé ČSFR, která se v počtu 125 zkoumají na pěti plochách založených v různých ekologických podmínkách středních a jižních Čech, vykazují ve věku 17 let značnou variabilitu. Na plochách byly pro všechny zkoumané znaky, tj. výškový růst, růst do tloušťky, tvárnost (příměst) kmene, tloušťku větví a zdravotní stav zjištěny vesměs statisticky významné rozdíly mezi dílčími populacemi. Potomstva nadprůměrného růstu v mládí, s velmi dobrou tvárností kmene a morfologickými vlastnostmi koruny, s dobrým zdravotním stavem se vyskytují v řadě semenářských oblastí bývalé ČSFR a v různých vegetačních lesních stupních. Jednoznačné závislosti na geografických charakteristikách míst mateřských populací nebyly zkoumáním experimentálního materiálu ve věku 17 let zatím zjištěny. Výsledky výzkumu dokumentují známou skutečnost, že borovice lesní na našem území je výrazně ovlivněna již téměř dvě stě let trvající umělou kulturou, spojenou s přenosem osiva, v minulosti někdy i nevhodného původu. Následná hybridizace v první, druhé, případně i třetí generaci mohla vést ke vzniku kulturních populací proměnlivého růstu a jakosti. Přesto dodnes zřejmě existují v některých oblastech bývalé ČSFR zbytky původních populací borovice lesní, což dokumentuje mj. i určitá vyhraněnost růstových vlastností, morfologických znaků kmene a koruny zejména na specifických stanovištích. Provenience hercynskosudetského okruhu vykazují - ve srovnání s proveniencemi z karpatských oblastí - na plochách poněkud rychlejší růst do výšky (o 8 až 13 %) a tloušťku (v průměru asi o 5 %). Pokud jde o tvárnost kmene a tloušťku větví, lze potomstva obou provenienčních okruhů hodnotit v průměru jako rovnocenná. Index zdravotního stavu je rozdílný a to ve prospěch souboru jednotek z hercynskosudetských oblastí.

Pinus sylvestris; růstové a morfologické vlastnosti; proměnlivost

Genetika a šlechtění borovice lesní byla v bývalé ČSFR předmětem pozornosti po několik desetiletí. Tak jako je tomu v počátečních fázích výzkumu v těchto oborech obecně, byly práce orientovány především na výzkum proměnlivosti. Neuvažujeme-li výzkumné plochy, které založil v Čechách ještě do konce první světové války Výzkumný ústav lesnický ve Vidni-Mariabrunnu a které již nelze hodnotit, a dále výzkumné plochy založené G. Rotherem na Slovensku v letech 1909 - 1912 (Šťastný, 1958), pak první významnou akcí byla účast Československa na mezinárodním provenienčním pokusu IUFRO s borovicí lesní. V rámci této akce G. Vincent založil v letech 1939 - 1940 tři výzkumné plochy provenienční (Vincent, Polnar, 1953). Práce orientované na genetiku a šlechtění druhu *Pinus* rozvinul počátkem padesátých let ve větším rozsahu K. Kaňák (1960, 1971, 1973, 1976, 1979 aj.).

Výsledkem těchto prací bylo mj. založení sbírky sortimentu druhu *Pinus* (arboretum Sofronka u Plzně) a výsadba řady provenienčních ploch.

Významným prvkem ve výzkumu borovice lesní v ČSFR jsou ověřovací plochy s potomstvy vybraných jednotek (porostů) uznaných ke sklizni osiva ze všech oblastí republiky včetně Slovenska (Šindelář, 1980, 1981). Sortiment výsadeb je určen především k ověření geneticky podmíněné hodnoty uznaných porostů s cílem získat informace pro zařazení nevhodnějších populací do kategorie jednotek ověřených (elitních). Navíc však hodnocení ploch může poskytnout další informace o proměnlivosti populací borovice lesní na území bývalé ČSFR. Již první práce, ve věku sedmi let, přinesly některé cenné poznatky, naznačily tendence variability borovice lesní ve zkoumaném území a upozornily na některé soubory populací, které s ohledem na rychlost růstu v mládí, dobrý zdravotní stav, odolnost k některým škodlivým vlivům prostředí (např. k sypavce borové - *Lophodermium pinastri*) zasluhují zvláštní pozornost (Šindelář, 1980, 1981, 1983).

V práci jsou shrnuty poznatky o proměnlivosti borovice lesní na území ČSFR, které vyplynuly z hodnocení ověřovacích (testovacích) ploch ve věku 17 let. Zhodnocení ploch sleduje zejména tyto cíle: posouzení a porovnání výškového růstu zkoumaných potomstev, růstu do tloušťky, zdravotního stavu a některých morfologických vlastností kmene a koruny. Konfrontace výsledků výzkumu se současnými platnými předpisy v oboru lesního semenářství, školkařství a prakticky orientovaného šlechtění. Jde zejména o charakteristiku regionálních populací (ekotypů), vymezení semenářských oblastí a rajonizaci reprodukčního materiálu.

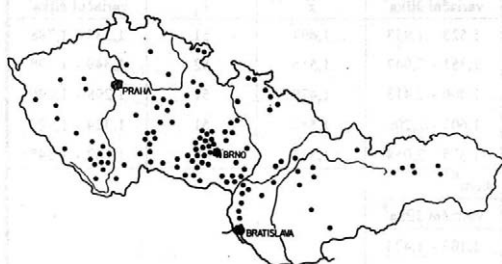
MATERIÁL A METODA

K založení ověřovacích ploch bylo použito osivo ze 125 porostů uznaných ke sklizni osiva. V sortimentu jsou zastoupeny uznané jednotky ze všech lesních oblastí bývalé ČSFR, kde se borovice ve významnějším měřítku v lesních porostech vyskytuje a kde má tato dřevina větší hospodářský význam. Nejsou zařazeny dílčí populace z oblastí, kde se borovice vyskytuje jen v nevýznamném podílu. Na plochách jsou zastoupena potomstva jednotek z vegetačního lesního stupně dubového až smrkobukového z nadmořských výšek od 175 do 990 m n.m.

Ověřovací výsadby byly založeny na pěti lokalitách v různých ekologických podmínkách v oblasti středních a jižních Čech v nadmořských výškách 184 až 536 m, tedy ve vegetačních lesních stupních dubovém až bukovém (LHC Mělník, Milevsko, Nové Hradky, Hůrka, Jindřichův Hradec).

Číslo plochy ¹	Hospodářský celek ²	Lokalita ³	Nadmořská výška ⁴ (m)	Průměrná teplota ⁵ (°C)	Průměrné srážky ⁶ (mm)	Délka vegetační doby ⁷ (dní)	Lesní typ ⁸
47	Mělník	Zelená bouda	184	8,6	542	170	1 M 1
48	Milevsko	Čimelice	490	7,1	590	140	3 S 2
49	Nové Hrady	Jakule	474	6,7	820	135	4 P
74	SLTŠ Písek	Hůrka	400	7,5	539	150	2 K 5
75	Jindřichův Hradec	Kolence	536	7,8	616	145	4 K

¹ plot no., ² forest estate, ³ locality, ⁴ above-sea height, ⁵ average temperature, ⁶ average precipitation, ⁷ duration of growing season (days), ⁸ forest type



1. Lokality uznaných jednotek zastoupených na ověřovacích plochách – Localities of certified seed units represented on testing plots



2. Ověřovací plocha 47 - Mělník, Zelená Bouda ve věku 18 let. Celkový pohled. (Foto 1 až 3 archiv VÚLHM Jiloviště-Strnady) – Testing plot 47 - Mělník, Zelená Bouda at the age of 18 years. A general view. (Photos 1 to 3 from the archives of the Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviště-Strnady)

Pro založení ploch bylo použito dvouletých školkových sazenic a plochy byly uspořádány podle jednotných metodických principů. Parcely jsou rozmístěny metodou dvojité mříže ve čtyřech opakováních. Velikost parcel je 7 x 7 m, spon výsadby 1,40 x 0,70 m, počet vysazených sazenic na parcele 50. Počet proveniencí na jednotlivých plochách není stejný a kolísá v mezích od 36 do 100.

První měření a hodnocení ploch založených v r. 1972 se uskutečnilo ve věku sedmi let, výsledky byly zpracovány a publikovány (Š i n d e l á ř , 1978, 1980, 1981, 1983).

Druhé měření a hodnocení, jehož výsledky shrnujeme, se uskutečnilo ve věku 17 let. Na všech plochách a u všech jedinců byly měřeny výšky a výčetní tloušťky, okulární bonitaci posuzovány a klasifikovány zdravotní stav, tvárnost kmene a tloušťky větví. Pro klasifikaci bylo použito tříčíslných stupnic. Pro znaky kvalitativní byly vypočteny základní matematicko-statistické charakteristiky. Podobně se postupovalo i u znaků kvantitativních, u nichž bylo možné jednotlivé kategorie kvantifikovat. Proměnlivost znaků na jednotlivých plochách byla zkoumána analýzou variance podle modelu

$$y_{ijn} = \mu + p_i + o_j + \lambda_{ij} + e_{ijn}$$

Podle stejného modelu byly hodnoceny výzkumné plochy jako soubory pro dílčí populace na plochách společně zastoupené. Místo faktoru opakování vystupuje při tomto hodnocení jako faktor lokality (1). Komponenty variance byly vypočteny řešením soustav příslušných normálních rovnic (např. W e b e r , 1961) a heritabilita (opakovatelnost) je kalkulována podle metodických postupů doporučených IUFRO (1961). Rozdíly mezi průměrnými hodnotami znaků jednotlivých potomstev byly hodnoceny testem podle Scheffeho nebo Duncan v případech, kdy toto hodnocení bylo vhodné a potřebné pro interpretaci výsledků. Vztahy veličin byly zkoumány běžnými postupy korelační a regresní analýzy, event. výpočtem korelačních koeficientů podle pořadí.

PŘEHLED VÝSLEDKŮ A DISKUSE

PRŮMĚRNÉ VÝŠKY

Průměrné výšky potomstev uznaných jednotek se na ověřovacích plochách pohybují ve věku 17 let v mezích od 5,184 m do 8,533 m. Rozdíly mezi průměrnými výškami jsou na všech ověřovacích plochách statisticky výsoce významné.

Variabilita průměrných výšek zkoumaných potomstev na jednotlivých ověřovacích plochách, jestliže proměnlivost vyjádříme v procentech průměru jednotlivých ploch, na ploše 47 Mělník kolísá v mezích 88 - 111 %, na ploše 48 Milevsko v rozmezí 85 - 113 %, na dalších plochách pak: plocha 49 Nové Hrady 83 - 112 %, na lokalitě 74 Hůrka 84 - 112 % a na ploše 75 Jindřichův Hradec v mezích 81 - 115 %.

Ověřovací plochy jsou posuzovány podle výškového růstu ve věku 17 let, stanoviště nestejnorodé, což dokumentuje skutečnost, že rozdíly mezi bloky (opakováními)

Plocha ¹	Počet proveniencí ²	Výška ³			Výčetní tloušťka ⁴		
		$\bar{x}$ (m)	V_k (%)	variální šířka ⁵ (m)	$\bar{x}$ (cm)	V_k (%)	variální šířka ⁵ (cm)
47 - Mělník	100	5,908	23	5,184 - 6,542	5,565	33	4,887 - 6,133
48 - Milevsko	49	7,468	23	6,361 - 8,417	7,206	36	6,416 - 8,060
49 - Nové Hradky	64	7,325	21	6,082 - 8,237	7,790	37	6,915 - 8,654
74 - Hůrka	36	6,550	26	5,507 - 7,346	6,559	40	5,580 - 7,488
75 - Jindřichův Hradec	36	7,396	19	6,000 - 8,533	6,604	29	5,650 - 7,970
Plocha ¹	Počet proveniencí ²	Index tvárnosti kmene ⁶			Index tloušťky větví ⁷		
		$\bar{x}$	V_k	variální šířka ⁵	$\bar{x}$	V_k	variální šířka ⁵
47 - Mělník	100	1,731	44	1,523 - 1,953	1,491	51	1,333 - 1,788
48 - Milevsko	49	1,758	44	1,351 - 2,047	1,515	52	1,349 - 1,798
49 - Nové Hradky	64	1,805	43	1,400 - 2,413	1,470	51	1,298 - 1,826
74 - Hůrka	36	1,969	39	1,602 - 2,206	1,586	51	1,324 - 1,922
75 - Jindřichův Hradec	36	1,776	42	1,375 - 2,054	1,317	48	1,162 - 1,545
Plocha ¹	Počet proveniencí ²	Index zdravotního stavu ⁸					
		$\bar{x}$	V_k	variální šířka ⁵			
47 - Mělník	100	1,272	39	1,103 - 1,473			
48 - Milevsko	49	1,194	41	1,093 - 1,360			
49 - Nové Hradky	64	1,202	43	1,058 - 1,391			
74 - Hůrka	36	1,384	44	1,198 - 1,593			
75 - Jindřichův Hradec	36	1,056	25	1,000 - 1,243			

¹plot, ²number of provenances, ³height, ⁴breast-height diameter, ⁵variation width, ⁶stem shape index, ⁷branch diameter index, ⁸health state index

$\bar{x}$ - celkový aritmetický průměr pro plochu - overall arithmetic mean for the plot

V_k (%) - variační koeficient pro celou plochu - coefficient of variation for the whole plot

variální šířka - průměrné veličiny pro extrémní provenience na ploše (maximum - minimum) - variation width - average variables for extreme proveniences on the plot (maximum - minimum)

jsou na všech ověřovacích plochách statisticky vysoce významné. Tyto skutečnosti je třeba brát v úvahu při interpretaci výsledků.

Faktor interakce potomstvo x opakování se na všech plochách uplatňuje vysoce významně a podíl tohoto faktoru na celkové proměnlivosti výškového růstu je velmi vysoký (24 až 50 %) - v průměru asi jedna třetina z celkové variance.

V rámci hodnocení proměnlivosti výšek na jednotlivých ověřovacích plochách se na celkové varianci podílí faktor potomstvo v intervalu 3 až 24 %, bloky 3 až 49 %, interakce potomstvo x opakování (bloky) 29 až 50 %. Na zbytek (chyba pokusu) připadá 5 až 19 % z celkové variance. Lze tedy konstatovat poměrně značnou přesnost pokusu.

Tuto skutečnost prokazují i hodnoty opakovatelnosti (heritability), které se pohybují v mezích od 0,80 do 0,92.

Výsledky hodnocení souborů ověřovacích ploch dokládají velmi vysoký vliv faktoru lokalita na proměnlivost výškového růstu. Z analýzy (tab. II) je patrné, že na faktor lokalita připadá 46 až 84 % z celkové variance podle jednotlivých ploch. Tato skutečnost je logická s ohledem na poměrně rozdílné stanovištní podmínky jednotlivých lokalit.

Statisticky vysoce významně se projevuje i interakce potomstvo x lokalita jako jedna z příčin proměnlivosti. Podíl tohoto činitele se na celkové varianci pohybuje podle jednotlivých ploch v mezích od 9 do 22 % (v prů-

měru 13 %). Tato skutečnost je významná zejména v souvislosti s rajonizací reprodukčního materiálu v lesnické praxi.

V souboru nejrychleji rostoucích dřevních populací na všech pěti ověřovacích plochách jsou zastoupeny, až na jednu výjimku, provenience z České republiky, a to z hercynskosudetské části ČR.

Nejvíce potomstev uznaných jednotek tohoto charakteru pochází ze semenářské oblasti VII - českomoravská a V - východočeská a z vegetačního lesního stupně 3 - dubobukového a I - dubového.

V souboru dřevních populací pomalu rostoucích připadá ze slovenských potomstev největší podíl na semenářské oblasti 8, 2, 4 (středoslovenské, podtatranské a spišsko-šarišské) a pokud jde o vegetační lesní stupně, pochází nejvíce jednotek ze stupně I dubového a 6 smrkobukového. Některé slabě rostoucí dřevní populace v ČR jsou zastoupeny v semenářských oblastech V, VI, VII (východočeské, středočeské a českomoravské).

VÝČETNÍ TLOUŠTKY

Výčetní tloušťky na ověřovacích plochách ve věku 17 let se pohybují, uvažujeme-li celou soustavu ploch a průměrné veličiny pro jednotlivá potomstva, v mezích 4,887 až 8,654 cm. Rozdíly mezi průměrnými výčetními tloušťkami jsou na všech plochách statisticky vysoce významné.

Zkoumaný znak ¹	Příčina proměnlivosti ²	47 - Mělník		48 - Milevsko		49 - Nové Hradky		74 - Hůrka		75 - Jindřichův Hradec	
		F	komponenty variance ³	F	komponenty variance ³	F	komponenty variance ³	F	komponenty variance ³	F	komponenty variance ³
Výška ⁴	provenience ⁹	6,581 ⁺⁺	1,858	13,290 ⁺⁺	6,873	12,516 ⁺⁺	4,691	5,119 ⁺⁺	2,469	10,163 ⁺⁺	6,767
	opakování ¹⁰	866,343 ⁺⁺	11,520	258,844 ⁺⁺	11,771	164,209 ⁺⁺	4,155	110,475 ⁺⁺	7,292	13,744 ⁺⁺	0,531
	interakce ¹¹	7,751 ⁺⁺	8,988	4,012 ⁺⁺	6,738	7,474 ⁺⁺	10,548	3,355 ⁺⁺	5,646	4,349 ⁺⁺	4,946
	reziduální ¹²		1,331		2,237		1,629		2,398		1,477
Výčetní tloušťka ⁵	provenience ⁹	2,202 ⁺⁺	0,959	1,948 ⁺⁺	1,479	1,890 ⁺⁺	1,742	3,939 ⁺⁺	4,827	4,336 ⁺⁺	5,628
	opakování ¹⁰	10,156 ⁺⁺	0,292	48,443 ⁺⁺	6,044	28,518 ⁺⁺	3,366	56,157 ⁺⁺	9,751	2,162 ⁺	0,109
	interakce ¹¹	2,717 ⁺⁺	5,480	1,650 ⁺⁺	4,055	1,764 ⁺⁺	5,984	1,941 ⁺⁺	5,992	2,427 ⁺⁺	4,816
	reziduální ¹²		3,192		6,242		7,828		6,364		3,374
Tvármost kmene ⁶	provenience ⁹	2,405 ⁺⁺	0,194	4,149 ⁺⁺	0,428	5,919 ⁺⁺	0,697	2,799 ⁺⁺	0,240	2,041 ⁺⁺	0,284
	opakování ¹⁰	56,242 ⁺⁺	0,305	36,947 ⁺⁺	0,399	3,281 ⁺	0,020	23,956 ⁺⁺	0,353	4,653 ⁺	0,055
	interakce ¹¹	2,171 ⁺	0,649	1,920 ⁺⁺	0,501	2,016 ⁺⁺	0,576	1,853 ⁺⁺	0,473	1,300 ⁺	0,164
	reziduální ¹²		0,552		0,544		0,567		0,553		0,545
Tloušťka větví ⁷	provenience ⁹	1,795 ⁺⁺	0,108	1,745 ⁺⁺	0,110	1,408 ⁺	0,061	2,420 ⁺⁺	0,218	0,991 ⁺	0,003
	opakování ¹⁰	227,320 ⁺⁺	1,226	84,030 ⁺⁺	1,005	54,721 ⁺⁺	0,505	55,166 ⁺⁺	0,923	6,819 ⁺⁺	0,062
	interakce ¹¹	1,913 ⁺⁺	0,494	1,357 ⁺⁺	0,211	1,428 ⁺⁺	0,258	1,634 ⁺⁺	0,389	2,105 ⁺⁺	0,423
	reziduální ¹²		0,542		0,593		0,601		0,614		0,382
Zdravotní stav ⁸	provenience ⁹	0,912 ⁺	0,182	1,549 ⁺⁺	0,031	1,734 ⁺⁺	0,046	3,687 ⁺⁺	0,214	2,214 ⁺⁺	0,041
	opakování ¹⁰	203,330 ⁺⁺	2,031	99,966 ⁺⁺	0,459	32,945 ⁺⁺	0,126	156,700 ⁺⁺	1,376	2,502 ⁺	0,003
	interakce ¹¹	0,590 ⁺	0,406	0,965 ⁺	0,008	1,726 ⁺⁺	0,183	1,480 ⁺⁺	0,153	1,240 ⁺	0,016
	reziduální ¹²		0,184		0,227		0,253		0,318		0,065

¹ investigated trait, ² source of variability, ³ components of variance, ⁴ height, ⁵ breast-height diameter, ⁶ stem shape, ⁷ branch diameter, ⁸ health state, ⁹ provenance, ¹⁰ replication, ¹¹ interactions, ¹² residual

+ rozdílly statisticky významné na úrovni pravděpodobnosti chyby menší než 5 % – statistically significant differences at the level of error probability smaller than 5 %

++ rozdílly statisticky významné na úrovni pravděpodobnosti chyby nejvýše 1 % a menší – statistically significant differences at the level of error probability maximally 1 % and less

- rozdílly statisticky nevýznamné – statistically insignificant differences

Proměnlivost průměrných výčetních tlouštěk kolem celkových aritmetických průměrů jednotlivých ploch je relativně na přibližně stejné úrovni (85 - 111 %, 85 - 113 %, 82 - 112 %, 84 - 112 %, 86 - 121 %).

Stanovištní homogenita, posuzovaná podle výčetních tlouštěk v jednotlivých blocích (opakováních), byla zjištěna pouze na ploše 75 - Jindřichův Hradec.

Na základě hodnocení celkového souboru ploch byl posuzován vliv ekologických podmínek (lokalit) na celkovou proměnlivost tloušťkového růstu a bylo zjištěno, že vliv lokalit se uplatňuje vysoce významně. Značný podíl celkové variance připadá na faktor interakce potomstvo a opakování (22 až 55 % z celkové variance).

Koeficient dědivosti (heritability) vypočtený na jednotlivých plochách pro výčetní tloušťky se pohybuje v mezích od 0,57 do 0,83 a je tedy menší než tato veličina zjištěná pro výšky. Naznačuje menší přesnost pokusu, je-li posuzován podle výčetních tlouštěk. Výsledky hodnocení proměnlivosti tlouštěk v celé soustavě ploch dokumentují značný vliv lokalit jako příčiny proměnlivosti (tab. III).

V souboru dílčích populací s největším tloušťkovým přírůstkem se na jednotlivých plochách uplatňuje, podobně jako u výšek, materiál z rozmanitých oblastí

lesních, semenářských a z různých vegetačních lesních stupňů. Nejvíce rychle rostoucích jednotek pochází ze semenářských oblastí VII - českomoravská, III - třeboňská, V - východočeská a IV - severočeská. Pomalu rostoucí dílčí populace se v ČR vyskytují zejména v semenářské oblasti VII - českomoravská, I - západočeská a VI - střečská.

V souboru 50 nejrychleji rostoucích potomstev uznávaných jednotek jsou zastoupeny pouze čtyři dílčí populace z karpatských oblastí bývalé ČSFR, zatímco v souboru 50 nejpomaleji rostoucích je zastoupení karpatských populací značné (celkem 26). Tyto skutečnosti dokumentují, že dílčí populace borovice lesní z karpatských oblastí ČSFR vykazují, jsou-li vysazeny v podmínkách středních a jižních Čech, v mládí pomalejší růst do výšky i tloušťky ve srovnání s dílčími populacemi z fytogeografické oblasti hercynskosudetské.

TVÁRNOST KMENE

Indexy tvárnosti kmene se na plochách pohybují, pokud jde o průměrné veličiny pro jednotlivé dílčí populace, v mezích 1,350 až 2,413. Rozdíly mezi průměrnými indexy dílčích populací jsou na všech plochách statisticky vysoce významné. Stanovištní homogenita, po-

Příčina proměnlivosti ¹	Výška ²		Výčetní tloušťka ³		Index tvárnosti kmene ⁴	
	F	komponenty variance ⁵	F	komponenty variance ⁵	F	komponenty variance ⁵
Provenience ⁶	10,210	6,796 ⁺⁺	2,517 ⁺⁺	2,918	4,702 ⁺⁺	0,708
Lokalita ⁷	1541,235	79,292 ⁺⁺	968,891 ⁺⁺	129,890	25,888 ⁺⁺	0,332
Interakce ⁸	6,496	12,165 ⁺⁺	0,958 ⁻	-0,244	3,195 ⁺⁺	1,259
Reziduální ⁹		2,214		5,771		0,574
Příčina proměnlivosti ¹	Index tloušťky větvi ¹⁰		Index zdravotního stavu ¹¹			
	F	komponenty variance ⁵	F	komponenty variance ⁵		
Provenience ⁶	1,621 ⁺⁺	0,126	2,018 ⁺⁺	0,085		
Lokalita ⁷	5,195 ⁺⁺	0,059	16,770 ⁺⁺	0,092		
Interakce ⁸	1,714 ⁺⁺	0,435	2,236 ⁺⁺	0,311		
Reziduální ⁹		0,609		0,252		

¹ source of variability, ² height, ³ breast-height diameter, ⁴ stem shape index, ⁵ components of variance, ⁶ provenance, ⁷ locality, ⁸ interactions, ⁹ residual, ¹⁰ branch diameter index, ¹¹ health state index

⁺⁺ rozdíly statisticky významné na úrovni pravděpodobnosti chyby nejvýše 1 % a menší - statistically significant differences at the level of error probability maximally 1 % and less

- rozdíly statisticky nevýznamné - statistically insignificant differences

IV. Hodnoty koeficientu opakovatelnosti (heritability) - The values of the coefficient of repeatability (heritability)

Zkoumaný znak ¹	Ověřovací plocha ²				
	47 - Mělník	48 - Milevsko	49 - Nové Hradky	74 - Hôrka	75 - Jindřichův Hradec
Výška ³	0,85	0,92	0,92	0,80	0,90
Výčetní tloušťka ⁴	0,55	0,83	0,47	0,75	0,77
Tvárnost kmene ⁵	0,58	0,80	0,83	0,64	0,51
Tloušťka větvi ⁶	0,44	0,43	0,30	0,59	
Zdravotní stav ⁷	0,80	0,35	0,42	0,73	0,55

¹ investigated trait, ² testing plot, ³ height, ⁴ breast-height diameter, ⁵ stem shape, ⁶ branch diameter, ⁷ health state



3. Potomstvo uznané jednotky 4 Vlb 17 - Kláštor pod Znievom, Slovensky. Věk 18 let. Ověřovací plocha 49 - Nové Hradky, LS Jakule - The progenies of certified seed unit 4 Vlb 17 - Kláštor pod Znievom, Slovensky. Age of 18 years. Testing plot 49 - Nové Hradky, Jakule Forest District

suzováno podle indexu tvárnosti kmene, nebyla zjištěna na žádné z výzkumných ploch. Interakce potomstvo x opakování je na všech plochách - s výjimkou lokality 75 - Jindřichův Hradec - statisticky významná. Koefi-

cienty opakovatelnosti (heritability) se pro index tvárnosti kmene pohybují v mezích od 0,58 do 0,93 a dokládají tak na většině ploch přijatelnou spolehlivost pokusu.

Při hodnocení souboru výzkumných ploch a s přihlédnutím k dílčím populacím na plochách společně zastoupeným byl ve všech zkoumaných případech zjištěn statisticky výsoce významný vliv lokality na celkovou proměnlivost a ve většině případů se uplatňuje výrazně i interakce potomstvo x lokalita (tab. III).

Populace borovice lesní z České i Slovenské republiky jsou co do tvárnosti kmene značně proměnlivé. Přibližně stejné počty a podíly jsou zastoupeny jak v sortimentu kvalitních (tvárných), tak v sortimentu s horší jakostí (tvárnosti) kmene. Podíly slovenských proveniencí naznačují, že v oblasti karpatské existuje větší proměnlivost v tvárnosti kmene u borovice lesní než ve fyto geografické oblasti hercynskosudetské. Znamná variabilita je, zejména pokud jde o české krajiny, mj. patrně důsledkem toho, že porosty borovice představují v současné době pestré směsi původních i cizích populací. Pohyb reprodukčního materiálu (často nevhodného původu ze zahraničí) trval téměř dvě století a teprve během posledních asi 60 - 70 let byl omezen až zastaven. Situace je navíc ovlivněna křížením mezi dílčími populacemi a vznikem hybridních populací velmi proměnlivé produkce a jakosti.

Variabilita, zejména na Slovensku, je podmíněna mj. tím, že borovice roste ve velmi rozmanitých ekologických podmínkách, v řadě případů i extrémních, což mohlo vést ke vzniku odlišných místních nebo regionálních populací.

TLOUŠŤKA VĚTVÍ

Vedle tvárnosti kmene je u borovice lesní tloušťka větví významným jakostním znakem. Borovice s tlustými větvemi se většinou špatně čistí, dochází k zarůstání suků. Kmen je pak z hlediska upotřebení pro další zpracování méně hodnotný a pro některé sortimenty, výrobky a postupy zpracování nevhodný až neupotřebitelný. Jde zejména o cenné sortimenty, především kulatinu dýhárenskou, na loupání a sloupovinu. Tloušťka větví ovlivňuje do značné míry tzv. těžební index (harvestindex), tj. podíl dřeva vhodného pro technické zpracování.

Indexy tloušťky větví se pohybují v mezích 1,162 až 1,922. Průměrné indexy na plochách jsou, s výjimkou lokality 75 - Jindřichův Hradec, poměrně vyrovnané a kolísají dost těsně kolem teoretické hodnoty (průměru) v mezích 1,470 až 1,586. Na ploše 75 jsou potomstva charakteristická jemnějším ovětvěním (celkový průměr pro plochu je 1,317).

Rozdíly mezi průměrnými indexy jsou, opět s výjimkou plochy 75, statisticky vysoce významné nebo významné. Totéž zjištění platí, a to pro všechny plochy, pro faktor opakování a interakci potomstvo x opakování. Opakovatelnost (heritabilita) pro faktor tloušťka větví je nízká a pohybuje se v mezích 0,30 - 0,59. Vliv lokality na celkovou proměnlivost tloušťky větví je statisticky vysoce významný nebo významný. Podíl variance faktoru potomstvo x lokalita je značný a to od 0 do 37 % z celkové variance (tab. III). Proměnlivost indexu tvárnosti kmene se pro dílčí populace na plochách pohybuje v mezích 83 až 121 % kolem aritmetických průměrů jednotlivých ploch.

Největší podíl dílčích populací s jemným ovětvěním se vyskytuje, pokud jde o ČR, v semenářské oblasti VII - českomoravské, III - třeboňské a ve vegetačním lesním stupni 3 - dubobukovém. Pokud jde o dílčí populace slovenské, jsou jemným ovětvěním charakteristická potomstva především ze semenářské oblasti 4 - spišsko-šarišské a z vegetačního lesního stupně 6 - smrkobukového.

Z konkrétních uznaných jednotek se jemným ovětvěním vyznačují např. potomstva porostů z lokality 1 - Habovka Vitanová, 4 - Poprad Kvetnica, 10 - Spišské Podhradie, 9 - 401 - Hluboká nad Vltavou, Nová Obora aj. Jemné ovětvění vykazují většinou i borovice ze Šumavy z vyšších poloh (9 - 402 - Sušice Křemelná, 9 - 301 - Horní Planá, Boletice).

ZDRAVOTNÍ STAV

Znečištění ovzduší postihuje zřetelně i porosty borovice lesní, i když ne tak výrazně jako porosty smrku ztepilého v horských lesích. Vliv škodlivých látek v ovzduší, např. v oblasti polabské nížiny, v některých lokalitách LZ Vysoké Chvojno, Opočno, Ronov nad Doubravou, Mělník aj. se projevuje předčasným opadem starších ročníků jehlic, intenzivním zředováním porostů (zvýšený výskyt souší). Dalším škodlivým činitelem, který se může uplatnit v borových mlazinách a tyčkovinách, je vedle některých hmyzích škůdců (např. z rodu *Pissodes*) zejména václavka (*Armillaris mellea*), kořenovnik vrstevnatý (*Heterobasidion annosus*) aj. V dosahu zdrojů



4. Potomstvo uznané jednotky IIB Bor 14 Zn., Znojmo, Čížov. Věk 18 let. Ověřovací plocha 48, Milevsko, LS Čimelice - The progenies of certified unit IIB Bor 14 Zn., Znojmo, Čížov. Age of 18 years. Testing plot 48, Milevsko, Čimelice Forest District

imisi (elektrárny Mělník, Chvaletice) je ověřovací plocha 47 - Mělník. Určité škody na lesních porostech jsou na některých lokalitách patrné i v lesní oblasti 15 - jihočeské pánve, kde jsou založeny tři z celkového počtu pěti ploch. S ohledem na tyto skutečnosti byl předmětem pozorování i zdravotní stav dílčích populací na ověřovacích plochách. Aniž by bylo možné specifikovat v rámci pozorování jednotlivé příčiny event. zhoršeného zdravotního stavu, byl okulární bonitací registrován celkový zdravotní stav, chápáný jako komplexní vliv stresových faktorů, tedy jako nespecifický soubor příčin a jejich interakcí, působících na lesní porosty.

Indexy zdravotního stavu se na plochách pohybují, uvažujeme-li jednotlivá potomstva, v mezích 1,000 až 1,593. Převážná většina dílčích populací je buď vitální, nebo je vitalita jen mírně snížena. Na ověřovací ploše 75 - Jindřichův Hradec je registrováno několik potomstev, u nichž je průměrný index zdravotního stavu 1,000, tedy všichni jedinci v rámci potomstva byli klasifikováni jako plně vitální. Rozdíly ve zdravotním stavu potomstev jsou na plochách vesměs statisticky vysoce významné, s výjimkou ověřovací plochy 49 - Nové Hradce. Podobně je tomu u faktoru bloky (opakování), kde byla prokázána homogenita, posuzovaná podle zdravotního stavu, pouze na ploše 75 - Jindřichův Hradec. Interakce potomstvo x opakování se projevuje statisticky významně na plochách 49, 74. Opakovatelnost (heritabilita) se pro zdravotní stav pohybuje v mezích 0,35 až 0,80. Vliv lokality na celkovou proměnlivost zdravotního stavu ve zvolených soustavách ploch je ve všech případech statisticky vysoce významný a podílí se na celkové varianci v průměru 34 %. Podíl variance připadající na interakci potomstvo x lokalita kolísá v mezích 14 až 42 %.

Pokud jde o potomstva s nejnižším indexem, tj. s nadprůměrně dobrým zdravotním stavem, pocházejí ve větším počtu ze semenářských oblastí VII - českomoravské, III - třeboňské, V - východočeské, VIII - východosudetské, na Slovensku z lesní oblasti 4 - spišsko-šarišské a 7 - záhorské. Zhoršený zdravotní stav vykazují zejména potomstva některých dílčích populací ze semenářské oblasti VII - českomoravské a na Slovensku ze semenářské oblasti 8 - stredoslovenské a z vegetačního lesního stupně 1 - dubového.

Pokud jde o jednotlivé ověřovací plochy, bylo možné teoreticky předpokládat nejhorší zdravotní stav potomstev

na ploše 47 - Mělník, která je relativně nejbližší zdrojům znečištění ovzduší. Znečištění ovzduší a jeho vliv na potomstva borovice lesní není zatím na lokalitě Mělník výrazně patrný. Z pěti ploch vykazuje nejhorší průměrný zdravotní stav plocha 74 - Hůrka, zatímco plocha 47 - Mělník je na čtvrtém místě v pořadí.

VZTAHY ZKOUMANÝCH VELIČIN

Hospodářská hodnota, naznačující možnosti selekce populací pro další využití v lesnické praxi, případně v dalším šlechtění, by měla být odvozena na základě řady znaků a vlastností, které na tuto hodnotu mají vliv. Žádoucí pozitivní typy (plus varianty) ať již jde o jedince nebo celé dílčí populace tak, jak je tomu v našem případě, jsou dány vhodnou kombinací znaků a vlastností, které charakterizují základní prvky hospodářské hodnoty, tj. objemovou produkci, jakost a odolnost. V našem případě lze pro tento účel využít všech pěti znaků (vlastností), které byly předmětem pozorování na ověřovacích plochách. Teoreticky lze formulovat požadavky na kombinaci znaků a vlastností pro pozitivní typy (plus varianty) a negativní typy (minus varianty). Ideální pojetí pozitivní varianty ať již jde o jedince, nebo dílčí popula-

ce, což je náš případ, je charakterizováno nadprůměrným výškovým a tloušťkovým růstem, dokonalou jakostí kmene, velmi tenkými větvemi prvního řádu a dokonalým zdravotním stavem (klasifikační známka 1).

Výsledky analýzy vztahů mezi veličinami na jednotlivých plochách (tab. V) lze shrnout v tato konstatování:

Vztah mezi průměrnými výškami a průměrnými výškovými tloušťkami na všech výzkumných plochách je kladný a statisticky vysoce významný. Korelační koeficienty se pohybují v mezích od 0,51 do 0,87. Koeficienty determinace naznačují, že změny ve výškách se dají vysvětlit ze 26 až 77 % změnami ve výškových tloušťkách.

Korelační vztahy mezi výškovým růstem a tvárností kmene jsou na třech z celkového počtu pěti ověřovacích ploch statisticky vysoce významné a vešměs záporné. Naznačenou tendenci vztahů dokumentují i koeficienty regresní a korelační koeficienty podle pořadí.

Pokud jde o vztahy výškového růstu a tloušťky větví, jsou jen ve dvou případech z pěti statisticky významné, a to na lokalitách 74 - Hůrka a 75 - Jindřichův Hradec. Vztah je v obou případech kladný, což dokumentuje, že s výškou se index tloušťky větví zvětšuje.

Vztah mezi výškovým růstem a průměrným indexem zdravotního stavu potomstev je na výzkumných plochách

V. Vztahy mezi veličinami na výzkumných plochách - Relationships between the variables on research plots

Vztah veličin ¹	Plocha ²	Korelační koeficient ³	Kritická hodnota korelačního koeficientu pro $p = 0,05$ ⁴	Regresní přímka ⁵	Statistická signifikance regresního koeficientu ⁶
Výška ⁷ - v Výškový tloušťka ⁸ - t	47	0,5110	0,1990	$v = 0,5783t + 2,6856$	+++
	48	0,6351	0,2760	$v = 0,9882t + 0,3292$	+++
	49	0,7065	0,2550	$v = 0,8407t + 0,7360$	+++
	74	0,7915	0,2910	$v = 0,5837t + 2,7065$	+++
	75	0,8780	0,2910	$v = 0,8791t + 0,1179$	+++
Výška ⁷ - v Tvárnost kmene ⁹ - k	47	-0,3295	0,1990	$v = -0,8561k + 7,3887$	+++
	48	-0,0340	0,2760	$v = -0,1252k + 7,6725$	-
	49	-0,3873	0,2550	$v = -0,9415k + 8,9757$	++
	74	-0,3852	0,2910	$v = -1,1440k + 8,8010$	+
	75	0,1211	0,2910	$v = 0,4449k + 5,8160$	-
Výška ⁷ - v Tloušťka větví ¹⁰ - s	47	0,0467	0,1990	$v = 0,1406s + 5,6976$	-
	48	-0,1871	0,2760	$v = -1,0137s + 8,9918$	-
	49	-0,0702	0,2550	$v = -0,3427s + 7,7915$	-
	74	0,4779	0,2910	$v = 1,4066s + 4,3129$	+
	75	0,6525	0,2910	$v = 3,9682s + 1,3692$	+++
Výška ⁷ - v Zdravotní stav ¹¹ - z	47	0,1086	0,1990	$v = 0,3410z + 5,4737$	-
	48	-0,2419	0,2760	$v = -2,2153z + 10,1030$	-
	49	-0,5028	0,2550	$v = -3,3490z + 11,3054$	+++
	74	-0,1940	0,2910	$v = -0,6589z + 7,4577$	-
	75	-0,3912	0,2910	$v = -3,9407z + 10,7690$	+
Výškový tloušťka ⁸ - t Tloušťka větví ¹⁰ - s	47	0,2879	0,1990	$t = 0,7661s + 4,4276$	++
	48	0,3208	0,2760	$t = 1,1166s + 5,5118$	+++
	49	0,3437	0,2550	$t = 1,4094s + 5,5852$	++
	74	0,6227	0,2910	$t = 2,6215s + 2,4158$	+++
	75	0,4290	0,2910	$t = 2,6058s + 3,9421$	++

¹relationship of variables, ²plot, ³correlation coefficient, ⁴critical value of correlation coefficient for $p = 0,05$, ⁵regression line, ⁶statistical significance of regression coefficient, ⁷height, ⁸breast-height diameter, ⁹stem shape, ¹⁰branch diameter, ¹¹health state

Plocha ¹	Korelační koeficient ²		Regresní přímka ³	Korelační koeficient podle pořadí ⁴	
	r	r _{0,05}		r	r _{0,05}
47	-0,1093	0,1990	$v_{17} = -0,4043 v_7 + 6,4595$	-0,1241	0,1990
48	0,8027	0,2760	$v_{17} = 3,1737 v_7 + 3,2622$	0,7966	0,2760
74	0,0765	0,2910	$v_{17} = 0,3834 v_7 + 6,0240$	0,1190	0,2910
75	0,5768	0,2910	$v_{17} = 2,4345 v_7 + 3,2376$	0,6005	0,2910

¹plot, ²correlation coefficient, ³regression line, ⁴correlation coefficient according to the order

vesměs, až na jedinou výjimku, záporný, ale jen ve dvou z celkového počtu pěti případů statisticky významný. Lze tedy konstatovat, že ne ve všech případech je – na fenotypové úrovni – rychlejší výškový růst výrazem úměrně lepšího zdravotního stavu.

Korelační koeficienty průměrných výčetních tloušťek a průměrných indexů tloušťky větví jsou na všech ověřovacích plochách statisticky výsoce významné.

Na základě výsledků analýzy vztahů mezi průměrnými veličinami charakterizujícími potomstva uznaných jednotek na ověřovacích plochách lze vyslovit závěr, že při selekci populací, resp. jejich potomstev bude třeba samostatně a nezávisle posuzovat všechny sledované znaky s výjimkou výčetní tloušťky. Výčetní tloušťka vykazuje na všech ověřovacích plochách výsoce významný korelační vztah s výškou.

Ověřovací plochy s borovicí lesní byly poprvé měřeny na podzim 1976 ve věku sedmi let. Údaje z toho měření bylo možné pro ověřovací plochy 47, 48, 74, 75 využít k posouzení vztahu výškového růstu ve věku 7 a 17 let. Informace jsou upotřebitelné k přezkoumání možnosti využití výškového růstu v juvenilním stadiu vývoje jako ukazatele předpokládaného dalšího růstu a produkce. Problematika tzv. časné diagnostiky nebo časných testů je dlouhodobě předmětem zájmu a pozornosti v oboru genetiky a šlechtění lesních dřevin.

Byly vypočteny korelační koeficienty, koeficienty regresní, resp. formulovány regresní rovnice pro porovnání spolu s ostatními daty; v tab. VI jsou uvedeny i Spearmanovy korelační koeficienty podle pořadí. Korelační koeficienty obou typů jsou ve dvou případech, na ověřovacích plochách 48 a 75, kladné a statisticky výsoce významné, zatímco na ostatních dvou plochách statisticky nevýznamné. Výsledky šetření nejsou jednoznačné. Nelze proto formulovat závěr, že výškový růst by mohl ve věku sedmi let již obecně s dostatečnou spolehlivostí naznačovat další vývoj růstu, event. objemové produkce do budoucna.

DISKUSE

Možnosti konfrontace výsledků výzkumu s údaji z literatury jsou omezené. Je k dispozici dostatek informací z provenienčních výzkumných ploch, kde je zastoupen sortiment proveniencí z širších oblastí areálu, ale většinou jen málo dílčích populací z území bývalé ČSFR. Výsledky z některých ploch, založených v ČSFR, představují informace z hodnocení materiálu v juvenilním stadiu vývoje (Laffers, 1975, 1980). Wright, Bull (1963), Ruby, Wright (1976) konstatují, že skupina variet *P. sylvestris hercynica*, *P. s. carpatica* a spolu s nimi *P. s. hagueunensis*

(soubor dílčích populací z Porýní a Belgie) patří v USA v severovýchodních a středovýchodních státech, hlavně v Michiganu, k nejrychleji rostoucím. K a ň á k (1978) konstatuje velmi dobrý růst východočeských dílčích populací (Týniště nad Orlicí, Bolehošť). Potomstva uznaných jednotek z těchto lokalit (polesí) rostou i na ověřovacích plochách z r. 1972 velmi dobře a ve většině ukazatelů produkce překračují průměry pokusů. Analogické výsledky s výsadbami K a ň á k o v ý m i (1978) vykazují a potvrzují především velmi dobrý růst borovice východočeské. V mezinárodním provenienčním pokusu IUFRO z r. 1940 jsou zastoupeny čtyři československé provenience, mj. i dílčí populace z oblasti Tišnova. Potomstva z prostoru Tišnova rostou uspokojivě i na ověřovacích plochách a vykazují relativně vysoký podíl tvárných kmenů. Š t a s t n ý (1958) hodnotil provenienční plochy založené R o t h e m (1908) na lokalitě Likavka a konstatoval, že domácí slovenské provenience rostou na ploše vesměs lépe než provenience z ostatních oblastí.

Výsledky provenienčního výzkumu borovice lesní shrnul zejména G i e r t y c h (1979) a došel k závěru, že hospodářsky nejhodnotnější materiál pro praktické využití a pro šlechtění je nutné hledat v oblastech Litvy, Běloruska, Polska a v severních oblastech SRN.

Celkově lze konstatovat, že dílčí populace z bývalé ČSFR na provenienčních výzkumných plochách v obou republikách, ale i v zahraničí vykazují, v souladu s výsledky výzkumu na plochách ověřovacích, vesměs průměrný až dobrý vzrůst a uspokojivou jakost, zejména tvárnost kmene. Tyto skutečnosti naznačují, že lze plně vystačit s domácím osivem borovice lesní pro praktické účely lesního hospodářství.

SOUHRN A ZÁVĚRY

Významným prvkem ve výzkumu borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v ČSFR jsou ověřovací plochy s potomstvy jednotek (porostů) uznaných ke sklizni osiva. Sortiment 125 potomstev uznaných jednotek je vysazen na pěti lokalitách. Výsadby jsou určeny především k ověření geneticky podmíněné hodnoty uznaných jednotek s cílem získat informace pro zařazení nejhodnotnějších dílčích populací do kategorie jednotek ověřených (elitních). Navíc však hodnocení ploch může poskytnout některé další informace o proměnlivosti borovice lesní na území bývalé ČSFR. Na výzkumných plochách je vysazen materiál ze 17 oblastí. Na plochách jsou zastoupena potomstva uznaných jednotek z vegetačního lesního stupně dubového až smrkobukového z nadmořských výšek 195 až 990 m.

Na všech plochách a u všech jedinců byly ve věku 17 let měřeny výšky a výčetní tloušťky, okulární bonitací posuzován a klasifikován zdravotní stav, tvárnost kmene a tloušťka větví. Výsledky měření a hodnocení byly zhodnoceny obvyklými metodami matematické statistiky.

Potomstva uznaných jednotek borovice lesní vykazují ve věku 17 let značnou variabilitu. Na plochách byly pro všechny zkoumané znaky, tj. výškový růst, růst do tloušťky, tvárnost kmene, tloušťku větví a zdravotní stav zjištěny vesměs statisticky významné rozdíly mezi dílčími populacemi. Potomstva nadprůměrného růstu v mládí s velmi dobrou tvárností kmene a morfologickými vlastnostmi koruny a s dobrým zdravotním stavem se vyskytují v řadě semenářských oblastí bývalé ČSFR a v různých vegetačních lesních stupních.

Výsledky výzkumu dokumentují známou skutečnost, že borovice lesní na našem území je výrazně ovlivněna již téměř dvě století trvající umělou kulturou, spojenou s přenosem osiva, v minulosti někdy nevhodného původu. Následná hybridizace v první, druhé, případně třetí generaci mohla vést ke vzniku kulturních populací proměnlivého vzrůstu a jakosti.

Nepochybně dodnes existují v některých oblastech v českých zemích a zejména na Slovensku zbytky původních populací borovice lesní, což dokumentuje mj. i určitá vyhraněnost růstových vlastností, morfologických znaků kmene a koruny zejména na specifických stanovištích (jihočeské pánve, jižní a jihozápadní pohraniční hory, reliktní bory zejména v některých horských oblastech na Slovensku aj.). Do jaké míry došlo v těchto případech ke kontaminaci původních populací cizím materiálem nelze dnes dobře posoudit stejně tak jako skutečnost, do jaké míry se na fenotypovém projevu těchto populací (vznik, vzrůst, morfologické vlastnosti aj.) v dospělosti podílí podmínky prostředí. S ohledem na tyto skutečnosti bude třeba i nadále se obdobně jako dosud orientovat při zajišťování reprodukčního materiálu na konkrétní fenotypově nadprůměrné porosty a na jejich testování v ověřovacích pokusech.

Provenience hercynskosudetského provenienčního okruhu vykazují, ve srovnání s proveniencemi z karpatských oblastí, poněkud rychlejší růst do výšky (o 8 až 13 %) a tloušťky (v průměru asi o 5 %). Pokud jde o tvárnost kmene a tloušťku větví, lze potomstva obou provenienčních okruhů hodnotit v průměru jako rovnocenná. Index zdravotního stavu je rozdílný, a to ve prospěch souboru uznaných jednotek z hercynskosudetských oblastí.

Výsledky výzkumu potvrzují dále předběžné výsledky a závěry z prvního hodnocení ploch ve věku sedmi let o nadprůměrné hospodářské hodnotě některých regionálních populací, a to tzv. borovice východočeské, severočeské, jihočeské (třeboňské) a východosudetské (heraltické). Některé z těchto regionálních populací (ekotypů) se vedle životaschopnosti, rychlosti růstu a dobré jakosti kmene vyznačují i značnou ekvalencí. Tato skutečnost platí zejména pro provenience ze semenářských oblastí V - východočeské a VIII - východosudetské. Dílčí populace ze semenářské oblasti III - třeboňské jsou adaptovány na místní specifické podmínky prostředí a jsou vhodné především pro využívání v oblasti původního rozšíření.

Pokud jde o jednotlivé zkoumané uznané jednotky, nejlépe se zatím osvědčilo sedm potomstev z lesních hospodářských celků Třeboň (dvě potomstva), dále Brou-

mov, Opočno, Horšovský Týn, Chlumec nad Cidlinou, Město Albrechtice. Jednotky proto přicházejí v úvahu k zařazení do kategorie uznaných porostů ověřených (E).

Literatura

- GIERTYCH, M.: Summary of results on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Height growth in IUFRO provenance experiments. *Silvae Genet.*, 28, 1979, č. 4 : 136-152.
- KANÁK, K.: Statická diagnóza odrůd borovice (*Pinus sylvestris* L.). *Lesnictví*, 6, 1960 : 763-772.
- KANÁK, K.: Arboretum Sofronka. Šlechtitelský objekt Plzeň Bolevec. Praha, 1971 : 38.
- KANÁK, K.: Preliminary report of the Scots pine provenances growing at Bolevec. *Symp. IUFRO*, Varšava, Kornik 1973.
- KANÁK, K.: Soviet provenances of the Scots pine growing in the Czechoslovakia. *Proc. XII Bot. Congr. Sect. 16*, Leningrad, 1976 : 507.
- KANÁK, K.: Výsledky 15letých studií proměnlivosti borovice lesní na pokusné ploše Týniště nad Orlicí. [Dílčí závěrečná zpráva.] *VÚLHM Jiloviště-Strnady*, 1978 : 61.
- KANÁK, K.: Provenienční studie s borovicí lesní v českých zemích. In: *Prov. výzkum lesních dřevin*. Sbor. *VÚLHM, ČSAZ*, Praha 1979 : 83-104.
- LAFFERS, A.: Charakteristika borovice sosny rostoucí na Záhořské nížině na základě premenlivosti ihlic. *Lesn. Čas.*, 21, 1975, č. 4 : 363-384.
- LAFFERS, A.: Rast domácích a cizích proveniencí borovice sosny na vlnitých pískách Záhořské nížiny. *Lesn. Čas.*, 26, 1980, č. 3 : 227-248.
- RUBY, J. L. - WRIGHT, J. W.: A revised classification of geographic varieties in Scotch pine. *Silvae Genet.*, 25, 1976, č. 5-6 : 169-174.
- ŠINDELÁŘ, J.: První výsledky ověřování porostů borovice lesní uznaných ke sklizni osiva, testy potomstev. *Lesn. Práce*, 59, 1980 : 260-269.
- ŠINDELÁŘ, J.: Stručný přehled některých nových poznatků o ekotypu borovice lesní *Pinus sylvestris* L. v ČSR. *Zprávy lesn. Výzk.*, XXVI, 1981, č. 2 : 3-7.
- ŠINDELÁŘ, J.: Perzistence a defoliace jehlic (sypavka) u pokusných kultur z osiva uznaných jednotek borovice lesní *Pinus sylvestris* L. *Práce VÚLHM*, 62, 1983 : 9-36.
- ŠINDELÁŘ, J.: Ověřování porostů borovice lesní. *Lesnický průvodce VÚLHM*, 1978 : 24.
- ŠTASTNÝ, T.: Mezinárodní provenienční pokusy plochy *Pinus sylvestris* L. z roků 1908-1912 v poleší Likavka. *Lesn. Čas.*, 4, 1958, č. 3 : 167-199.
- VINCENT, G. - POLNAR, M.: Pokusné provenienční plochy s borovicí. *Práce VÚLHM ČSR*, 3, 1953 : 28-54.
- WEBER, E.: *Grundriss der biologischen Statistik*. Jena, G. Fischer Verlag 1961 : 566.
- WRIGHT, J. W. - BULL, W. I.: Geographic variation in Scots pine. *Silvae Genet.*, 12, 1963 : 1-40.

Došlo 13. 8. 1992

ŠINDELÁŘ, J. (Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviště-Strnady): *Recent information on the variability of growth and morphological characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)*. *Lesnictví-Forestry*, 39, 1993 (3-4) : 106-115.

Testing plots with progenies of units (stands) certified for seed harvest were an important device of research into Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the former CSFR. An assortment of 125 progenies of certified seed units has

been planted at five localities. The plantings serve to verify the genetically constituted value of certified seed units to acquire information for inclusion of the most valuable populations to the category of verified (elite) units. In addition, an evaluation of the plots can provide some other information on the variability of Scots pine in the territory of the former CSFR. The material originating from 17 areas has been planted on research areas. The progenies of certified seed units from the altitudinal vegetation oak to spruce-beech zone at the heights of 195 to 990 m above sea level are represented on these plots.

Tree heights and breast-height diameters were measured in all trees on all plots at the age of 17 years, accompanied by ocular evaluation to determine and classify health state, stem shape and branch diameter. The results of measurements and evaluation were processed by usual methods of mathematical statistics.

The progenies of the certified units of Scots pine show high variability at the age of 17 years. In most cases, statistically significant differences between the partial populations were determined for all the investigated traits on the testing plots, that means for height growth, diameter growth, stem shape (uprightness), branch diameter and health state. The progenies with superior growth at their young age, with very good stem shape and morphological characteristics of tree-crowns, with good health state exist in many seed-production areas of the former CSFR and in different forest vegetation zones.

The results of research document a well-known fact that the Scots pine populations in the territory of the former CSFR have been influenced by almost two hundred years lasting artificial plantations in which transfers of seed of in the past often dubious origin were practised. The subsequent hybridization in the first, second or third generation could lead to the formation of cultural populations with growth and quality variability.

Until the present time there have certainly existed the remaining autochthonous populations of Scots pine in the Czech Lands and particularly in Slovakia, and this is documented by certain specificity of growth charac-

teristics, morphological traits of stem and crown, mainly at specific localities (South Bohemian basins, southern and south-western borderland mountains, relict pine woods especially in some mountainous areas in Slovakia, etc.). Nowadays it is hardly possible to judge the extent of adulteration of these autochthonous populations with foreign biological material in these cases neither is it possible to judge the rate of participation of the environmental conditions in phenotypic manifestations of these populations at their adult age (formation, growth, morphological characteristics, etc.). Hence the individual phenotypically above-average stands will continue to be used for the provision of reproductive material and will be tested in verification tests.

The provenances of the Hercynian-Sudetic provenance region have somewhat more vigorous height growth (8 to 13 %) and diameter growth (on average 5 %). As for stem shape and branch diameter, the progenies of both provenance regions can be evaluated as equivalent. The health state index is different, being better for the population of certified seed units from the Hercynian-Sudetic areas.

The results of research also confirm the preliminary results and conclusions from the first evaluation of the plots at the age of seven years indicating the above-average commercial value of some regional populations, such as so called East Bohemian, North Bohemian, South Bohemian (Třeboň) and East-Sudetic (heraldic) pine. Some of these regional populations (ecotypes) are also characterized by large ecovariance in addition to their viability, growth vigour and good stem quality. This applies mainly to the provenances from seed production areas V and VIII - East Bohemian and East Sudetic ones. The partial populations from seed production area III - the Třeboň area, have adapted themselves to the local specific environmental conditions, and they are apt to be used in the area of their original occurrence.

Pinus sylvestris; growth and morphological properties; variability

Kontaktní adresa:

Ing. Jiří Š i n d e l á ř, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jilovíšť-Střnady

CHANGES IN INCREMENT OF SPRUCE DAMAGED BY AIR POLLUTION

R. Petráš, V. Nociar, J. Pajtik

Forest Research Institute, 960 92 Zvolen

The present paper provides original results of the research on quantification of changes and losses in diameter, height, and volume increments of spruce trees which were damaged by air pollution. The changes in diameter and height increments were expressed as increment indices which were obtained by evaluation of empiric material from the territory of Slovakia namely of diameter increment curves of 1279 trees and height increment curves of 264 trees. Volume increment indices were derived indirectly using the method of total differential from the volume equation and indices of diameter and height increments. In conclusion, the results are compared with those obtained by some other authors.

tree increment; increment changes and losses; spruce; pollution damage; total differential

The problems under study concerning losses in increment of wood of trees and stands which are damaged by air pollution are still topical even after 20 - 30 years of inland and foreign research. It is especially for the reason that the new and important findings obtained have often been without final elaboration for a general application in forest management. The Forest Research Institute in Zvolen has initiated a wider program in this field which is aimed at the research on changes in production processes of tree species under air pollution conditions. The program was started in 1989. In 1991 one its stage was finished which resulted in obtaining new findings on increment changes in spruce trees damaged by air pollution.

The analysis of existing literary findings shows that for the measurement of increment changes in air-pollution damaged trees the method of retrospective dendrochronologic investigation of increments has frequently been used. The diameter increment is mostly determined on radial increment cores and height increment is measured on felled trees. The volume increment may be exactly determined only from detailed stem analyses. Hence, all the above-mentioned procedures are more or less destructive for the tree. The less destructive method is that of radial increment cores, and the most destructive is the method of stem analyses. When considering the quantity of work invested in these methods, the method of radial increment cores has proved to be the most accessible and used most frequently, the method of stem analyses being used least. Nevertheless, the method of stem analyses is the most precise with regard to completeness and high accuracy of determined values.

In principle, the increment changes measured may be quantified by two methods. The first one is based on comparison of absolute increments in damaged and undamaged trees and it is presumed that the trees grew under the same or very similar conditions. As, in fact, it is impossible to keep these conditions in the forest, the second method is used more frequently. It is based on quantification and comparison of increments in the same tree after its damage with an assumed increment in undamaged tree.

The actual increment after damage to the tree can be measured directly but the increment of the tree under the condition of its undamage is not determined. This increment can be estimated only indirectly. According to findings in the literature, two processes are possible. Both these processes are based on regression fitting of current annual increment curves. In the first procedure it is performed in time dependence on the calendar year or on the age of the tree, i.e. fitting of time trends as reported by Vinš (1962, 1971) and Pollanschutz (1986), and in the second procedure the increment is estimated in dependence on climatic factors as especially average precipitation and temperature. In regression fitting a mathematical model of selected time or climatic dependence of current increments is derived and calibrated for the period prior to air pollution impact. The assumed increments are calculated by extrapolation of this model. These increments can be, in a certain probability, considered to be such increments which would be attained by the tree for the same time period if it were not damaged. A concrete increment change at the time of damage to the tree is mostly expressed relatively by an index which is the ratio of actual increment at the time of its damage to the presumed increment.

After a detailed analysis of the above-mentioned methods and processes of quantification of increment changes in spruce trees the following procedure was chosen as optimum:

- measurement of diameter increments on radial cores from standing trees,
- measurement of height increments in the crowns of felled trees,
- tree-ring analysis of diameter and height increments and their quantification by means of fitting of increment trends,
- derivation of diameter, height, and volume increment indices.

EXPERIMENTAL MATERIAL AND INVESTIGATION PROCESS

The experimental material for diameter and height increments of damaged spruce trees originated from three air polluted regions in Slovakia. The north-west part included the Orava and Kysuce regions, the central part was represented by the locality of Slovenská Ľupča Forest Enterprise, and in the east Slovakia, experimental material was taken from the region of Spiš. In all cases, acid air pollution type was concerned.

To investigate the changes in the diameter increment, research plots were established in spruce stands damaged by air pollution with 60 - 140 individuals, the stand density ranged from 0.6 to 0.9. In all experimental trees, the basic growth variables were measured and evaluated as follows: tree diameter, tree class, quality, possible damage to the stem, relative crown length and crown release as related to adjacent crowns, and, particularly, crown de-

foliation percentage. Defoliation was evaluated visually according to the international monitoring scale of forest health state. Furthermore, tree heights were measured in uniform selection of trees throughout the experimental plot for the construction of height curve. One radial increment core was made up to the pith using Presler's auger in approximately half-number of measured trees namely from the upper side of the slope and, in the case of a plane, from the northern side. In the sampled cores, the annual ring width was measured using a digital positioner with direct switching to a personal computer.

To investigate the changes in height increment, similar process was used as in diameter increment, the height increment being measured on other plots in the crowns of felled trees. With regard to high laboriousness of these measurements, the height increments were measured only in 5 - 16 trees on each research plot. The height increments were measured immediately after felling of trees as distances between adjacent whorls. In the lower and middle parts of the crown, differentiation of whorls was unambiguous but in the top part of the stem, the number of whorls had to be confronted with the number of tree rings of the top part of the stem not to mistake some lateral twigs on the stem with equally thin twigs of actual whorls.

To estimate the diameter increment, 2813 trees were measured on 31 experimental plots but radial cores were taken only from 1279 trees which averaged 415 trees per one plot. For height increments, 264 trees were measured on 24 experimental plots, which was 11 trees per one plot, on the average. The highest amount of empiric material was from the Spiš region where diameter and height increments were measured in 48 % and 58 %, respectively. The second regions were Orava and Kysuce where both the increments were estimated in 29 % of trees. The lowest portion of empiric material, 23 % and 13 %, was measured in the region of central Slovakia. Detailed survey of the state of the trees under investigation is given in Tab. I for the experimental plots of diameter increment, and in Tab. II for the experimental plots of height increment. These tables indicate that on the experimental plots for diameter increments, the age of the trees averaged 75 years within the range of 49 - 103 years. The average diameter was 31.4 cm and the range was 26.8 - 37.6 cm. The average heights amounted to 26.7 m within the range of 19.9 - 31.4 m. The relative crown lengths as related to the tree height varied from 20 to 41 % averaging 31 %, and defoliation was 22 - 50 averaging 35 %. The degree of crown release in a numerical value expresses the number of the cardinal points of which one crown of the tree under study was released. It can reach the values of 0 - 4, 0 indicating that the tree crown was released nor from either, and 4 from all four cardinal points. In Tab. I, the average values reached 2.8 within

the range of 2.2 - 3.2. When comparing these data to those from the experimental plots for height increments, which are given in Tab. II, it can be stated that the trees in Tab. II were older by 22 years, thicker nearly by 8 cm, and higher by 5 m, on the average. The data on crowns were higher, as well. The relative crown length was higher by 8 %, degree of crown release by 0.1 but, particularly, average defoliation was higher even by 20 % in comparison with that on the experimental plots for diameter increment.

EVALUATION OF EXPERIMENTAL MATERIAL

Annual increments were measured on sampled radial increment cores using a digital positioner directly attached to a personal computer. With regard to the findings on formation and measurement of diameter increments in healthy and, particularly, damaged trees obtained by many authors until now, it was necessary to verify the increments measured prior to their evaluation. For this purpose, the method of synchronization of increment curves and testing their parallelism was used after Schweingruber (1983) and Jäcka (1989). The standard increment curve for synchronization of individual increment curves was constructed as an average from the selection of individual increment curves which exhibited the highest parallelism percentage of increment trends among each other. A separate standard increment curve was constructed for each experimental plot. The parallelism of curves was evaluated only for the last 50 years and, according to Jäcka (1989), this age interval has critical limits of parallelism of 66.4 and 71.8 % at significance levels $\alpha = 0.01$ and 0.001 , respectively. Hence, 71.8 % parallelism of increment curves was statistically significant with high 99.9 % probability. After the parallelism tests performed, 5 - 23 trees were found on each experimental plot which exhibited parallelism of increment curves higher than 72 % among each other. This parallelism test was followed by another test where parallelism of the average standard curve of the first selection was tested to individual curves which this average curve was calculated from. In this second selection the curves that did not reach the critical limits of parallelism were excluded. After this step, mere 3 - 20 individual increment curves remained on the experimental plots from which average and definite standard curves were calculated. Finally, individual curves were synchronized according to this standard curve. After checking all 1279 increment curves it can be stated that 7.5 - 34.0 % of increment curves of the experimental plots indicated a certain increment disorder. The analysis of disorders in the curves revealed 1, 2, and 3 disorders in 58, 22, and 11 % of trees, respectively. The remaining 9 % of trees exhibited 4 and more disorders.

The reason for these increment disorders in 83 % was undeveloped increment in some calendar year. The re-

I. Average data of trees on all experimental plots for diameter increment

Variable	Average data of trees			Average data of crown		
	Age (years)	Diameter (cm)	Height (m)	Relative length (%)	Release degree (0 - 4)	Defoliation (%)
Minimum	49	26.8	19.9	20	2.2	22
Maximum	103	37.6	31.4	41	3.2	50
Average	75	31.4	26.7	31	2.8	35

II. Average data of trees on all experimental plots for height increment

Variable	Average data of trees			Average data of crown		
	Age (years)	Diameter (cm)	Height (m)	Relative length (%)	Release degree (0 - 4)	Defoliation (%)
Minimum	59	32.3	25.9	31	1.6	31
Maximum	122	59.0	42.9	56	3.9	76
Average	97	39.3	31.6	39	2.9	55

maining 17 % of disorders were caused by formation of a false or insignificant annual ring. Analogous results of synchronization were also obtained by V i n š, T e s a ř (1969) who reported that even 40 % of increment curves did not form one annual ring at least. To identify increment disorders dating on conspicuous increment minima was particularly used. In the majority of experimental plots these minima were observed in extremely dry climatic years: 1942, 1947, 1969, and 1975. Prior to synchronization the average parallelism attained 48 % and after synchronization 65 % for all curves. Thus, parallelism of these curves increased by 17 % by synchronization and subsequent inevitable modifications.

The height increment curves measured were evaluated in a similar methodic way as diameter ones. It follows from the results of synchronization that height increment curves exhibited parallelism lower by 9 % than diameter increment curves. There is another important finding that no increment disorders were identified in these increment curves. Hence, the height increment reached positive values continuously even after a stronger air pollution damage.

In quantification of increment changes by the method of fitting of increment trends and calculation of increment indices, the boundary age or calendar year in which permanent increment depression began are important data. It is relatively easy to determine this year under strong local air pollution damage which immediately influences the tree increment, as well. Such cases were reported, for example, by V i n š et al. (1962, 1967, 1969) in the vicinity of large energetic sources in Bohemia. Nevertheless, in our case air pollution damage to spruce from long-distance pollutant transport or damage from an intermediate and strong local source of pollution and/or damage in a strongly broken ground were in question. The desirable critical years of the beginning of air pollution impact were derived according to the generally known finding of sudden breaking decline and considerable decrease in the variability of annual increments. According to these two criteria, the critical year of significant increment change was determined in the increment curve of each tree, likewise the average was estimated for each experimental plot. After evaluation of average years of important changes in increment according to the three regions under study it can be stated that within the scope of each region there was their variability ranging from 10 to 20 years. The reason for this variability was probably the situation, heterogeneity of site and stand conditions of the plots under investigation. It was an analogy to the variability in tolerance of individual trees on the experimental plots.

Because of the considerable variability and large range of the individual increment curves, the age increment trends were fitted from the average curves of more homogenous populations. These populations were classified according to tree classes for dominant plus co-dominant trees and intermediate plus suppressed trees. Within the framework of these two populations the trees were also classified according to the percentage of crown defoliation within the ranges of 0 - 30 %, 31 - 50 %, and 51 - 100 %. Then each experimental plot involved 6 classes and 6 average increment curves. All average data, as diameter, height, and age of a tree, tree class, crown portion, degree of crown release, and defoliation, were calculated from the classified populations. For the diameter increment, 154 classes were classified with the number of 1 - 30 trees and for the height increment there were 59 classes with participation of 1 - 10 trees.

To fit the average increment curves, regression functions were used with good flexibility but simultaneously with good extrapolation properties. Hyperbola of the 2nd degree was experienced to be the best from the functions tested namely in 70 % for diameter increments and in 100 % for height increments followed by hyperbolas of the 1st and 3rd degree and solely power function and/or exponential function with the constant term.

After fitting of the increment curves, increment indices were calculated according to the formula:

$$I_i = \frac{i_s(t)}{i_o(t)} \quad (1)$$

where: I_i - increment index,

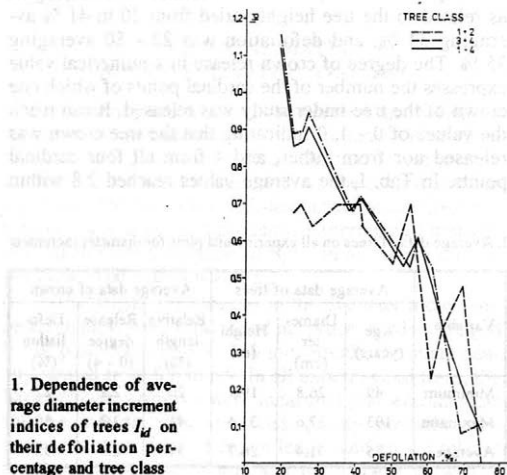
i_s - actual increment value of a damaged tree at the age t ,

i_o - value of a healthier tree according to the increment expected at the age t which is calculated from fitted function after its extrapolation up to the age t .

In the formula (1) the age at which actual increments were compared is of importance. With regard to the aim of our research and to the need for determination of increment change to the actual health condition, the increment index was calculated from the increments in the last year. In the case of calculating the average increment index for the last 5 years, its values would be systematically higher by even 20 % under the highest defoliation.

CHANGES IN DIAMETER INCREMENT

The indices of diameter increments were analyzed in detail and their dependence on many variables, viz. crown defoliation, tree class, tree age, degree of crown release and relative crown length, was experienced. The dependence of diameter increment indices on the above-mentioned variables was analyzed in average empiric curves of increment indices. The dependence of diameter increment indices on the percentage of crown defoliation and tree class is represented by average values in Fig. 1. The position and course of the average curves indicate conspicuous nonlinear decreasing dependence on increasing defoliation percentage. The position and interpenetration of average indices for the groups of dominant and co-dominant trees with suppressed and intermediate trees proved that the effect of tree class was insignificant. A certain deviation in indices between the tree classes



1. Dependence of average diameter increment indices of trees I_d on their defoliation percentage and tree class

was exhibited only at 20 - 30 % defoliation. Nevertheless, with regard to a great variability of individual indices, the deviation was insignificant. Between the curves of two tree classes there was the third one which represented all tree classes. With regard to 85 % participation of dominant and co-dominant trees, the position of the average curve was proportional to this percentage.

Kramer et al. (1988), likewise other authors, reported that under the same damage to trees, the relative increment loss was higher in older than in younger trees. According to comparison of average indices of two tree populations, namely younger one and older than 70 years, in dependence on defoliation percentage, it can be stated that within the range of our empiric material of approximately 50 - 100 years old no effect of tree age on the change in diameter increment was confirmed. Similar analyses were made to evaluate the influence of release and relative crown length. The result was identical to that of the age dependence. Hence, the analysis of all factors confirmed an important dependence only on crown damage which was indicated by the defoliation percentage. This basic dependence was fitted by regression function according to the relation:

$$I_{id} = 1 + b_1 \cdot Def^{b_2} \quad (2)$$

where: I_{id} - diameter increment index,
 Def - crown defoliation in per cent,
 b_1, b_2 - regression coefficients with the values:
 $b_1 = -6.54187550 \text{ E-5}$, $b_2 = 2.20698646 \text{ E+0}$.

Considering the fact that only average values were fitted, the fitted dependence with correlation index $r = 0.97$ is relatively high. The absolute average error of 0.073 and relative error of 11.4 % are relatively low. The regression model represents a simple power function with an additional constant which implicitly secures the increment index of 1.0 at 0 % defoliation. The fitted dependence is represented in Fig. 1, where unfitted average and individual increment indices are simultaneously shown. The figure indicates that average indices individually exhibited a very high variability provided that they had relatively fitted course. For example, at 20 - 30 % defoliation the increment index attained the value of 0.4 - 1.3, at about 40 % defoliation it was 0.25 - 1.1, and at about

60 % defoliation it was only 0.05 - 0.8. Hence, at defoliation of 25 %, 40 %, and 60 % the variation range of indices was 0.9 - 0.75 which was 105 - 175 % relatively to their mean values. At this variability it is necessary to realize that the individual indices are average and represent a certain group of trees. At evaluation of increment indices of individual trees their variability would be even higher.

It follows from Fig. 2 that the fitted values of indices decreased nonlinearly with increasing defoliation percentage. At defoliation up to 40 % the decrease was lower but at higher defoliation it was more conspicuous as far as at 79 % defoliation the index reached the null value.

CHANGES IN HEIGHT INCREMENT

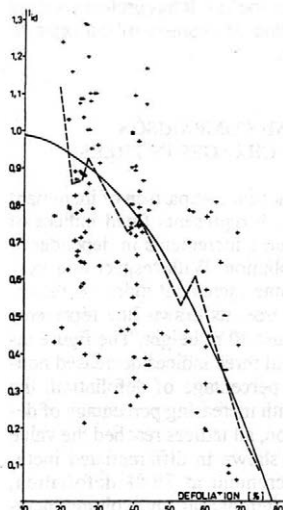
The changes in the height increment were evaluated in a similar way like in diameter increment. In view of essentially smaller range of empiric material and its uneven composition, no detailed analysis of the dependence of height increment indices was made. In the case of these indices, conclusions from the analysis of diameter increment indices were accepted and only dependence of the height increment index on crown defoliation percentage was analyzed. After the calculation of average indices, regression dependence was derived according to the polynomial of the 3rd degree, and like in the case of diameter increment, with transformed origin, by the formula:

$$I_{ih} = 1.0 + b_1 \cdot Def + b_2 \cdot Def^2 + b_3 \cdot Def^3 \quad (3)$$

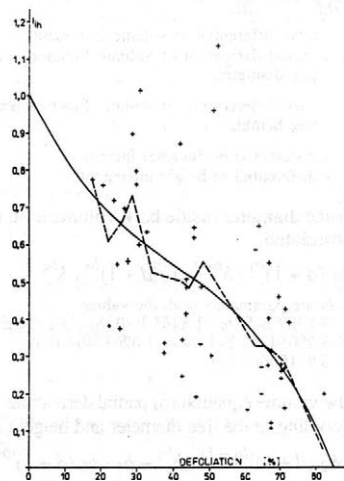
where: I_{ih} - height increment index,
 Def - crown defoliation in per cent,
 b_1, b_2, b_3 - regression coefficients with the values:
 $b_1 = -1.98046553 \text{ E-2}$, $b_2 = 3.10999016 \text{ E-4}$,
 $b_3 = -2.53323113 \text{ E-6}$.

The closeness of the fitted correlation of average indices to crown defoliation with correlation index $r = 0.97$ is relatively high. The absolute average error of 0.056 and relative average error of 11.9 are mean with regard to the character of fitted values.

In Fig. 3 average and fitted values of height increment indices are marked with continuous lines. Their shape



2. Individual, average, and fitted values of diameter increment index of trees I_{id} on their defoliation percentage



3. Individual, average, and fitted values of height increment indices of trees I_{ih} in dependence on their defoliation percentage

suggests that the highest index decrease appeared at defoliation above 50 %. A high decrease in the index was also found under the lowest defoliation but it followed from the analytical form of function. Similarly to the diameter increment index, the height increment index showed a high variability of individual indices. At 25 % defoliation, the range of the values of indices was 0.4 - 1.0, at 45 % defoliation, the range of 0.2 - 1.0 was attained, and at 65 % defoliation, the interval of indices was 0.1 - 0.6. In the above-mentioned three groups of defoliation, the variation range of indices was relatively high, as well, and attained the values of 0.5 - 0.8 which represented 85 - 140 % in relative expression to the mean value of indices. Likewise in this case it should be pointed out that the variability of individual average increment indices calculated cannot be identical with the increment indices of individual trees which will be certainly higher.

QUANTIFICATION OF CHANGES IN VOLUME INCREMENT

Changes in the volume increment were expressed, similarly to those in the diameter and height increments, by the index. To calculate this index, the volume increment of undamaged and damaged trees had to be derived. The volume increments desired were derived indirectly, analytically using the total differential theory which has also been reported for forestry applications by Wolf (1960a, b, 1963). According to this theory, the volume increment may be defined as the total differential of volume function. In the system of our inland two-argument volume tables, the volume functions are expressed by the relation:

$$v = f(d, h) \quad (4)$$

where the volume of the tree is a function of its diameter and height. The total differential of such a volume function is the sum of products of only partial derivations and differentials according to the both variables, i.e. diameter and height of the tree. In analytical expression the general form is:

$$\partial v = \frac{\partial v}{\partial d} \cdot \partial d + \frac{\partial v}{\partial h} \cdot \partial h \quad (5)$$

where: ∂v - total differential or volume increment,
 $\frac{\partial v}{\partial d}$ - partial derivation of volume function according to tree diameter,
 $\frac{\partial v}{\partial h}$ - partial derivation of volume function according to tree height,
 ∂d - differential or diameter increment,
 ∂h - differential or height increment.

For spruce diameter inside bark volume unit, the function is formulated:

$$v = b_1 (d + 1)^{b_2} \cdot h^{b_3} - b_4 (d + 1)^{b_5} \cdot h^{b_6} \quad (6)$$

where: $b_1 - b_6$ are parameters with the values:
 $b_1 = 3.1989 \text{ E-5}$, $b_2 = 1.8465 \text{ E+0}$, $b_3 = 1.1474 \text{ E+0}$,
 $b_4 = 8.29054252 \text{ E-3}$, $b_5 = -1.02037409 \text{ E+0}$,
 $b_6 = 8.96100664 \text{ E-1}$.

From the volume equation (6) partial derivations were calculated according to the tree diameter and height (7 and 8):

$$\frac{\partial v}{\partial d} = b_1 \cdot b_2 (d + 1)^{(b_2 - 1)} \cdot h^{b_3} - b_4 \cdot b_5 (d + 1)^{(b_5 - 1)} \cdot h^{b_6}$$

$$\frac{\partial v}{\partial h} = b_1 \cdot b_3 (d + 1)^{b_2} \cdot h^{(b_3 - 1)} - b_4 \cdot b_6 (d + 1)^{b_5} \cdot h^{(b_6 - 1)}$$

It is necessary to introduce the differential or diameter increment ∂d and height increment ∂h of the tree into the relation (5) for the calculation of volume increment by the method of total differential. For undamaged trees $\partial d = \partial h = 1$, and for damaged trees they are relative values expressed as diameter increment index I_{id} and height increment index I_{ih} according to the relations (2) and (3), respectively. The volume increment of undamaged trees is the only the sum of partial derivations according to the relation:

$$i_v(n) = \partial v(n) = \frac{\partial v}{\partial d} + \frac{\partial v}{\partial h} \quad (9)$$

The volume increment of damaged trees was calculated according to the relation:

$$i_v(p) = \partial v(p) = \frac{\partial v}{\partial d} \cdot I_{id} + \frac{\partial v}{\partial h} \cdot I_{ih} \quad (10)$$

where: $i_v(n)$ - volume increment of undamaged trees,
 $i_v(p)$ - volume increment of damaged trees,

$\frac{\partial v}{\partial d}, \frac{\partial v}{\partial h}$ - partial derivations of volume function according to the relations (7), (8),
 I_{id}, I_{ih} - indices of diameter, height increments according to the relations (2), (3).

The index of volume increment required was calculated as a quotient of volume increments of damaged and undamaged trees according to the relation:

$$I_{iv} = \frac{i_v(p)}{i_v(n)} \quad (11)$$

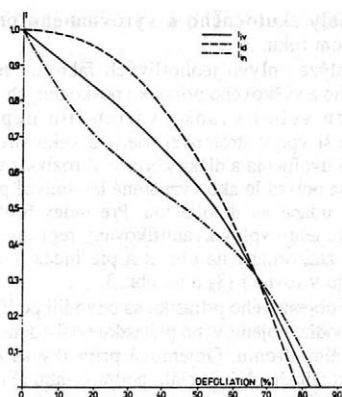
where: I_{iv} - volume increment index,
 $i_v(p), i_v(n)$ - volume increments of damaged and undamaged trees.

It follows from the sequence of functions (9), (10), (11) and from the analysis of their variables that the volume increment index is dependent not only on the percentage of crown defoliation but also slightly on the diameter and height of the tree.

When summarizing the evaluation of the method of total differential for derivation of volume increment indices it should be mentioned that it is not so accurate as the method of stem analyses because it does not catch changes in diameter increments throughout the longitudinal stem profile. Hence, it does not catch changes in the shape of the stem. Nevertheless, it has preference over the method of identification of changes of diameter to volume increment of trees.

ANALYSIS AND COMPARISON OF INCREMENT CHANGES IN TREES

Fig. 4 may serve for practical comparison of increment changes in damaged trees. It represents fitted indices of diameter, height, and volume increments in dependence on the percentage of defoliation. With respect to a very slight dependence of volume increment index on the diameter and height of the tree, its drawn line represents a tree of 40 cm diameter and 30 m height. The figure indicates that the values of all three indices decreased non-linearly with increasing percentage of defoliation, the decline being increased with increasing percentage of defoliation. At null defoliation, all indices reached the value of 1.0. Null values were shown in differentiated increments. The diameter increment at 79 % defoliation, height increment at 85 % defoliation, and volume incre-



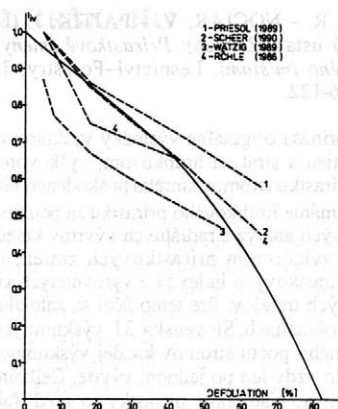
4. Dependence of fitted indices of diameter, height, and volume increments of trees on their defoliation percentage

ment at 82 % defoliation. At 67 % defoliation, all 3 indices reached equal value. For the sake of simple interpretation of increment indices and losses in increment, the both values may be multiplied by a constant of 100 and then relative changes or losses in increment can be considered. According to Fig. 4 relative volume increments and losses in the tree of 40 cm diameter and 30 m height are as follows:

Crown defoliation (%)	Volume increment (%)	Loss in volume increment (%)
20	84	16
40	67	33
60	42	58
80	5	95

The indices of volume increments derived were compared with the data published by some authors up to now. The domestic sources involved Priesol (1989) and Scheer (1990) who conducted research in the Orava region. In Germany, Röhle (1986) and Wätzig (1991) reported similar data. Prior to comparison it is necessary to point out that the authors mentioned presented the increment changes only as related to defoliation degrees of 0, 1, 2, 3, 4, and not in association with defoliation percentages as in our case. The degrees of damage, however, were characterized by the range of defoliation percentage. In our study, the mean value of this range was attributed to the degrees of damage. The degree of damage 3 is an exception. It exhibited over 60 % defoliation but it can be presumed that under strongly left-sided or decreasing distribution of defoliation, the average defoliation may reach 65 % at this degree.

Fig. 5 shows a comparison of volume increment indices by four authors with those obtained in the present paper. According to this figure it can be stated that the data by Scheer (1990) and Röhle (1986), which exhibited identical indices under higher defoliation, are most closely to our values. Within the total range of defoliation, the indices by Priesol (1989) are higher, the differences being increased with higher defoliation. The lowest indices are reported by Wätzig (1991). When comparing these data it is necessary to point out



5. Comparison of derived volume increment indices with the values of other authors

that, contrarily to our results, the increment indices by the authors mentioned exhibited approximately linear relationship in dependence on the percentage of defoliation.

References

- JÁČKA, J.: Souběžnost, testování její významnosti a využití v oboru letokruhové analýzy, Zpr. lesn. Výzk., 34, 1989, č. 3 : 42-45.
- KRAMER, H. - GUSSONE, H. A. - SCHÖBER, R.: Waldwachstumslehre. Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1988 : 368.
- POLLANSCHÜTZ, J.: Zuwachsdepressionen bei Einzelbäumen in immissionsbelasteten Bestände. XVIII. IUFRO Congress, Ljubljana 1986, Division 4 : 1-8.
- PRIESOL, A.: Produkcia smrekových porastov poškodovaných imisiami. Lesnictví, 35, 1989, č. 10 : 899-910.
- RÖHLE, H.: Waldschaden und Zuwachsreaktion. Forstwiss. Centralblatt, Hamburg und Berlin, 105, 1986 : 115-122.
- SCHEER, E.: Zhodnotenie vplyvu imisií na hrúbkový a objemový prírastok smrekových porastov LHC Oravská Polhora. Lesn. Čas., 36, 1990, č. 1 : 3-11.
- SCHWEINGRUBER, F. H.: Der Jahrring-Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie. Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart, 1983 : 234.
- VINŠ, B.: Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod. Lesn. Čas., 8, 1962, č. 4 : 263-280.
- VINŠ, B.: K problematice zjišťování produkčních ztrát v kouřových oblastech. Lesnictví, 17, 1971, č. 11 : 1033-1048.
- VINŠ, B. - LUDERA, J.: Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod. Lesn. Čas., 13, 1967, č. 5 : 409-444.
- VINŠ, B. - TESAR, V.: Přírůstové ztráty vlivem kouřových exhalací na Trutnovsku. Práce VÚLHM, 38, 1969 : 139-158.
- WÄTZIG, H.: Stand des Nachweises von Zuwachsminderung durch Immission. Wissensch. Zeitschr. der TU Dresden, 40, 1991, č. 5/6 : 329-330.
- WOLF, J.: Přírůst průměrný a běžný. Lesn. Čas., 6, 1960, č. 6 : 435-441.
- WOLF, J.: Zjišťování běžného přírůstu stejnověkových porostů. Acta Univ. agric. (Brno), 1960, č. 4 : 271-275.
- WOLF, J.: Přspěvek k teorii stanovení běžného přírůstu stejnověkových porostů. Lesn. Čas., 9, 1963, č. 2 : 159-168.

Received 18. 5. 1992

PETRÁŠ, R. - NOCIAR, V. - PAJTÍK, J. (Lesnícký výskumný ústav, Zvolen): *Prírastkové zmeny smreka poškodeného imisiami*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (3-4) : 116-122.

Práca prináša originálne výsledky výskumu z kvantifikácie zmien a strát na hrúbkovom, výškovom a objemovom prírastku stromov smreka poškodeného imisiami.

Pre skúmanie hrúbkového prírastku sa použila metóda letokruhových analýz z radiálnych vývrtov kmeňov s relatívnym vyjadrením prírastkových zmien, teda výpočtom prírastkových indexov z vyrovnaných vekových prírastkových trendov. Pre tento účel sa založilo v troch imisných oblastiach Slovenska 31 výskumných plôch. Z polovičného počtu stromov každej výskumnej plochy sa odobrálo vždy len po jednom roku vo výške 1,3 m na kmeni radiálny prírastok. Rozpätie a priemerné dimenzie nameraných stromov sú obsiahnuté v tab. I.

Pre skúmanie výškových prírastkov sa použil podobný postup ako pri hrúbkovom prírastku - len s tým rozdielom, že výškové prírastky sa merali v korunách zrúbaných stromov ako vzdialenosti medzi praseňami. Empirický materiál sa pre tento účel nameral na ďalších 24 výskumných plochách s celkovým počtom 264 stromov. Rozpätie a priemerné údaje stromov sú v tab. II.

Pri ďalšom vyhodnotení prírastkových kriviek sa pracovalo s priemernými krivkami, ktoré sa vypočítali z kriviek jednotlivých stromov roztriedených podľa stromových tried a troch stupňov defoliácie korún. Z priemerných prírastkových kriviek sa vypočítali prírastkové indexy

ako podiely skutočného a vyrovnaného prírastku v poslednom roku.

Pri analýze vplyvu jednotlivých faktorov na index hrúbkového a výškového prírastku poškodených stromov sa pre ich veľmi vysokú variabilitu nepotvrdil významnejší vplyv stromovej triedy a veku stromu, ale ani stupeň uvoľnenia a dĺžka koruny. Z rozboru všetkých faktorov sa potvrdilo ako významné len imisné poškodenie korún udané jej defoliáciou. Pre index hrúbkového prírastku je tento vplyv kvantifikovaný regresnou rovnicou (2) a znázornený na obr. 2 a pre index výškového prírastku je v rovnici (3) a na obr. 3.

Indexy objemového prírastku sa odvodili podľa vzťahu (11) ako podiel objemového prírastku poškodeného a nepoškodeného stromu. Objemové prírastky sa odvodili metódou totálneho diferenciálu podľa vzťahu (5), pričom je diferenciál (jednotkový prírastok) pri zdravých stromoch rovný 1, ale pri poškodených stromoch sa rovná indexom hrúbkového a výškového prírastku.

Zo sledu funkcií (9), (10), (11) a z rozboru ich premenných je zjavné, že index objemového prírastku je závislý nie len od percenta defoliácie korún, ale nepochybne aj od hrúbky a výšky stromu. Základné modelové závislosti všetkých troch prírastkových indexov od percenta defoliácie korún sú znázornené pre strom hrúbky 40 cm a výšky 30 m na obr. 4.

Odvožené indexy objemových prírastkov sa porovnali na obr. 5 s doteraz publikovanými údajmi niektorých autorov. Z porovnania vyplýva, že k našim údajom sú najbližšie údaje od Scheera (1990) a Röhleho (1986).

prírastok stromov; prírastkové zmeny a straty; smrek; škody imisiami; totálny diferenciál

Kontaktná adresa:

Ing. Rudolf Petráš, CSc., Lesnícký výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen

Bakke A.: Brouci lákani na smrk ztepilý při napadení lýkožroutem smrkovým.
Medd. Skogforsk., 1993, 45.9, 24 s.

Entomolog, který má v Evropě největší zásluhu na aplikaci feromonů v ochraně lesů, podává z hlediska lesnické ekologie významnou zprávu. V oblasti, kde po více let probíhalo napadení uvedeným kůrovcem, byly nasazeny odparky s feromonem lýkožrouta na pět mýtné zralých stromů. Po dvou dnech byly odparky odstraněny. V blízkém porostu byly vybrány kontrolní stromy. Na kmen každého stromu bylo umístěno deset lapačů z plexiskla pro odchyty létajících brouků. Čtyři ze stromů s odparky feromonu byly napadeny a usmrce-ny lýkožroutem v různé době během léta. Dohromady bylo odchyceno 48 422 jedinců lýkožrouta smrkového. Do lapačů bylo odchyceno dalších 19 druhů kůrovců, kteří jsou spojeni se smrkem. Celkem 16 z nich se vyskytovalo více na napadených než na nenapadených stromech. Ve velkém počtu byly odchyceny *Crypturgus cinereus* a *C. subcubrosus*. První vykazoval hlavní rojení o dva až tři týdny dříve než druhý druh. Ve velkém množství byli odchyceni jedinci druhů *Epurea*. Celkem bylo chyceno 37 912 jedinců *Coleoptera*, když se nepočítá lýkožrout smrkový. Průměrný počet jedinců chycených u napadených stromů byl 9478, u nenapadených stromů 297. Bylo zjištěno 90 druhů, které jsou přímo spojeny s lýkožroutem smrkovým nebo z něj mají prospěch. Výzkum se realizoval v lesích společnosti Treschow-Fritzsche, která také poskytl budovu na výzkumnou stanici a potřebné vybavení. - M. P a g a č

VÝVOJ LISTOVEJ FYTOMASY BRESTA HORSKÉHO (ULMUS MONTANA STOK.)

P. Vreštiak

Vysoká škola poľnohospodárska, Agronomická fakulta, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra

V práci je zhodnotený vývoj listovej fytomasy soliterných stromov bresta horského v mimolesnej mestskej a prímestskej zelene z územia západného a stredného Slovenska. Metódou porovnávania početnosti a plôch listov podľa hrúbky konárov a stromov je sledovaný nárast listovej plochy, objemu koruny a odvodených ekvivalentov závislosti od hrúbky $d_{1,3}$, veku a výšky stromov. Z výsledkov vyplýva, že brest patrí medzi dreviny s priemernou tvorbou listovej biomasy. Vo veku 50 rokov je listová plocha 353,9 m², objem koruny 793,6 m³, hodnoty indexov prekrývania listovej plochy 4,2 m²·m⁻², objemu koruny 9,5 m³·m⁻². V jednom m³ objemu koruny je 0,4 m² listovej plochy. Strom dosahuje výšku 15,1 a šírku koruny 10,8 m, hrúbka $d_{1,3}$ kmeňa je 43,7 cm. V sledovaných objektoch patrí brest horský medzi vtrúsené dreviny.

brest horský; listová fytomasa; plocha listov; objem koruny

V pestovaní lesa mal brest v minulosti úlohu hnacej dreviny a výplne porastu (S v o b o d a, 1955). V posledných desaťročiach je jeho výskyt decimovaný grafiozou a súčasne zastúpenie v našich lesoch je nepatrné (C h m e l a ř, 1983). Väčšia pozornosť sa hrabu venuje v mimolesnej zelene (ochranné lesné pásy, dopravná drevina hospodárskych usadlostí, alejové a parkové stromy). Veľká druhová príbuznosť brestov, vysoká variabilnosť a ľahká vzájomná krížiteľnosť spôsobujú na jednej strane problémy v systematike a určení ekologických nárokov, no na druhej strane dávajú vyhliadky na úspech pri výbere rezistentných a tvarových typov vhodných pre parkové lesy, lesné a mestské parky.

Vo všetkých lesníckych, sadovníckych a dendrologických príručkách sa brest horský uvádza medzi významnými hospodárskymi a parkovými drevinami s veľmi rozdielnym botanickým, ekologickým a hospodárskym hodnotením (C h m e l a ř, 1983; K a v k a, 1969; P a g a n, R a n d u š k a, 1987). V príspevku prinášame informácie o listovej fytomase získané štúdiom soliterných stromov mimolesnej mestskej a prímestskej zelene z územia západného a stredného Slovenska.

METÓDA

Vývoj listovej biomasy a rastové charakteristiky bresta horského sme v rokoch 1988 - 1989 študovali na 23 soliterných modelových stromoch v objektoch mestskej zelene miest Bratislava, Levice, Nitra a Nové Zámky. Stromy sme vyberali tak, aby bola pokrytá čo najširšia veková (15 - 180 rokov) a hrúbková ($d_{1,3}$ 6,5 - 99,0 cm) amplitúda. S použitím porovnávacej metódy početnosti a plôch listov podľa hrúbky bazálnej časti konárov a kmeňov stromov (V r e š t i a k, 1991) sme zisťovali plochu listov, objem koruny a ďalšie odvodené charakteristiky kvalifikujúce vývoj stromu v závislosti od veku, hrúbky $d_{1,3}$ a výšky stromu.

Z nameraných taxačných hodnôt stromov (výška stromu, dĺžka a šírka koruny, hrúbka $d_{1,3}$ kmeňa, vek) sme vypočítali objem korún stromov. Počet listov na konároch sme určovali na základe vopred vypracovaného číselného radu udávajúceho priemerný počet listov na konári v závislosti od bazálnej hrúbky konára (číselný rad početnosti listov na konároch sme získali odpočítaním z vyrovnávajúceho polynómu kvadratickej funkcie $y = -281,07 + 329,39 x + 3,68 x^2$, vyjadrujúci vzťah medzi hrúbkou konárov a počtom listov). Podľa nameraných hrúbok konárov v bazálnej časti v korune stromu sme z číselného radu určili počet listov v korune modelových stromov. Celkovú plochu listov konárov a stromov sme získali vynásobením prevodným koeficientom (priemerná plocha jedného listu 35,3 cm²) fotometricky nameraných plôch 100 listov z každého stromu. Z vypočítaných objemov korún a plôch listov sme vypočítali index prekrývania listovej plochy, objemu koruny (V r e š t i a k, 1991). Pre všetky hodnoty sledovaných ekvivalentov sme vypočítali regresné vzťahy k hrúbke $d_{1,3}$ kmeňa, veku a výšky stromu. Polynómy sme vyrovnali najvhodnejšími funkciami.

VÝSLEDKY

VÝVOJ LISTOVEJ FYTOMASY PODĽA HRÚBKY $d_{1,3}$ KMEŇA

Sledované ekvivalenty charakterizujúce vývoj listovej fytomasy sme hodnotili po hrúbku kmeňa 80 cm. V tab. I uvádzame vypočítané hodnoty z vyrovnávajúcich polynómov pre päť centimetrov hrúbkovej amplitúdy.

Funkčný vzťah medzi hrúbkou $d_{1,3}$ a plochou listov sme charakterizovali slabokonvexnou parabolou druhého stupňa (obr. 1). Aj keď nárast listovej plochy je pravidelný, predsa tu možno rozlíšiť dve obdobia nárastu. Od hrúbky $d_{1,3}$ 5 cm (15 m²) po 30 cm (220,2 m²) je nárast listovej plochy pomalší, s ďalším hrubnutím kmeňa sa nárast mierne zrýchľuje; pri hrúbke $d_{1,3}$ 40 cm je 321,1 m² a pri hrúbke $d_{1,3}$ 80 cm 781,4 m².

Na obr. 1 je konvexnou parabolou druhého stupňa znázornený aj funkčný vzťah medzi hrúbkou $d_{1,3}$ a objemom koruny. V náraste objemu koruny možno rozlíšiť tri vývojové etapy. Po hrúbku kmeňa 15 cm objem koruny sa zväčšuje najpomalšie ($d_{1,3}$ 5 cm - 10 m³; $d_{1,3}$ 15 cm - 127,6 m³), potom sa nárast objemu zintenzívňuje - pri hrúbke 45 cm je 836,4 m³ a od tejto hrúbky kmeňa je nárast objemu koruny najintenzívnejší, pri hrúbke $d_{1,3}$ 80 cm dosahuje 1879,7 m³.

Hodnota indexu prekrývania listovej plochy (plocha listov pripadajúca na 1 m² pôdorysu koruny) má počas celého hrúbkového prírastku kmeňa narastajúcu hodnotu. Intenzita nárastu je vyššia v hrúbkovom rozpätí kmeňa 5 - 50 cm (2,6 - 4,5 m²·m⁻²) ako pri väčších hrúbkach kmeňa. Najvyššia hodnota indexu je pri hrúbke $d_{1,3}$

I. Vypočítané hodnoty z vyrovnávacích polynómov hrúbky $d_{1,3}$ k ostatným hodnotiacim ekvivalentom – Calculated values from smoothing polynomials of diameter $d_{1,3}$ in relation to other assessment equivalents

Hrúbka $d_{1,3}$ ¹ (cm)	Plocha listov ² (m ²)	Objem koruny ³ (m ³)	Hodnota indexov prekrývania ⁴		Koeficient hustoty koruny ⁶ (m ³ .m ⁻³)	Výška stromu ⁷ (m)	Šírka koruny ⁸ (m)
			listovej plochy ⁵ (m ² .m ⁻²)	objemu koruny ⁵ (m ³ .m ⁻³)			
5	15,0 ⁺	10,0 ⁺	2,6	2,2	1,1	5,2	2,8
10	35,5	50,0 ⁺	2,9	3,3	0,9	6,6	4,0
15	79,5	127,6	3,1	4,4	0,8	8,0	5,2
20	125,0	233,8	3,3	5,5	0,7	9,3	6,3
25	171,9	344,9	3,6	6,5	0,6	10,6	7,4
30	220,2	460,6	3,8	7,4	0,5	11,9	8,4
35	269,9	581,2	4,0	8,2	0,5	13,1	9,3
40	321,1	706,4	4,2	9,0	0,5	14,3	10,2
45	373,6	836,4	4,4	9,7	0,4	15,4	10,9
50	427,6	971,2	4,5	10,4	0,4	16,5	11,7
55	483,0	1110,8	4,7	11,0	0,4	17,6	12,3
60	539,8	1255,0	4,8	11,5	0,5	18,6	12,9
65	598,1	1404,1	4,9	11,9	0,5	19,5	13,4
70	657,8	1557,8	5,0	12,3	0,5	20,5	13,9
75	718,8	1716,4	5,1	12,7	0,5	21,4	14,3
80	781,4	1879,7	5,2	13,0	0,5	22,2	14,6

+ hodnoty extrapolované⁹

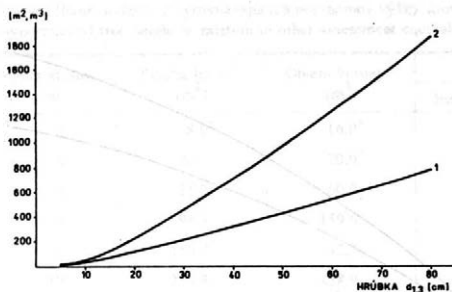
¹diameter $d_{1,3}$, ²leaf surface, ³crown volume, ⁴value of overlapping indexes, ⁵leaf surface, ⁶crown density coefficient, ⁷tree height, ⁸crown width, ⁹+ extrapolated values

II. Vypočítané hodnoty z vyrovnávacích polynómov vyjadrujúcich vzťahy veku k sledovaným hodnotiacim ekvivalentom – Calculated values from smoothing polynomials describing relations of age to the investigated assessment equivalents

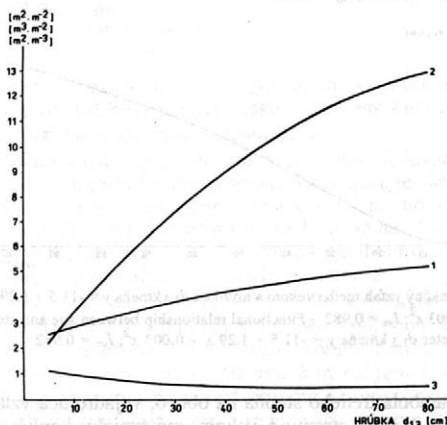
Vek (roky) ¹⁰	Plocha listov ² (m ²)	Objem koruny ³ (m ³)	Hodnota indexov prekrývania ⁴		Koeficient hustoty koruny ⁶ (m ³ .m ⁻³)	Výška stromu ⁷ (m)	Šírka koruny ⁸ (m)	Hrúbka $d_{1,3}$ ¹ (cm)
			listovej plochy ⁵	objemu koruny ⁵				
5	7,0 ⁺	18,0 ⁺	2,4	1,0	1,2	3,1	1,1	1,5 ⁺
10	14,0 ⁺	20,0 ⁺	2,7	2,1	1,1	4,6	2,4	3,0 ⁺
15	38,0 ⁺	52,0 ⁺	2,9	3,2	0,9	6,1	3,6	7,0
20	70,0 ⁺	120,0 ⁺	3,1	4,2	0,8	7,6	4,8	12,8
25	115,2	205,3	3,3	5,2	0,7	9,0	5,9	18,4
30	165,8	329,4	3,5	6,1	0,6	10,3	7,0	23,8
35	214,9	450,3	3,7	7,0	0,6	11,6	8,0	29,0
40	262,6	368,0	3,9	7,9	0,5	12,8	9,0	34,1
45	309,0	682,5	4,1	8,7	0,5	14,0	9,9	39,0
50	353,9	793,6	4,2	9,5	0,4	15,1	10,8	43,7
55	397,5	901,6	4,4	10,2	0,4	16,2	11,6	48,2
60	439,6	1006,3	4,6	10,9	0,4	17,2	12,4	52,5
65	480,4	1107,7	4,7	11,5	0,4	18,1	13,1	56,6
70	519,8	1206,0	4,8	12,1	0,4	19,0	13,8	60,5
75	557,8	1300,9	5,0	12,6	0,4	19,9	14,4	64,2
80	594,4	1392,6	5,1	13,1	0,4	20,7	14,9	67,8
85	629,5	1481,1	5,2	13,6	0,4	21,4	15,4	71,1
90	663,3	1566,4	5,3	14,0	0,5	22,1	15,9	74,3
95	695,7	1648,4	5,4	14,3	0,5	22,7	16,3	77,3
100	726,7	1727,1	5,5	14,7	0,5	23,3	16,7	80,0

+ hodnoty extrapolované⁹

For 1 - 9 see Tab. I, ¹⁰ age (years)



1. Funkčné vzťahy medzi: hrúbkou $d_{1,3}$ a plochou listov $y_1 = 48,3 + 8,09x + 0,284x^2$; $I_{yx} = 0,979$; hrúbkou $d_{1,3}$ a objemom koruny $y_2 = -162,6 + 17,92x + 0,950x^2$; $I_{yx} = 0,981$ – Functional relations between: diameter $d_{1,3}$ and leaf surface $y_1 = 48,3 + 8,09x + 0,284x^2$; $I_{yx} = 0,979$; diameter $d_{1,3}$ and crown volume $y_2 = -162,6 + 17,92x + 0,950x^2$; $I_{yx} = 0,981$



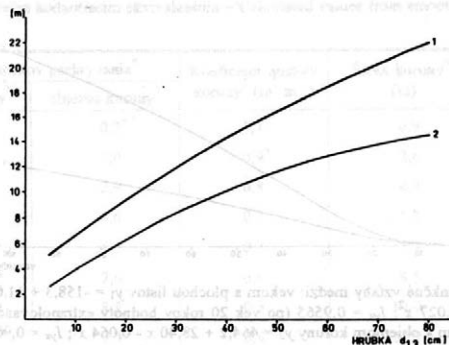
2. Funkčné vzťahy medzi: hrúbkou $d_{1,3}$ a indexom prekrývania listovej plochy $y_1 = 2,3 + 0,57x - 0,0002x^2$; $I_{yx} = 0,527$; hrúbkou $d_{1,3}$ a indexom prekrývania objemu koruny $y_2 = 0,9 + 0,25x - 0,001x^2$; $I_{yx} = 0,887$; hrúbkou $d_{1,3}$ a koeficientom hustoty koruny $y_3 = 1,2 - 0,04x + 0,0007x^2 - 0,000003x^3$; $I_{yx} = 0,568$ – Functional relations between: diameter $d_{1,3}$ and leaf surface overlapping index $y_1 = 2,3 + 0,57x - 0,0002x^2$; $I_{yx} = 0,527$; diameter $d_{1,3}$ and crown volume overlapping index $y_2 = 0,9 + 0,25x - 0,001x^2$; $I_{yx} = 0,887$; diameter $d_{1,3}$ and crown density coefficient $y_3 = 1,2 - 0,04x + 0,0007x^2 - 0,000003x^3$; $I_{yx} = 0,568$

80 cm - 5,2 m².m⁻². Slabokónkavnou parabolou druhého stupňa tento vzťah dokumentujeme na obr. 2.

Index prekrývania objemu koruny (objem koruny pripadajúci na 1 m² pôdorysu koruny) má dynamický nárast. Jeho hodnota prudko narastá z 2,2 m².m⁻² ($d_{1,3}$ 5 cm) na 10,4 ($d_{1,3}$ 50 cm). Od hrúbky kmeňa 50 cm sa intenzita nárastu indexu mierne spomaľuje a pri hrúbke kmeňa 80 cm má hodnotu 13,0 m².m⁻². Na obr. 2 tento vzťah dokumentujeme konkávnu parabolou kvadratickej funkcie.

Hodnota koeficienta hustoty koruny (veľkosť listovej plochy v 1 m³ objemu koruny) je pri breste horskom nízka a pohybuje sa v rozpätí 1,1 - 0,4 m².m⁻³. Najvyššia hodnota koeficienta je pri najnižšej hrúbke kmeňa; postupne mierne klesá. Globálne minimum 0,4 m².m⁻³ dosahuje v hrúbkovom rozpätí kmeňa 45 - 50 cm a s ďalším hrubnutím kmeňa sa koeficient nepatrne zvyšuje; pri hrúbke $d_{1,3}$ 80 cm má hodnotu 0,5 m².m⁻³.

Na obr. 3 dokumentujeme funkčné vzťahy medzi rastovými charakteristikami (výška stromu, šírka koruny)



3. Funkčné vzťahy medzi: hrúbkou $d_{1,3}$ a výškou stromu $y_1 = 3,7 + 0,29x - 0,0008x^2$; $I_{yx} = 0,950$; hrúbkou $d_{1,3}$ a šírkou koruny $y_2 = 1,4 + 0,27x - 0,001x^2$; $I_{yx} = 0,970$ – Functional relations between: diameter $d_{1,3}$ and tree height $y_1 = 3,7 + 0,29x - 0,0008x^2$; $I_{yx} = 0,950$; diameter $d_{1,3}$ and crown width $y_2 = 1,4 + 0,27x - 0,001x^2$; $I_{yx} = 0,970$

a hrúbkou kmeňa. Výškový rast stromu je charakteristický dvoma rastovými periódami. Najsilnejší rast sme zaznamenali v počiatočnom štádiu vývoja, trvajúcim po hrúbku kmeňa asi 50 cm (výška stromu 16,5 m); pri ďalšom hrubnutí kmeňa sa výškový rast postupne spomaľuje, pri hrúbke $d_{1,3}$ 80 cm je strom vysoký 22,2 m.

Rast koruny do šírky je viac diferencovaný ako výškový rast stromu. Najväčší rast koruny do šírky je v mladom veku, približne po hrúbku kmeňa 25 cm (šírka koruny 7,4 m), po hrúbku kmeňa 55 cm sa rast spomaľuje (šírka 12,3 m) a v ďalšom vývoji je zjavne preukazné postupné spomaľovanie rastu koruny do šírky. Pri hrúbke $d_{1,3}$ 80 cm je koruna široká 14,6 m.

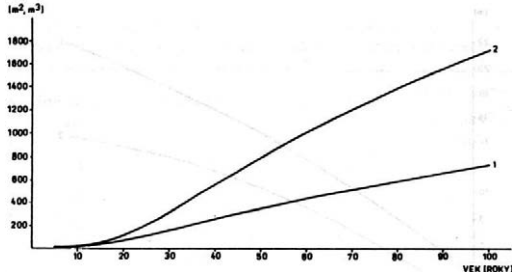
VÝVOJ LISTOVEJ FYTOMASY PODĽA VEKU

V tab. II uvádzame odpočítané hodnoty sledovaných ekvivalentov listovej fytomasy a rastových charakteristík v päťročných intervaloch po vek 100 rokov.

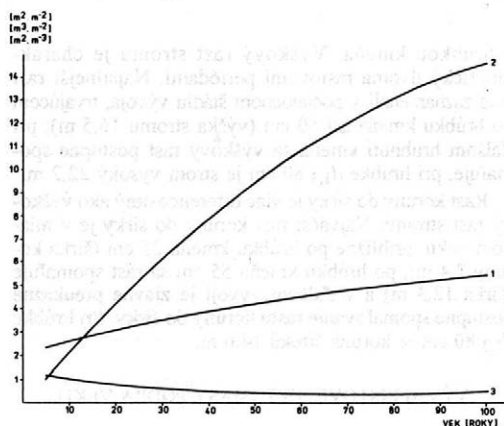
Funkčný vzťah medzi vekom a plochou listov graficky zobrazujeme na obr. 4 slabokónkavnou parabolou druhého stupňa s extrapolovanou konvexnou časťou po vek 20 rokov. Najpomalší nárast listovej plochy v najmladšom veku (5 rokov - 7,0 m²; 15 rokov - 38,0 m²). Vo vekovej amplitúde 20 - 40 rokov sa nárast listovej plochy zintenzívňuje, ale najprudší nárast je od veku 45 rokov, kedy listová plocha sa zväčšuje z 309,0 m² (45 rokov) na 726,7 m² vo veku 100 rokov.

Nárast objemu koruny má ešte dynamickejší priebeh. Do veku 15 rokov sa objem koruny zväčšuje veľmi pomaly (20 m³), obdobie od veku 20 (120 m³) do 50 rokov (793,6 m³) možno charakterizovať ako obdobie najväčšieho nárastu objemu koruny. Po tomto veku sa nárast objemu postupne spomaľuje, vo veku 80 rokov je objem koruny 1392,6 m³ a vo veku 100 rokov 1727,1 m³. Na obr. 4 vzťah medzi objemom koruny a vekom ilustrujeme slabokónkavnou parabolou kvadratickej funkcie s extrapolovanou konvexnou časťou po vek 20 rokov.

Hodnota indexa prekrývania listovej plochy má vyrovnaný nárast počas celého sledovaného obdobia, ako je to zjavné z obr. 5, kde je tento vzťah vyjadrený slabokónkavnou parabolou druhého stupňa. Index má postupne narastajúcu hodnotu z 2,4 m².m⁻² vo veku piatich rokov až po 5,5 m².m⁻² vo veku 100 rokov bez preukaznejších období intenzívnejšieho alebo pomalejšieho nárastu.



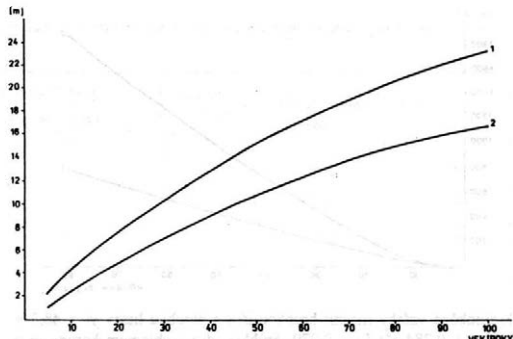
4. Funkčné vzťahy medzi: vekom a plochou listov $y_1 = -158,3 + 11,64x - 0,027x^2$; $I_{yx} = 0,9565$ (po vek 20 rokov hodnoty extrapolované); vekom a objemom koruny $y_2 = 464,2 + 28,40x - 0,064x^2$; $I_{yx} = 0,966$ (po vek 25 rokov hodnoty extrapolované) – Functional relations between: age and leaf surface $y_1 = -158,3 + 11,64x - 0,027x^2$; $I_{yx} = 0,9565$ (extrapolated values till the age of 20 years); age and crown volume $y_2 = 464,2 + 28,40x - 0,064x^2$; $I_{yx} = 0,966$ (extrapolated values till the age of 25 years)



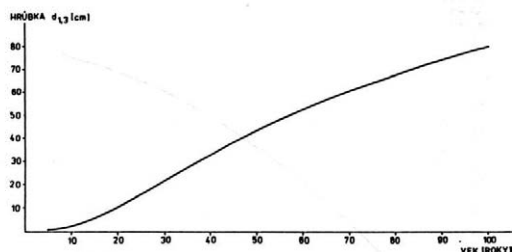
5. Funkčné vzťahy medzi: vekom a indexom prekryvania listovej plochy $y_1 = 2,1 + 0,49x - 0,0001x^2$; $I_{yx} = 0,499$; vekom a indexom prekryvania objemu koruny $y_2 = 0,1 + 0,23x - 0,0008x^2$; $I_{yx} = 0,851$; vekom a koeficientom koruny $y_3 = 1,3 - 0,03x^2 + 0,0003x^2 - 0,000001x^3$; $I_{yx} = 0,512$ – Functional relations between: age and leaf surface overlapping index $y_1 = 2,1 + 0,49x - 0,0001x^2$; $I_{yx} = 0,499$; age and crown volume overlapping index $y_2 = 0,1 + 0,23x - 0,0008x^2$; $I_{yx} = 0,851$; age and crown coefficient $y_3 = 1,3 - 0,03x^2 + 0,0003x^2 - 0,000001x^3$; $I_{yx} = 0,512$

Na rovnakom obrázku uvádzame aj konkávnu parabolu druhého stupňa, vyjadrujúcu vzťah medzi indexom prekryvania objemu koruny a vekom. Fáza najintenzívnejšieho nárastu indexu prekryvania objemu koruny je v mladom veku (vo veku piatich rokov $1,0 \text{ m}^3$) a trvá približne do veku 40 rokov, kedy má index hodnotu $7,9 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$. V ďalšom vývoji je nárast výrazne preukazný, ale sa postupne s vekom spomaľuje. Vo veku 60 rokov má index hodnotu $10,9 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$, vo veku 80 rokov $13,1 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ a vo veku 100 rokov $14,7 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$.

Posledným dokumentovaným funkčným vzťahom na obr. 5 je vzťah medzi koeficientom hustoty koruny a vekom, ktorý je tu vyjadrený slabokónvexnou parabolou kubickej funkcie. Hodnota koeficienta najskôr mierne klesá z $1,2 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$ vo veku piatich rokov na $0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$ vo vekovom rozpätí 50 - 85 rokov a potom len symbolicky stúpa na $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$ vo veku od 90 rokov.



6. Funkčné vzťahy medzi vekom a výškou stromu $y_1 = 1,4 + 0,32x - 0,001x^2$; $I_{yx} = 0,916$; vekom a šírkou koruny $y_2 = -0,2 + 0,27x - 0,001x^2$; $I_{yx} = 0,944$ – Functional relations between: age and tree height $y_1 = 1,4 + 0,32x - 0,001x^2$; $I_{yx} = 0,916$; age and crown width $y_2 = -0,2 + 0,27x - 0,001x^2$; $I_{yx} = 0,944$



7. Funkčný vzťah medzi vekom a hrúbkou $d_{1,3}$ kmeňa $y = -11,5 + 1,29x + 0,003x^2$; $I_{yx} = 0,982$ – Functional relationship between age and stem diameter $d_{1,3}$ kmeňa $y = -11,5 + 1,29x + 0,003x^2$; $I_{yx} = 0,982$

Parabola tretieho stupňa na obr. 6, vyjadrujúca vzťah medzi výškou stromu a vekom, má typický konkávny tvar a poukazuje na najintenzívnejší nárast stromu v mladom veku asi po vek 25 rokov (výška stromu 9 m). Nasledujúce vekové rozpätie 25 - 65 rokov možno charakterizovať ako obdobie pomalšieho výškového rastu stromov (vek 65 rokov, výška stromu 18,1 m); od tohoto veku sa ročný nárast stromu výraznejšie spomaľuje. Vo veku 100 rokov strom dosahuje výšku 23,3 m.

Brest horský vytvára relatívne širokú korunu. Nárast koruny do šírky je najväčší vo veku do 35 rokov (šírka koruny 8,0 m). V období od 40 (šírka 9 m) do 65 rokov (šírka 13,1 m) dochádza k spomaleniu rastu a od veku 70 rokov sa nárast spomaľuje už veľmi preukazne. Koruna stromu vo veku 100 rokov má šírku 16,7 m. Parabolou druhého stupňa tento vzťah dokumentujeme na obr. 6.

Posledným hodnoteným ekvivalentom pri veku je hrúbka kmeňa. Tento vzťah sme na obr. 7 vyjadřili slabokónvexnou parabolou kvadratickej funkcie s extrapolovanou konvexnou časťou po vek desiatich rokov. Hrúbkový rast kmeňa začína fázou pomalého rastu do veku 15 - 20 rokov, potom až do veku 55 rokov sa hrúbkový rast kmeňa výrazne zrýchľuje. Vo veku 30 rokov je hrúbka $d_{1,3}$ 12,8 cm a vo veku 55 rokov 48,2 cm. Od veku 60 rokov sa hrúbkový rast kmeňa postupne spomaľuje. Vo veku 80 rokov je hrúbka $d_{1,3}$ kmeňa 110,2 cm.

VÝVOJ LISTOVEJ FYTOMASY POĎA VÝŠKY STROMU

Doplňujúcim hodnotiacim kritériom pre sledovanie vývoja listovej fytomasy je výška stromov. V tab. III

Výška stromu ⁷ (m)	Plocha listov ² (m ²)	Objem koruny ³ (m ³)	Hodnota indexov prekryvania ⁴		Koeficient hustoty koruny ⁶ (m ² .m ⁻³)	Šírka koruny ⁸ (m)
			listovej plochy ⁵	objemu koruny ³		
2	8,0 ⁺	16,0 ⁺	1,1	0,2 ⁺	1,1 ⁺	0,9
4	20,1	20,0 ⁺	1,8	1,0	0,9 ⁺	2,6
6	51,2	60,9	2,5	2,9	0,8	4,2
8	94,8	159,6	3,0	4,6	0,7	5,7
10	150,9	292,3	3,5	6,2	0,7	5,7
12	219,5	458,9	3,9	7,6	0,6	8,5
14	300,5	659,3	4,3	8,8	0,5	10,9
16	394,0	893,6	4,5	9,9	0,4	10,9
18	500,0	1161,9	4,7	10,8	0,3	12,0
20	618,6	1464,0	4,9	11,5	0,3	13,0
22	749,5	1800,0	4,9	12,1	0,3	14,0

+ hodnoty extrapolované⁹
For 1 - 9 see Tab. I, ¹⁰ age (years)

uvádzame zistené hodnoty z polynómov všetkých ekvivalentov, vzťahujúcich sa k výške stromu, pre 2 m výškové rozpätia až po výšku stromu 22 m.

Nárast listovej plochy má v priebehu sledovaného výškového rastu stromu postupne narastajúcu tendenciu. Plocha listov sa postupne zväčšuje z 8,0 m² pri výške stromu 2 m na 150,0 m² pri výške 10 m až na 749,5 m² pri výške stromu 22 m. Konvexná parabola druhého stupňa znázorňujúca tento vzťah je na obr. 8.

Na rovnakom obrázku je parabola rovnakého typu dokumentovaná aj funkčný vzťah medzi objemom koruny a výškou stromu. Nárast objemu koruny je na začiatku pozvoľný až po výšku stromu 6 m (objem koruny 60,9 m³), potom sa nárast objemu koruny postupne zrýchľuje - pri výške stromu 16 m je objem koruny 893,6 m³ a pri výške 22 m 1800 m³.

Hodnota indexu prekryvania listovej plochy sa s narastajúcou výškou stromu postupne zvyšuje. Intenzívnejší nárast môžeme pozorovať po výšku stromu 12 m, kedy hodnota indexu narastá z 1,1 m².m⁻² (výška 2 m) na 3,9 m².m⁻² pri výške stromu 12 m. V ďalšom období výškového rastu stromu sa intenzita nárastu objemu koruny postupne spomaľuje a pri výške stromu 22 m má index hodnotu 4,9 m².m⁻².

Fáza najintenzívnejšieho nárastu indexu prekryvania objemu koruny je v rozpätí výšky stromu 6 m (2,9 m³.m⁻²) až 14 m (8,8 m³.m⁻²). Od výšky stromu 14 m sa nárast indexu postupne spomaľuje. Pri výške stromu 22 m má hodnotu 12,1 m³.m⁻². Na obr. 9 tento a predchádzajúci vzťah dokumentujeme konkávnymi parabolami kvadratických funkcií.

Posledným funkčným vzťahom na obr. 9 je dokumentovaný vzťah medzi koeficientom hustoty koruny a výškou stromu, a to slabokonvexnou parabolou tretieho stupňa. Hodnota koeficienta postupne klesá z 1,1 m².m⁻³ pri výške stromu 2 m až na 0,3 pri výškovkej amplitúde stromov 18 - 22 m.

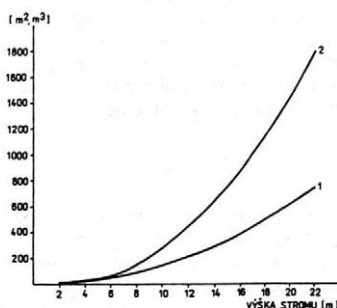
Zo vzrastových charakteristík pri výške stromov uvádzame na obr. 10 len vzťah medzi šírkou koruny a výškou stromov slabokonkávnu parabolou druhého stupňa. Šírka koruny sa pravidelne zväčšuje s narastaním výšky stromov. Intenzita nárastu je vyššia v mladom veku a to po výšku stromu 10 - 12 m. Pri výške stromu 2 m je koruna široká 0,9 m, pri výške 10 m 7,1 m a pri výške stromu 22 m má koruna šírku 14,0 m.

DISKUSIA

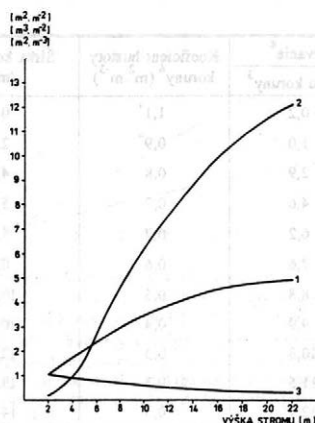
Vo väčšine dendrologických a lesníckych príručiek sa brest horský posudzuje ako lesnícka drevina rastúca od najnižších pahorkatín až po horské polohy so značnými nárokmi na vlhu a s citlivosťou k znečistenému ovzdušiu (Chmelář, 1983; Pagan, Randuška, 1987). Naše modelové stromy pochádzajú všetky z teplej klimatickej oblasti z objektov mestskej zelene so znečisteným ovzduším. Je zaujímavé, že tu dobre prosperujú a že stupeň ohrozenia grafidózou tu nie je taký, aby tento druh z dendroflóry výraznejšie ustupoval. Vo všetkých mestách a typoch zelene patrí medzi dreviny vrúsené.

Fytomasy brestov v našich podmienkach nikto neštudoval a strohé údaje v zahraničnej literatúre nie sú zrovnateľné, nakoľko sa jedná o celkový fytomasy udávaný v tonách na hektár. O listovej fytomase sme nezískali žiadne literárne údaje.

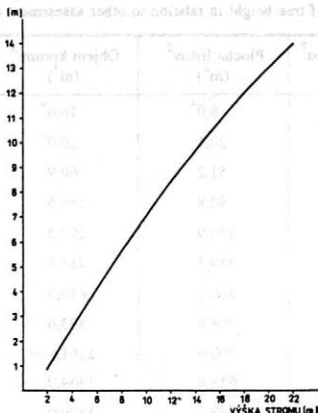
Mohlo by byť zaujímavé porovnanie veľkosti listovej biomasy bresta s ostatnými lesnými drevinami, ktoré udáva Vreštiak (1991). *Ulmus montana* Stok. patrí medzi dreviny s nízkym plošným vývojom listovej fytomasy, kde patria napr. *Acer campestre* L., *Sorbus aucuparia* L. a *Fraxinus ornus* L., a medzi dreviny so stred-



8. Funkčné vzťahy medzi: výškou stromu a plochou listov $y_1 = -0,004x + 1,560x^2$; $I_{yx} = 0,950$ (po výšku 2 m hodnoty extrapolované); výškou stromov a objemom koruny $y_2 = -32,0 - 9,93x + 4,236x^2$; $I_{xy} = 0,951$ (po výšku 4 m hodnoty extrapolované) - Functional relationships between: tree height and leaf surface $y_1 = -0,004x + 1,560x^2$; $I_{yx} = 0,950$ (extrapolated values to the height of 2 m); tree height and crown volume $y_2 = -32,0 - 9,93x + 4,236x^2$; $I_{xy} = 0,951$ (extrapolated values to the height of 4 m)



9. Funkčné vzťahy medzi: výškou stromu a indexom prekryvania listovej plochy $y_1 = 0,3 + 0,40x - 0,008x^2$; $I_{yx} = 0,592$; výškou stromu a indexom prekryvania objemu koruny $y_2 = 3,3 + 1,13x - 0,021x^2$; $I_{yx} = 0,877$ (po výšku 2 m hodnoty extrapolované); výškou stromu a koeficientom hustoty koruny $y_3 = 0,5 + 0,09x - 0,011x^2 + 0,0003x^3$; $I_{yx} = 0,454$ (po výšku 4 m hodnoty extrapolované) - Functional relations between: tree height and leaf surface overlapping index $y_1 = 0,3 + 0,40x - 0,008x^2$; $I_{yx} = 0,592$; tree height and crown volume overlapping index $y_2 = 3,3 + 1,13x - 0,021x^2$; $I_{yx} = 0,877$ (extrapolated values to the height of 2 m); tree height and crown density coefficient $y_3 = 0,5 + 0,09x - 0,011x^2 + 0,0003x^3$; $I_{yx} = 0,454$ (extrapolated values to the height of 4 m)



10. Funkčný vzťah medzi výškou stromu a šírkou koruny $y = -0,9 + 0,9x - 0,01x^2$; $I_{yx} = 0,922$ - Functional relationship between tree height and crown width $y = -0,9 + 0,9x - 0,01x^2$; $I_{yx} = 0,922$

je listová plocha 353,9 m², objem koruny 793,6 m³, hodnoty indexov prekryvania - listovej plochy 4,2 m².m⁻² a objemu koruny 9,5 m³.m⁻³. Koeficient hustoty koruny má hodnotu 0,4 m².m⁻³. Strom dosahuje výšku 15,1 m a korunu širokú 10,8 m, hrúbka $d_{1,3}$ kmeňa je 43,7 cm.

Literatúra

- CHMELAR, J.: Dendrologie s ekológií lesných drevín. Hospodársky významné listnáče, 2. časť, Praha, SPN 1983 : 133.
KAVKA, B.: Zhodnocení hlavních druhů listnáčů z hlediska jejich využití v zahradní a krajinné architektuře. Acta pruhon., 22, 1969 : 174.
PAGAN, J. - RANDUŠKA, D.: Atlas dřevin 1. Bratislava Obzor, 1987 : 360.
VREŠTIAK, P.: Vývoj listovej biomasy v štruktúre sídelnej zelene. Acta dendrol. biol., Bratislava, VEDA 1991 : 208.

Došlo 19. 9. 1991

VREŠTIAK, P. (University of Agriculture, Nitra): Leaf phytomass development of wych elm (*Ulmus montana* Stok.). Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (3-4) : 123-128.

The work presented evaluates leaf phytomass development of solitary trees of wych elm in outside forest urban and suburban greenery on the territory of west and central Slovakia. By means of the method of comparison of leaf numerosness and leaf areas according to the branch and stem thickness, the growth of leaf area, crown volume, and derived equivalents in dependence on thickness $d_{1,3}$, tree age and height is being studied. It follows from the results reached that wych elm ranks among the trees with medium high leaf biomass creation. At the age of 50 leaf area represents 353,9 m², crown volume 793,9 m³, overlap index values: leaf area 4,2 m².m⁻², crown volume 9,5 m³.m⁻³. In one m³ of grown volume there is 0,4 m² of leaf area. The tree is 15,1 m high, crown width is 10,8 m, and stem thickness $d_{1,3}$ is 43,7 cm. Within the features examined, wych elm is a scattered woody plant.

wych elm; leaf phytomass; leaf area; crown volume

ZÁVER

Brest horský je vtúsenou drevinou v objektoch neslesnej zelene. Patrí medzi dreviny s priemernou tvorbou listovej biomasy. Vo veku 20 rokov má listovú plochu 70,0 m², objem koruny 120,0 m³, hodnota indexov prekryvania listovej plochy je 3,1 m².m⁻² a objemu koruny 4,2 m³.m⁻³. Koeficient hustoty koruny je nízky - 0,8 m².m⁻³. Strom dosahuje výšku 7,6 m, šírku koruny 4,8 m, hrúbka $d_{1,3}$ kmeňa je 12,8 cm. Vo veku 50 rokov

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Pavol Vreštiak, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Agronomická fakulta, tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra

VÝSKYT A VÝVOJ PILATKY NEMATUS (PTERONIDEA) MELANASPIS HTG. (TENTHREDINIDAE, HYMENOPTERA) NA VRBÁCH PĚSTOVANÝCH NA PLANTÁŽÍCH NA MORAVĚ

J. Urban

Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

Nematus melanaspis Htg. je poměrně hojná listožravá pilatka, jejíž výskyt a vývoj byl sledován ve vybraných vrbových na Moravě a v salikáriu arboreta VŠZ v Brně. Škodlivý výskyt pilatky byl zaznamenán v roce 1975 na *Salix x rubra* Huds. a *S. viminalis* L. ve Vyškově, na *S. purpurea* L. a *S. viminalis* L. v Pouzdřanech (okres Břeclav) a na *S. acutifolia* Willd. v arboretu VŠZ v Brně. Má dvě generace v roce. Poprvé se rojí koncem května a v první polovině června. Vajíčka klade ve skupinách o průměrném počtu 30 kusů na spodní stranu listů. Housenice se vyvíjejí v červnu a v první polovině července. Během čtyř týdnů prodělávají pět až sedm instarů. Kuklí se v zámotku v povrchových vrstvách půdy. Ve druhé polovině července a začátkem srpna se líhnou imága, která zakládají druhé pokolení, jehož housenice od konce července do září žerou na listech. Zimují v zámotku a obvykle na jaře příštího roku se kuklí. Mladé housenice listy dřeňují, středně staré (třetí a čtvrtý instar) ožirají bočně od špičky, přičemž ponechávají nedotčený silnější postranní žilky. Starší housenice (pátý až sedmý instar) listy ožirají rovněž z boku, ale celoplošně až k hlavní žilce. Populační hustota pilatky mimořádně kolísá. Gradace jsou občasné a velmi krátkodobé. Na zlomu gradací se nejvíce podílí vaječný parazitoid *Trichogramma embryophagum* Htg. První generace housenice je zpravidla málo početná a tedy neškodí. Početnější druhá generace se ve vrbových může projevit snížením přírůstu prutů, což však může být v příštím roce do jisté míry kompenzováno obohacením půdy o živiny z trusu. Lesnický význam pilatky je nepatrný, zato ve vrbářství je příležitostným škůdcem.

biologie pilatky *Nematus (Pteronidea) melanaspis* Htg.; charakter žru; živé dřeviny; populační dynamika; parazitoidi; vrbovny; vrbý

Pilatka *Nematus (Pteronidea) melanaspis* Htg. náleží v našich přírodních podmínkách k nejhojnějším zástupcům čeledi pilatkovitých (*Tenthredinidae*), která jen v Evropě čítá kolem 800 až 900 druhů. Blíže je řazena do systematicky obtížné a u nás druhově nejbohatší podčeledi *Nematinae*, z níž bylo pouze ve střední Evropě dosud popsáno více než 200 druhů. Tato holarktická podčeleď obsahuje četné plurivoltinné druhy, u nichž je časté přelétání a partenogeneze.

Většina druhů rodu *Nematus* Panz. (vč. *Pteronidea* Rohw.) a morfologicky příbuzných rodů *Pristiphora* Latr., *Amauronematus* Konow, a *Pachynematus* Konow. žije na vrbách (přes 60 druhů). O výskytu, vývoji a hostitelských rostlinách řady z nich doposud scházejí bližší poznatky. Samotný rod *Nematus* je v Evropě zastoupen více než 50 druhy. Pilatku *Nematus melanaspis* Htg. popsal Hartig v roce 1840. Různí autoři ji uvádějí také pod jinými rodovými a druhovými názvy - např. Torre de Dalla ji již v roce 1894 prezentuje pod 18 synonymy. Z nich se často dosud používá její rodový název *Pteronidea* Rohw.

Pilatka *Nematus melanaspis* patří k několika málo druhům svého rodu, které jsou v použité entomologické

a ochranné literatuře často citovány. Je tomu tak hlavně proto, že je relativně dost hojná, příležitostně se přemnožuje a někdy i škodí. Bližší poznatky o jejím výskytu a biologii přináší hlavně Baer (1915), Escherich (1942), Zinnert (1969a, 1969b) aj. Na rozdíl od u nás rovněž dosti hojně pilatky *Nematus (Pteronidea) salicis* L., která byla v našich přírodních poměrech již podrobněji studována (Martinek, 1958), jsme o ní doposud zpraveni jen nedostatečně.

Při studiu salicikolního hmyzu ve vrbových na Moravě byly získány poznatky o výskytu, vývoji a škodlivosti hálkotvorných a listožravých zástupců čeledi *Tenthredinidae*. O nejvýznamnějších hálkotvorných družích (pilátkách *Euura laeta* Zadd. et Brischke, *E. mucronata* Htg. a *E. atra* Jur.) byla odborná veřejnost z větší části informována. V článku se zabývám uvedeným fylofágním druhem, který má ve vrbových na Moravě ze všech druhů rodu *Nematus* Panz. zřejmě největší a nezanedbatelný hospodářský význam.

METODIKA A ŠETŘENÉ LOKALITY

Použitá metodika i šetřené lokality jsou podrobněji popsány v pracích Urbana (1983, 1984 aj.). Proto uvádím jen nejzákladnější údaje. Výzkum byl v letech 1972 - 1974 soustředěn do komplexu vrbov ve Skalčicích u Hranic na Moravě (okres Píseň) a jeho cílem bylo mj. zjistit druhové spektrum a početní zastoupení pilatkovitých. Během vegetační sezóny byl hmyz v pravidelných týdenních (1972), třítýdenních (1973) a dvoutýdenních (1974) intervalech smýkán (vždy 200 smýků v době od 10 do 12 hodin). V roce 1974 byl hmyz každý třetí den odlovován pomocí 25 stabilních fotoelektrů o půdorysné ploše po 1 m². Pomocí smýků a fotoelektrů bylo získáno velké množství hmyzu, který zimoval v půdě, hrabance a v seřezaných vrbových hlavách (tzv. babkách). Po rozřazení materiálu do nižších taxonomických skupin byli salicikolní zástupci blíže determinováni (čeleď *Tenthredinidae* zpracoval dr. K. Beněš). Na rozdíl od hálkotvorných druhů se v této fázi výzkumu nevěnovala větší pozornost bionomii fylofágních pilatkovitých.

V následující dvoutleté etapě (1975, 1976) a v menší míře později bylo šetření prováděno ve vrbových ve Skalčicích u Hranic na Moravě-Mlýnkách, Prosenicích (okres Píseň), Chvalkovcích, Vyškově (okres Vyškov) a Pouzdřanech (okres Břeclav). Při něm se věnovala pozornost významnějším salicikolním druhům, u nichž se kromě výskytu sledovaly také otázky bionomie a škodlivosti na různých družích vrb a to jak v přírodě, tak v laboratorních chovech. Vrbovny byly kontrolovány v pravidelných třítýdenních intervalech (1975, 1976) a později příležitostně. Občas byly navštěvovány také jiné vrbovny a porosty divoce rostoucích či uměle vysázených vrb na Moravě a salikárium arboreta VŠZ v Brně. Vrbý z arboreta vhodně posloužily i jako zdroj čerstvé potravy pro chovy hmyzu v laboratorních podmínkách.

K chovům byly používány speciální chovné klíčky tvořené dvěma částmi. Uprostřed spodní celodřevěné části o rozměrech 20 x 20 x 10 cm byl prostor pro láhev s vodou. Láhev byla opatřena víčkem s otvorem, do něhož byly vkládány vrbové výhonky z dospělci, vajíčky či housenicemi pilatek. Chovný prostor tvořila horní část klíčky o rozměrech 18 x 18 x 35 cm. Kostra horní části byla dřevěná, stěny z jemného pletiva s oky o průměru 1 mm. Jako chovné zařízení vhodné posloužily také skleněné válce o průměru 35 a výšce 50 cm nahore uzavřené monofilem, příp. skleněné zvonky a Petriho misky.

S výjimkou vrbovny ve Chvalkovicích, ležící na úrodné černozemi, všechny ostatní plantáže se nacházely na aluvních vodních toků se středními (Skalička, Prosenice) nebo velmi dobrými zásobami rostlinných živin (Vyškov, Pouzdrany). Nadmořská výška lokalit byla v rozmezí od 175 m (Pouzdrany) do 260 m (Skalička), průměrné roční srážky od 542 mm (Chvalkovice, Vyškov) do 678 mm (Skalička) a průměrná roční teplota od 8,0 °C (Skalička) do 9,2 °C (Pouzdrany). Podle Zlatníka (1966) lokality s vrbovnami náležely ke skupině lesních typů Ulmi-fraxinetu carpini (Skalička, Skalička-Mlýnský, Prosenice), Fagi-querceta tiliae (Chvalkovice), Fraxini alneti (Vyškov) a Ulmi-fraxinetu populi (Pouzdrany).

Hlavním druhem vrby pěstované ve všech zkoumaných vrbovnách byla vrba košíkářská (*Salix viminalis* L.). Ve Skaličce byla navíc monokulturně pěstována *S. x hippophailifolia* Thuill., *S. triandra* L. a *S. americana* hort. a v Pouzdranech *S. x basfordiana* Schl. Kromě vrbovny ve Skaličce-Mlýnských se ve všech ostatních plantážích vtouřovaly vyskytovaly některé další druhy vrby a jejich kříženci. Porost vrby košíkářské ve Skaličce měl v roce 1975 25 let. Přes vysoký věk byla vrbovna v důsledku záplav, vysoké hladiny spodní vody a hnojení dosti produktivní. Postupný nárůst poškození hmyzem (zejména *Cryptorhynchus lapathi* L. a *Euura laeta* Zadd. et Brischke) a houbami (zejména *Trametes suaveolens* (L. ex Fr.) Fr.) vedl ke snížení rentability obhospodarování vrbovny, což v roce 1975 donutilo majitele k jejímu zrušení.

Podstatně mladší (osmileté) byly vrbovny ve Skaličce-Mlýnských a Prosenicích. Zatímco ve Skaličce-Mlýnských porost vrby dobře prosperoval, v Prosenicích se zejména v důsledku nižších srážek a nízké hladiny spodní vody negativně uplatňoval konkurenční tlak buřeny a vliv hmyzích škůdců (hlavně *Galerucella lineola* F., *Lochmaea capreae* L. a *Aphrophora alni* Fall.).

V 18leté vrbovně ve Chvalkovicích byla vitalita vrby a jakost produkce výrazně snižována nosatcem *Cryptorhynchus lapathi* L., tesáčkem *Obera oculata* L. saproparazitickou houbou *Trametes suaveolens* (L. ex Fr.) Fr. Ve kvalitativně vysoce produktivní asi 15leté vrbovně ve Vyškově se kromě chronického přemnožování mšice *Pterocomma salicis* L. a mouchy *Phytobia cambii* Hend. vliv ostatních hospodářsky významných škodlivých činitelů neprojevil. V Pouzdranech byla starší (asi 15letá) část vrbovny silně poškozena hlavně nosatcem *Cryptorhynchus lapathi* L., pilatkou *Euura laeta* Zadd. et Brischke, tesáčkem *Aromia moschata* L. a *Lamia textor* L. a houbou *Trametes suaveolens* (L. ex Fr.) Fr. Sedmileté sousední porosty *Salix viminalis* L. a *S. x basfordiana* Schl. škodliví činitelé vážně nepoškozovali. Přesto byl celý komplex místních vrboven v roce 1981 a v následujícím roce zrušen.

Salikárium arborea VŠZ v Brně se nachází v intravilánu města Brna. Rozkládá se na ploše necelé hektaru na mírném svahu s jihozápadní expozicí. Půda zde tvoří slínovátka na jílu, která je místy silně pozmeněná antropogenní činností. Lokality typologicky spadá do skupiny lesních typů Carpini-querceta fagi.

ROZŠÍŘENÍ A HOSTITELSKÉ ROSTLINY

Těžiště druhového bohatství podcéleď *Nematinae* je v severní Evropě a v pahorkatinách střední Evropy. Také *Nematus melanaspis* Htg. je druh rozšířený ve střední a severní Evropě (Torre de Dalla, 1894). Podle Bensona (1958), Zinnerta (1969a) aj. se vyskytuje v celé Británii a v Irsku a jeho areál rozšíření sahá přes celou severní a střední Evropu až na Sibiř. O výskytu pilatky v evropské části SSSR a nedostatečně bližší znalosti geografického rozšíření v jednotlivých republikách, krajích a oblastech psali Iljinskij, Tropin (1965). Nalézána byla také ve střední Asii (Želochovcev, 1976), severním Pákistánem (in Pschorn-Walcher, 1982).

Brischke, Zaddach (1883) za hostitelské dřeviny pilatky považují vrby (*Salix* sp.) a topol osiku (*Populus tremula* L.), Fletscher (in Torre de Dalla, 1894) vrbu žlutou (*Salix vitellina* L.), což je v košíkářství oblíbená varieta vrby bílé (*S. alba* L. v. *vitellina*). Podle Eschericha (1942) aj. žije na vrbách a na rozdíl od příbuzného škodlivého druhu *Nematus salicis* L. také na topolech, zvláště osice. I když žádný druh vrby není podle něj ušetřen, přece jen některé z nich napadá více a jiné méně. Konkrétní případy potravní preference v rámci rodu *Salix* L. však

Escherich uvádí jen u druhu *N. pavidus* Lep. (*Salix caprea* L.) a *N. salicis* L. (hladkolisté a úzkolisté formy jako je např. *Salix purpurea* L., *S. fragilis* L., *S. alba* L. aj.).

Pro potravní specializaci *Nematus melanaspis* na dřeviny z druhově bohaté čeledi *Salicaceae* a pro nedostatek údajů o výskytu na konkrétních druhích dřevin se mnozí autoři raději uchylují k obecnému konstatování o výskytu na vrbách a topolu osice (resp. topolech) (např. Enslin, 1912 - 1918; Hedicke, 1930; Francke-Grossmannová, 1953; Iljinskij, Tropin, 1965; Zinnert, 1969a, aj.). Konkrétní druhové spektrum živých dřevin udávají Lorenz, Kraus (1957), Kontunemi (1960) a Pschorn-Walcher (1982). Podle první citované práce housenice žerou na *Salix fragilis* L., *S. caprea* L., *S. cinerea* L. a *Populus* sp., podle druhé navíc i na *S. pentandra* L. a z topolů jen na *Populus tremula* L. Poslední z citovaných autorů hovoří o výskytu housenic převážně na hladkolistých vrbách, hlavně pak na *S. daphnoides* Vill. a *S. pentandra* L., ale i na *S. aurita* L. a jiných a na *Populus tremula* L.

Ve vyšetřovaných vrbovnách na Moravě byla pilatka *Nematus melanaspis* Htg. nejčastěji nalézána na vtouřené *Salix x rubra* Huds. (= *S. viminalis* L. x *S. purpurea* L.) ve Vyškově a na *S. purpurea* L. v Pouzdranech. Ve Vyškově i v Pouzdranech se housenice poměrně často vyskytovaly také na hlavním pěstovaném druhu *S. viminalis* L., ve Vyškově navíc na přimíšené *S. purpurea* L. a v Pouzdranech na přimíšené *S. x rubra* Huds. Na dalších vrbách vyskytujících se v Pouzdranech, ať už v hlavním porostu (*S. x basfordiana* Schl. = *S. alba* L. v. *vitellina* x *S. fragilis* L.) nebo vtouřené (*S. x hippophailifolia* Thuill. = *S. viminalis* L. x *S. triandra* L. a *S. x rubens* Schr. = *S. alba* L. x *S. fragilis* L.) se housenice nevyskytovaly.

Ze 350 druhů širokolistých a úzkolistých vrb a jejich kříženců pěstovaných v arboretu VŠZ v Brně pilatka zcela evidentně přednostně napadala vrbu *S. acutifolia* Willd. Tato vrba se u nás místy pěstuje jako technický (meliorační) druh a využívá se i v košíkářství (např. na hole, obruče a hrubší práce v zeleném stavu). V salikáriu brněnského arborea VŠZ byl výskyt pilatky zaznamenán také na naší tradiční vrbě košíkářské (*S. viminalis* L.). V menší míře zde byly poškozeny *S. stipularis* Sm., *S. caprea* L. x *S. daphnoides* Vill. x *S. magnifica* Hemsl., *S. acutifolia* Willd. x *S. daphnoides* Vill. a *S. alba* L. x *S. babylonica* L.

Poznatky získané z vrboven na Moravě a salikáriu arborea VŠZ v Brně podstatně rozšiřují výčet dosud známých hostitelských druhů vrby. Přesto ale názor Eschericha (1942) o možném napadání všech druhů vrby zatím není možné ani potvrdit, ani vyvrátit. Z vrbařského hlediska je zajímavý zejména její hojný výskyt na *Salix viminalis* L., *S. x rubra* Huds. a *S. acutifolia* Willd.

Z uvedeného pohledu taxonů vrby, na nichž byl prokázán výskyt pilatky *Nematus melanaspis* Htg., vyplývá, že většina druhů kultivovaných ve vrbovnách vykazuje dispoziční k napadení a může být, v závislosti na stupni této převážně dědičné dispoziční, pilatkou poškozena. V této souvislosti je zapotřebí vyšetřit trofickou afinitu pilatky k *Salix americana* hort. a *S. triandra* L. v obou domácích poddruzích, a to *S. triandra* L. subspec. *concolor* = *S. triandra* L. s. str. a *S. triandra* L. subspec. *discolor* = *S. amygdalina* L.

Jako celá řada jiných zástupců podčeledi *Nematinae* náleží i *Nematus melanaspis* Htg. mezi plurivoltinné druhy, u nichž je počet generací v roce závislý od převládajících klimatických podmínek, nadmořské výšky, expozice a konkrétního průběhu počasí. Ve střední Evropě má pilatka obvykle bivoltinný vývoj, za příznivých podmínek se zde mohou vyvinout během roku i tři generace. Období rojení přezimující generace i generací následných se proto velice různí a situaci navíc komplikuje fakultativní výskyt diapauzy housenic kteréhokoliv pokolení.

Konkrétních údajů o období výskytu imág a kladení vajíček je v literatuře málo. Proto se např. Iljinskij, Tropin (1965) omezují na obecné konstatování, že první rojení imág pilatek inkriminovaného rodu probíhá koncem dubna a v první polovině května, druhé rojení ve druhé polovině července a začátkem srpna s dovětkem, že na jihu je možnost vývoje třetího pokolení. Podle Pschorn - Walchera (1982) je bionomie *Nematus melanaspis* podobná *N. pavidus* Lep., jejíž imága létají od konce května do srpna. Dlouhé období rojení je nepochybně zapříčiněno výskytem druhé generace. Však také autor považuje pilatku *N. melanaspis* za druh v Evropě bivoltinný nebo trivoltinný a Zinnert (1969a) za bivoltinný a plurivoltinný. Období letu vosiček dokresluje faunistické nálezy Želochovceva (1976) a Želochovceva, Lobkové (1981) z období od 5. června do 1. srpna.

V oblasti střední a jižní Moravy probíhá první rojení obvykle koncem května a v prvních dvou dekadách června, druhé obvykle ve druhé polovině července a začátkem srpna (obr. 1). V průběhu rojení se projevuje mírná protandrie. V závislosti na teplotních a vlhkostních podmínkách během vegetačního období se může nástup a průběh rojení v jednotlivých letech od tohoto schématu dost lišit.

Brzy po vyhlínutí dospělci kopulují a po kopulaci, případně i bez ní, samice přistupují ke kladení vajíček. Imága žijí krátce (samice asi dva týdny, samci o něco méně). Podobně jako u *Nematus salicis* L. a některých dalších druhů byla i u *N. melanaspis* Htg. prokázána partenogeneze, při níž se z neoplozených vajíček líhnou samci (arrhenotokie) (Enslin, 1913).

Vajíčka *Nematus melanaspis* Htg. jsou podélně oválná, 1,7 až 2 mm dlouhá (obr. 2). Zpočátku jsou světlá s nádechem do zelena, později získávají žlutý až šedý odstín. Zdravá vajíčka získávají imibichně z pevného substrátu (a zřejmě i ze vzdušného prostředí) vodu a tím nabývají na objemu. Vajíčka neschopná dalšího vývoje (např. v důsledku parazitace) svůj objem zvětšují méně. Přítomnost endoparazita se brzy projeví tmavnutím až zčernáním napadených vajíček (obr. 2 a 3). Embryogeneze pilatky trvá v závislosti na teplotních (a zčásti i vlhkostních) poměrech 6 až 14 dnů (v laboratorii jen tři až pět dnů).

Způsob kladení vajíček pilatky *Nematus melanaspis* Htg. a příbuzných druhů je natolik charakteristický, že usnadňuje jejich determinaci (Escherich, 1942). Samička pomocí zvláštního sekretu přídavných žláz vajíčka jednoduše lepí na spodní stranu čepele listů a to vždy nalezato v jednovrstevných, nepravidelně ohraničených skupinách. Podélnou osou jsou vajíčka orientována obvykle kolmo k postranním žilkám a šikmo k hlavní



1. Pilatka *Nematus melanaspis* Htg. na listu *Salix acutifolia* Willd. Zvětšeno dvakrát. Arboretum VŠZ v Brně, 18. 7. 1975 – A sawfly *Nematus melanaspis* Htg. on a leaf of *Salix acutifolia* Willd. Twofold enlargement. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 18th July 1975



2. Skupina vajíček s larvami prvního instaru na listu *S. acutifolia*. Černá vajíčka jsou parazitována *Trichogramma embryophagum* Htg. Arboretum VŠZ v Brně, 7. 8. 1975 – A group of eggs with 1st instar larvae on a leaf of *S. acutifolia*. *Trichogramma embryophagum* Htg. parasitizes black eggs. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 7th August 1975



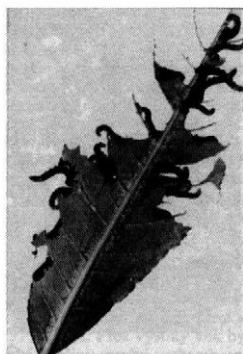
3. Skupina vyhlíhlých a parazitovaných vajíček na listu *S. acutifolia* poškozeném housenicemi prvního a druhého instaru. Arboretum VŠZ v Brně, 7. 8. 1975 – A group of hatched and parasitized eggs on a leaf of *S. acutifolia* damaged by 1st and 2nd instar larvae. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 7th August 1975



4. List *S. acutifolia* poškozený housenicemi prvního až třetího instaru. Arboretum VŠZ v Brně, 16. 7. 1975 – A leaf of *S. acutifolia* damaged by 1st to 3rd instar larvae. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 16th July 1975

žilce. Vajíčka jsou umísťována buď těsně vedle sebe, nebo s malými odstupy do řad, které se k sobě přimykají nebo jsou od sebe poněkud vzdáleny. Počet vajíček ve skupinách kolísá v širokých mezích (od 6 do 92 - průměrně kolem 30 - kusů).

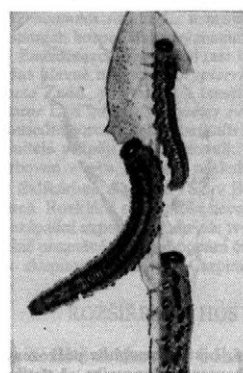
Literární údaje o kladení vajíček *Nematus melanaspis* Htg. jsou většinou velmi vágní; např. Franková - Grossmannová (1953) se omezuje na sdělení o lokalizaci vajíček na spodní stranu listů. Iljinskij, Tropin (1965) jsou téhož mínění, mylně však uvádějí zapouštění vajíček do zářezů v epidermis na spodní straně listů, jak to činí např. *Nematus salicis* L. Pschorn - Walcher (1982) pilatku choval, o kladení vajíček se však nezmiňuje. Poukazuje



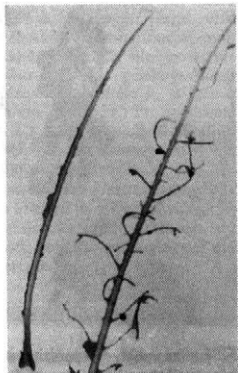
5. Pilátky třetího a čtvrtého instaru hromadně přelezly na nepoškozený list *S. acutifolia* a ožirají ho od špičky. Arboretum VŠZ v Brně, 7. 8. 1975 – 3rd and 4th instar sawflies have crawled collectively to an intact leaf of *S. acutifolia* and started eating it from the tip. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 7th August 1975



6. Pátý instar housenice při žiru na *S. acutifolia*. Zvětšeno dvakrát. Arboretum VŠZ v Brně, 16. 7. 1975 – The fifth instar of larvae feeding on *S. acutifolia*. Twofold enlargement. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 16th July 1975



7. Okrajový žir housenice sedmého instaru na *S. acutifolia*. Arboretum VŠZ v Brně, 7. 8. 1975 – Marginal feeding of the seventh instar larvae on *S. acutifolia*. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 7th August 1975



8. Žir sedmého (vlevo) a pátého instaru housenice (vpravo) na *S. acutifolia*. Arboretum VŠZ v Brně, 16. 7. 1975 – The feeding of the seventh instar (left) and fifth instar (right) larvae on *S. acutifolia*. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 16th July 1975

přítom na analogii způsobu života a vývoje s *N. pavidus* Lep., která vajíčka přilepuje v nepravidelných hromádkách nebo plošně na spodní stranu listů v počtu od 4 do 98 (většinou 50 až 80) kusů. O možnosti vykladení více než 80 kusů vajíček hovoří např. Lorenz, Kraus (1957). Také podle Eschericha (1942) může samička vykládat až 90 vajíček. Jak ukázalo vlastní šetření, průměrné počty vajíček ve skupinách bývají podstatně nižší.

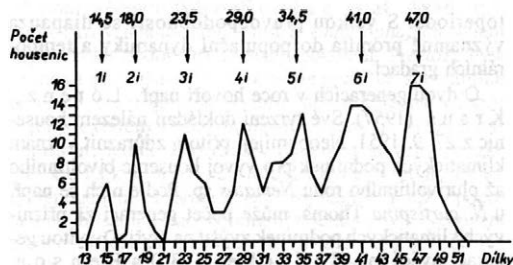
Po eklozi z vajíček housenice žijí volně na listech. Nejmladší housenice vylíznou z listové čepeli poblíž míst svého vylíhnutí drobné dírkou mezi žilkami, později se přemisťují na okraj těchto dírek a pokračují v děrování listu, při němž ponechávají nedotčeny silnější postranní žilky a větší či menší zbytky čepelí (obr. 4). Mladé larvy žerou vždy pospolitě, starší někdy i samostatně. Např. na *Salix x rubra* ve Vyškově bylo 15. 8. 1975 na jednom listu nalezeno maximálně 92 housenic prvního a druhého instaru. S přibývajícím stářím se housenice po listu rozlézají a od třetího nebo čtvrtého vývojového stupně přecházejí na nepoškozené listy a tyto společně ožirají od okrajů. Housenice třetího a čtvrtého instaru ožirají listy nejčastěji od špičky (obr. 5), čtvrtého a pátého instaru od horní čtvrtiny listu (obr. 6). Středně staré larvy ponechávají neporušené jen silnější postranní žilky zejména ve spodní části čepelí, zatímco housenice starší ožirají listy až k hlavní žilce (obr. 7 a 8), případně i s její apikální částí.

Během žiru jsou housenice na listech orientovány hlavou směrem k řádku a obvykle celým tělem spočívají na okraji listu. Při vyrušení zaujímají typický obranný postoj, při němž zvedají zadeček do tvaru písmene S a často celé kolonie jím synchronizovaně kmitají nebo společně setrvávají ve výhrůžné poloze. Někdy se listů pouštějí a padají na zem; tím unikají bezprostřednímu nebezpečí. V obranném postavení vylučují z břišních žláz sekret charakteristicky páchnoucí po ploščicích. Ventrální zápašné žlázy na prvním až sedmém článku zadečku jsou také u ostatních zástupců podčeledi *Nematinae*, zaujímající výhrůžné postavení (B i s c h o f f, 1927).

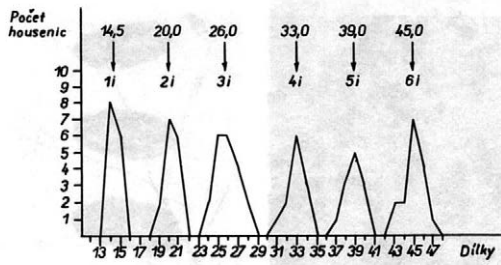
Svým pospolitým žírem a kontrastním zbarvením jsou housenice v přírodě dost nápadné. Také svým chováním při zneklidnění, dále svým chemickým složením těla a přítomností repugnatorických žláz jsou spíše přizpůsobeny k odstrašení nepříteli. Dospělé housenice dosahují délky kolem 20 mm a svým vzhledem se hodně podobají housenicím *Nematus pavidus* Lep. Hlavu mají černou, trup nazelenalý, první a poslední segment načloultý. Na hrudi a zadečku je charakteristická černá pásovitá a skvrnitá kresba, podle níž je možné housenice odlišit od jiných příbuzných druhů. Nejlépe vybarvené jsou dorostlé housenice. Typická kresba je vytvořena u dorostlých housenic, a to hlavně na prostředních člancích trupu.

V průběhu svého vývoje housenice prodělávají pět až sedm instarů (samčí pravděpodobně jen pět až šest instarů). Počet instarů závisí do značné míry na druhu hostitelské dřeviny. V roce 1975 měla např. stejná generace pilátky na *Salix acutifolia* v arboretu VŠZ v Brně celkem sedm instarů (obr. 9), na *S. x rubra* ve Vyškově jen pět instarů (obr. 10). Chovem housenic z čerstvě vykládaných vajíček, založeným 16. 8. 1975, byl také prokázán vliv laboratorních podmínek na počet instarů. Při 20 °C a 80% relativní vzdušné vlhkosti se housenice vyvíjely na *S. x rubra* přes šest instarů, čili měly o jeden instar více než v přirozených podmínkách ve vrbovně ve Vyškově (obr. 11).

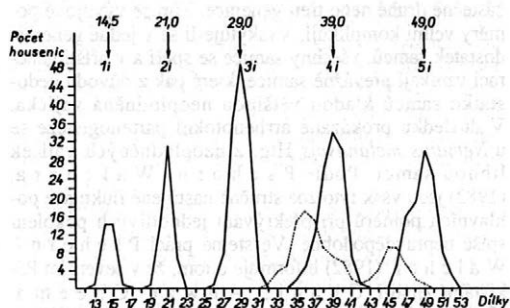
Laboratorní podmínky prokazatelně působí nejen na počet vývojových stupňů housenic, ale i na jejich velikost a rychlost vývoje. Dospělé housenice vychované



9. Šířky hlavových schránek jednotlivých instarů housenic druhé generace pilatky *Nematus melanaspis* Htg. z vrby *S. acutifolia* (dílky = 0,033 mm). Arboretum VŠZ v Brně, srpen 1975 – The widths of cephalic shields of the different instars of the second generation larvae of the sawfly *Nematus melanaspis* Htg. from a willow-tree *S. acutifolia* (1 bar = 0,033 mm). Arboretum of the University of Agriculture at Brno, August 1975



11. Šířky hlavových schránek housenic jednotlivých instarů pilatky *Nematus melanaspis* Htg. vychovaných v laboratorii z vajíček získaných 16. 8. 1975 z vrby *S. rubra* ve vrbovně ve Vyškově (1 dílek = 0,033 mm) – The widths of cephalic shields of the larvae of the different instars of the sawfly *Nematus melanaspis* Htg. raised in a laboratory from the eggs collected from a willow-tree *S. rubra* in the willow plantation at Vyškov on 16th August 1975 (1 bar = 0,033 mm)



10. Šířky hlavových schránek jednotlivých instarů housenic druhé generace pilatky *Nematus melanaspis* Htg. z vrby *S. x rubra*. Tečkované jsou vyznačeny šířky hlav housenic čtvrtého a pátého instaru vychovaných v laboratorii z housenic třetího instaru (1 dílek = 0,033 mm). Vyškov, srpen 1975 – The widths of cephalic shields of the different instars of the second generation larvae of the sawfly *Nematus melanaspis* Htg. from a willow tree *S. x rubra*. Dotted lines represent the shield widths of the fourth and fifth instar larvae raised in a laboratory from the third instar larvae (1 bar = 0,033 mm). Vyškov, August 1975

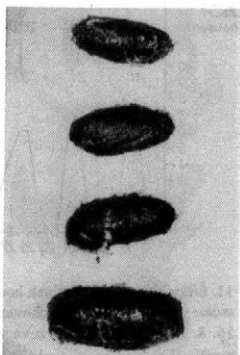
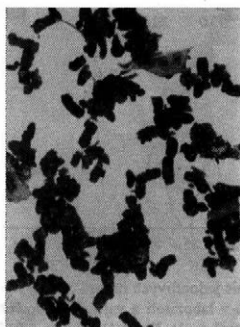
v laboratorii jsou menší, přestože prodávají o jeden instar více (obr. 11). Vliv laboratorního prostředí na velikost housenic se markantně projevuje i v případě, když se do chovů převedou z přírodních podmínek středně vyspělé housenice. Např. housenice třetího instaru žijící na *S. x rubra* ve Vyškově se v laboratorii metamorfily ve čtvrtý a pátý instar, ale již velikost čtvrtého instaru byla průkazně menší než v přírodních podmínkách a velikost pátého instaru odpovídala velikosti šestého instaru housenic vychovaných v laboratorii z vajíček (obr. 10). Na nepříznivé prostředí laboratorních chovů reagovaly housenice chované v laboratorii od nejmladších instarů podstatně menším zmenšením šířky hlavové schránky než housenice středně staré. Čerstvě vyhlédlé a mladé housenice třetího instaru z přírody se v laboratorii vyvíjely přes pět instarů, housenice druhého (a samozřejmě i prvního) instaru přes šest instarů stejně jako housenice chované v laboratorii již od stadia vajíčka. I přes vyšší počet instarů je vývoj housenic v laboratorii rychlejší než v přírodě. Z komparativního pozorování počtu svlékání larev v přírodě a v laboratorii vyplývá, že výsledky laboratorních chovů neodpovídají poměrům v přírodě.

Rozdílný počet instarů u stejného druhu a obou jeho pohlaví však zřejmě není u pilatek roku *Nematus* Panz. nic neobvyklého. Např. příbuzný druh *N. salicis* L. se v chovech Martinka (1958) vyvíjel přes šest instarů, zatímco Lacroix (1928) u něj pozoroval pět instarů. V obou případech přitom nebyly podrobněji zohledňovány ostatní důležité faktory (např. vliv druhu hostitelské dřeviny).

Období trvání žíru je většinou poměrně krátké. Vývoj housenic prvního pokolení probíhá u nás koncem jara a začátkem léta (v červnu a v první polovině července). Celková doba vývoje housenic je mnohem kratší (asi měsíc). Z čerstvě vykladených vajíček se housenice v laboratorních podmínkách vyvíjely průměrně tři týdny. Během vývoje housenice sežere průměrně 1 až 1,3 listu o ploše asi 15 cm². Trus dospělých housenic je válcovitého tvaru o délce 1 až 4 mm a poměrně konstantní šířce kolem 1 mm (obr. 12). Zpočátku je tmavozelený, později tmavohnědý.

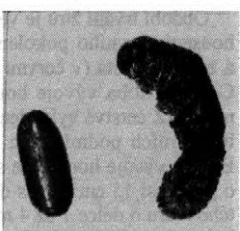
Po skončení žíru si housenice spřádají v povrchových vrstvách půdy podélné oválné, zprvu červenohnědé, později hnědé až černé zámotky o délce 7 až 12 mm. Samičí zámotky jsou zřetelně menší než samičí (obr. 13). Zámotky jsou jednovrstvé, husté a poměrně velmi pevné. Kokonový klid (stadium eonymfy) trvá v létě zhruba dva až tři týdny. V zámotku dochází ke kuklení, přičemž vlastní kuklové stadium (obr. 14) trvá ve volnosti jeden až dva týdny (v laboratorii jen tři až pět dnů). Ve velkých Petriho miskách, na jejichž dno nebyla záměrně přidána rašelina, se housenice kuklily atypicky bez zápletek a z kukel se líhla životaschopná imága. Na rozdíl od *Nematus salicis* L. mohou housenice vytvářet zámotky pouze v zemi. Svědčí o tom také chov druhé generace housenic šestého instaru, dovezených 23. 8. 1975 z Pouzdřan ze *Salix purpurea*, v němž se z velkého množství housenic zapředla jen nepatrná část (necelých 5%).

V podmínkách Moravy má pilatka *Nematus melanaspis* Htg. dvě generace v roce. Podle převládajícího vývojového schématu se vajíčka druhé generace objevují zpravidla ve druhé polovině července a v první polovině srpna a housenice v poslední dekádě července, v srpnu a začátkem září. V teplejší a sušší pouzdřanské vrbovně byl vývoj pilatky ve srovnání s arboretum VŠZ v Brně a zvláště s vrbovnou ve Vyškově vždy poněkud uspíšen. V roce 1975 se např. první vajíčka vyskytovala



12. Trus dorostlých housenic *Nematus melanaspis* se zbytky listů *S. x rubra*. Vyškov, 10. 7. 1975 – The frass of adult larvae of *Nematus melanaspis* with the leaf residues from *S. x rubra*. Vyškov, 10th July 1975

13. Zámoťky *Nematus melanaspis*. Zvětšeno dvakrát. Vyškov 6. 9. 1975 – The cocoons of *Nematus melanaspis*. Twofold enlargement. Vyškov, 6th September, 1975



14. Kukla *Nematus melanaspis*. Zvětšeno třikrát. Arboretum VŠZ v Brně, 6. 9. 1975 – *Nematus melanaspis* pupa. Three fold enlargement. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 6th September 1975

15. Housenice sedmého instaru pilatky zahubená kuklicí *Bessa selecta* Meig. Vlevo je kukla endoparazitoida. Zvětšeno dvakrát. Arboretum VŠZ v Brně, 15. 8. 1975 – The seventh instar larva of sawfly killed by a tachid fly *Bessa selecta* Meig. The endoparasitoid pupa is on the left. Twofold enlargement. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 15th August 1975

v Pouzdřanech již v polovině července, v Brně koncem července a ve Vyškově až počátkem srpna.

Vyspělé housenice druhého pokolení zalézají do země, kde si v hloubce 3 až 10 cm vytvářejí zámoťek a v něm ve stadiu eonymfy zimují. O možnosti fakultativního přeléhání (tj. prodloužení diapauzy housenic v kokonech při vícenásobném přezimování) se nezískaly žádné poznatky. Diapauzující eonymfa se mění v pronymfu a kuklu zpravidla v příštím roce před vylihnutím. Z vlastních laboratorních chovů vyplynulo, že diapauza housenic druhé generace není geneticky či fyziologicky podmíněna projitím stadiem chladu a proto ji můžeme považovat za kviescenci. Stejně jako u ostatních zástupců *Nematinae* jsou otázky diapauzy *Nematus melanaspis* velmi komplikované. Hlavní úlohu při ní má teplota a fo-

toperioda. S velkou pravděpodobností se diapauza významně promítá do populační dynamiky a temporálních gradací.

O dvou generacích v roce hovoří např. Lorenz, Kraus (1957). Své tvrzení dokládají nálezem housenic z 27. 9. 1951. Neopomíjejí přitom zdůraznit význam klimatických podmínek pro vývoj housenic bivoltinního až plurivoltinního rodu *Nematus* sp. Podle nich se např. u *N. curtispina* Thoms. může počet generací za příznivých klimatických podmínek zvýšit na čtyři. Dvojitou generaci uvádí mj. Hedicke (1930) a Benson (1958), dvě a více generací např. Zinnert (1969a). Benson (1958) sděluje, že na britských ostrovech se první generace housenic vyskytuje v květnu a červnu, druhá v červenci a srpnu. O dvou až třech překrývajících se generacích v roce píše Pschorn-Walcher (1982). Podle něj může již první generace částečně (méně než z 10 %) přeležet do příštího roku. Výskytem fakultativní diapauzy u první generace a rozsáhlejším přeléháním housenic dalších pokolení dochází k vytvoření částečné druhé nebo třetí generace. Tím se vývojové poměry velmi komplikují. Vyskytuje-li se v jedné generaci dostatek samců, všechny samice se spáří a v příští generaci vznikají převážně samice, které pak z důvodu nedostatku samců kladou většinou neoplozená vajíčka. V důsledku prokázané arhenotokní partenogeneze se u *Nematus melanaspis* Htg. z neoplozených vajíček líhnou samci. Podle Pschorn-Walchera (1982) jsou však tyto zde stručně nastíněné fluktuace hlavních poměrů při překrývání jednotlivých pokolení spíše nepravděpodobné. Ve stejné práci Pschorn-Walcher (1982) informuje o tom, že v severním Pákistánu zjistili Ghani, Anwar Cheema silnější výskyt pilatky na *Salix wallickiana*, kde se během roku vyvíjejí tři až čtyři generace. Za mimořádně příznivých klimatických podmínek není možné ani na jižní Moravě vyloučit možnost částečného vývoje třetího pokolení housenic.

PŘÍRODNÍ NEPŘÁTELE

Populační hustota pilatky *Nematus melanaspis* Htg. mimořádně kolísá. Příčiny těchto fluktuací nejsou podle Eschericha (1942) skoro vůbec známy. Baer (1915) považuje za hlavní regulační pilatky vaječné parazitoidy. Parazitoidi larev jsou podle něj málo známi a nevhodné počasí abundanci pilatky prý příliš neovlivňuje. O časté likvidaci gradací vaječnými parazitoidy hovoří mj. Francke-Grossmannová (1953).

Z vajíček pilatky byla ve velkém množství vychována drobněnka *Trichogramma embryophagum* Htg. (det. H. Bírová, Bratislava). V arboretu VŠZ byla vajíčka prvního pokolení parazitována v roce 1975 téměř z 95 %, vajíčka druhého pokolení ze 69,7 %. Ve Vyškově a Pouzdřanech byla parazitovaná vajíčka první generace nalézána nehojně, druhá generace byla ve Vyškově parazitována z 25,7 % a v Pouzdřanech z 10,5 %. V následujícím roce parazitace na obou lokalitách poklesla zhruba na 2 %.

Při kladení samic drobněnky umístí svá vajíčka zpravidla do většího počtu (někdy i do všech) vajíček ve skupině. Za příznivých podmínek je vývoj drobněnky velmi rychlý. Podle Martinka (1963) se imága líhnou průměrně za 13 dnů po infekci vajíček. U příbuzného, nesmírně polyfágního a po celém světě rozšířeného druhu *T. evanescens* Westw. může vývoj pro-

běhnout i během týdne (Sedlağ et al., 1986, aj.). Podle různých autorů může mít *T. embryophagum* během vegetačního období tři až sedm pokolení. Přestože byla druhová příslušnost *T. embryophagum* ve speciálních chovech v extrémních podmínkách potvrzena a názor o jeho existenci jako biologické rasy *T. evanescens* odmítnut, jedná se o druhy vzájemně si velmi blízké (Nikolskaja, 1952; Medvedev et al., 1978). Partenogenetická forma *T. embryophagum*, u níž v populaci chybí samci, i gonochorističtí jedinci byli vychováni z různých druhů *Lepidoptera* (Medvedev et al., 1978). Vývoj ve vajíčkách *Acantholyda nemoralis* Thoms. sledoval Kadlůvski (1965 - in Szujec k i, 1983), který uvádí, že v případě teplého počasí a plné koincidence doby výskytu dospělých s kladením vajíček hostitele dosáhla infekce vajíček 89,3 %, což je hodnota blízká se procentem parazitace prvního pokolení *Nematus melanaspis* v arboretu VŠZ v Brně.

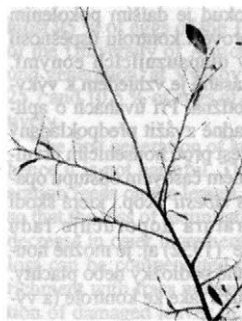
Na housenčích dost hojně parazitovala kuklice *Bessa selecta* Meig. - podle Zinnerta (1969b) obecně rozšířený parazitoid pilatkovitých z podčeledi *Blennocampinae* a *Nematinae*, případně čeledě hřebenulovitých (*Diprionidae*). Světla vajíčka cizopasníků byla nalézána na hřbetě či bocích hrudních článků posledních tří instarů. Larvy po skončení svého vývoje zalézají do země a v ní se kuklí (obr. 15). Délka kuklového stadia trvala v laboratoři šest dnů a imága žila průměrně čtyři dny. Podíl kuklice na mortalitě housenic byl poměrně malý (necelá 3 %).

Parazitární komplex je druhově podobný pilatce *Nematus pavidus* Lep. Zinnert (1969a, 1969b) za dominantního parazitoida považuje lumka *Rhinotorus atratus* Hlgr. Za ním co do významu následují kuklice *Myxoxoristops stolidus* Meig., *Hyalurgus lucidus* Stein., lumci *Mesoleius opticus* Grav., *Hypamblyus albopictus* Grav. a *Eridolius lineiger* Thoms. aj. Kuklici *Bessa selecta* však Zinnert mezi parazitoidy *Nematus melanaspis* neuvádí.

Hmyzožraví ptáci pilatku příliš nevyhledávají. Zřejmě ani jiní predátoři housenic (např. plošnice, sluněčka a mravenci) či nepříznivé počasí nemají na snižování populační hustoty žeroucích housenic vážnější vliv. U housenic na výhoncích nebylo pozorováno ani virové, bakteriální či mykotické onemocnění. Nezanedbatelná však zřejmě může být mortalita eonymů v zámočcích, zvláště těch, které přeléhají. V důsledku této mortality bývá zpravidla jarní rojení pilatky slabší než rojení letní. Je otázkou, zda jednovrstevný zámoček vytváří stejně dokonalou ochranu housenic zejména proti vlhkosti jako dvouvrstevný či třívrstevný zámoček některých jiných druhů *Nematinae*. Zbývá snad jen dodat, že o kokonových parazitoidech (lumcích, chalcidkách, zlatěnkách), dravcích (myšák, rejsek, drátovcích, střevličkách aj.) a chorobách (zejména mykózách) pilatky blíží poznatky scházejí.

HOSPODÁŘSKÝ VÝZNAM

Druhy rodu *Nematus* Panz. dříve popisované pod rodem *Pteronidea* Rohw. mohou podle Eschericha (1942) působit svým holožirem příležitostně škody. Ratzeburg (1839) dokonce *N. salicis* L. zařadil mezi lesnický velmi škodlivé druhy. Pilatka *N. melanaspis* má na převážné části areálu rozšíření dvě generace v roce. Zatímco žir první generace často v důsledku malé početnosti uniká pozornosti, druhá generace housenic bývá početnější a její žir nápadnější. Jestliže proto



16. Holožir na *S. rubra* způsobený pilatkou *Nematus melanaspis*. Výchov, 26. 7. 1975 - The sawfly *Nematus melanaspis* clear-eating on *S. rubra*. Výchov, 26th July 1975



17. Holožir ve větvi *S. acutifolia* způsobený šestým a sedmým instarem pilatky *Nematus melanaspis*. Arboretum VŠZ v Brně, 16. 7. 1975 - Clear-eating on a branch of *S. acutifolia* caused by the sixth and seventh instar of the sawfly *Nematus melanaspis*. Arboretum of the University of Agriculture at Brno, 16th July 1975

Escherich (1942) za hlavní období žiru považuje měsíce srpen a září (a někdy i značnou část října), má tím jistě na mysli druhou generaci housenic.

Přemnožení pilatky *Nematus melanaspis* Htg. jsou krátkodobá. Po náhlé erupci dochází obvykle již v dalším roce k podstatnému poklesu její početnosti a pak se po řadu let pilatka nachází ve stavu latence. Příčiny tohoto kolísání lze připsat hlavně na vrub vaječných parazitoidů. V moravských vrbových je pilatka dost hojná a příležitostně se zde přemnožuje. V roce 1975 způsobila holožir na *Salix x rubra* ve Výchově, *S. purpurea* a *S. viminalis* v Pouzdřanech a na *S. acutifolia* v salikáriu arboreta VŠZ v Brně (obr. 16 a 17). Žir začíná vždy v určité výšce prutů a postupuje odspodu nahoru. Půda bývá v místě žiru pokryta vrstvou trusinek. Poškozené vrby jsou charakteristické ponechanými řapíky s hlavní listovou žilkou (nebo její částí). Ty opadávají mnohem dříve než nepoškozené listy.

Poškození vrb ve vrbových má většinou jen lokální charakter. Ztráta asimilačního aparátu, k níž dochází hlavně od konce července, v srpnu a září, se sice projeví ve snížení přírůstu prutů, ten však může být do jisté míry v příštím roce kompenzován obohacením půdy o živiny při rychlejší mineralizaci poškozené listové hmoty. Škodlivější dopady na hostitelské dřeviny by mohl mít jarní žir housenic. Ten se ale z uvedených důvodů nijak škodlivě neprojevuje.

Ve vrbářství můžeme pilatku *Nematus melanaspis* Htg. považovat za příležitostného škůdce. Kromě vrboven se občas hojněji vyskytuje ve vrbových alejích, zahradkách a porostech vrb a osiky. Iljin skij, Tropin (1965) ji v bývalém SSSR řadí ke gradacím významným škůdcům, avšak v našich poměrech je její lesnický význam nepatrný.

OCHRANNA A OBRANNA OPATŘENÍ

Proti *Nematus melanaspis* Htg. většinou není nutné provádět žádná opatření. Podle Iljin ského, Tropina (1965) 10% žir signalizuje nutnost boje

s následujícím pokolením. Pokud je dalším pokolením pokolení jarní, pak je nutné provést kontrolu úspěšnosti přezimování a metamorfózy diapauzujících osob. Vlastní prognóza obranných zásahů je vzhledem k výkyvům v abundanci nesmírně obtížná. Při úvahách o aplikaci insekticidů je nutné důkladně zvážit předpokládaný efekt zásahu, který by se měl vést proti housenicím prvního až třetího instaru a ve vhodném časovém odstupu opakovat. Proti příbuzné *Nematus ribesii* Scop., která škodí na angreštu a rybízu, literatura doporučuje řadu přípravků. Podle B a u d y š e (1952) aj. je možné housenice také setřásat na olepované podložky nebo plachty. Metodu setřásání je možné použít také ke kontrole (a výjimečně i k hubení) *N. melanaspis*.

Literatura

- BAER, W.: Über Laubholzblattwespen. Naturwiss. Z. Forst. u. Landwirtschaft, 13, 1915 : 225-249.
- BAUDYŠ, E.: Choroby a škodcovia ovocných plodín. Bratislava, Oráč 1952.
- BENSON, R. B.: Handbooks for the identification of British insects. *Hymenoptera, Symphyta*. Royal Ent. Soc. of London, 1958.
- BISCHOFF, H.: Biologie der Hymenopteren. Eine Naturgeschichte der Hautflügler. Berlin, Verlag von J. Springer 1927.
- FRANCKE-GROSSMANNOVÁ, H.: Symphyta (*Chalastogastra, Tenthredinoidea*). In: BLUNCK, H. et al.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. Fünfte neubearbeitete Aufl. Erste Lieferung. P. Parey in Berlin und Hamburg, 1953.
- BRISCHKE, C. G. A. - ZADDACH, G.: Beobachtungen über die Arten der Blatt- und Holzwespen. Schriften d. Physik. ökonom. Ges. z. Königsberg, 1883 : 127-200.
- HEDICKE, H.: 16. Ordnung: Hautflügler, *Hymenoptera*. In: BROHMER, P. - EHRMANN, P. - ULMER, G.: Die Tierwelt Mitteleuropas. Leipzig, Verlag von Quelle und Meyer 1930.
- ENSLIN, E.: Die Tenthredinoidea Mitteleuropas. Dtsch. Ent. Z., 1912 - 1918.
- ENSLIN, E.: Die Insekten Mitteleuropas insbesondere Deutschlands. Hymenopteren, 1913 : 97-213.
- ESCHERICH, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Verlag von P. Parey in Berlin, 1942.
- ILJINSKI, A. I. - TROPIN, I. V.: Nazdvor, učet i prognoz masovych razmnoženij chvoe- i listogryzuščich nasekomych v lesach SSSR. Moskva, Izd. Les. promyšlennost 1965.
- KONTINENIEMI, T.: Suomen sahapistiaistoukkien ravintokasvit. Die Futterpflanzen der Sägewespenlarven (*Hymenoptera, Symphyta*) Finnlands. Porvoo- Helsinki, Werner Söderström Osakeyhtiö 1960.
- LACROIX, J. L.: Quelques observations sur une mouche à scie nuisible aux saules *Pteronidea salicis* L. Rev. Zool. agric. appl., Bordeaux, 27, 1928 : 59-66.
- LORENZ, H. - KRAUS, M.: Die Larvalsystematik der Blattwespen (*Tenthredinoidea* und *Megalodontidae*). Abh. Larvalsystem. Ins. Berlin, 1957.
- MARTINEK, V.: Příspěvek k poznání bionomie a populační dynamiky pilátky *Pteronidea salicis* L. (*Hym., Tenthredinidae*). Zool. Listy, 12, 1958, č. 1 : 1-20.
- MARTINEK, V.: Pokusy s pěstováním drobněnek r. *Trichogramma* (*Hymenoptera, Trichogrammatidae*) z vajček lesních škůdců v laboratorii. Práce Výzk. Úst. lesn. ČSSR, 27, 1963 : 65-101.
- MEDVEDEV, G. S. et al.: Opredelitel nasekomych evropejskoj časti SSSR. AN SSSR. Leningrad, Izd. Nauka 1978.
- NIKOLSKAJA, M. N.: Chalcidy fauny SSSR (*Chalcidoidea*). Moskva, Leningrad, Izd. AN SSSR 1952.
- RATZBURG, J. Th. Ch.: Die Forstinsekten. Berlin, Nicol. Buchh. 1839.
- PSCHORN-WALCHER, H.: Unterordnung *Symphyta*, Pflanzenwespen. In: SCHWENKE, W. et al.: Die Forstschädlinge Europas. Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin, 1982.

- SEDLAG, U. et al.: Insekten Mitteleuropas. Leipzig, Radebeul, Neumann Verlag 1986.
- SZUJECKI, A.: Ekologia owadów leśnych. PWN Warszawa, 1983.
- TORRE de DALLA, C. G.: Catalogus *Hymenopterorum*. Vol. 1. *Tenthredinidae* incl. *Uroceridae*. Lipsiae, Sumptibus Guilelmi Engelmann 1894.
- URBAN, J.: Přehled škodlivých činitelů ve vrbových na Moravě. Acta univ. agr. (Brno), Ser. C, 52, 1983, č. 3-4 : 309-333.
- URBAN, J.: Salicikolní nosatcovití (*Curculionidae*) ve vrbových na Moravě. Část I. Acta Univ. agric. (Brno), Ser. C, 53, 1984, č. 1-4 : 123-147.
- ZINNERT, K. D.: Vergleichende Untersuchungen zur Morphologie und Biologie der Larvenparasiten (*Hymenoptera: Ichneumonidae* und *Braconidae*) mitteleuropäischer Blattwespen aus der Subfamilie *Nematinae* (*Hymenoptera: Tenthredinidae*). Z. angew. Ent., 64, 1969a, č. 2 : 180-217.
- ZINNERT, K. D.: Ibidem. 64, 1969b, č. 3 : 277-306.
- ZLATNÍK, A.: Biogeografie I., list č. 21. In: kolektiv autorů: Atlas ČSSR, Praha, Kart. nakl. 1966.
- ŽELOCHOVCEV, A. N.: Materialy po faune pililščikov i rogochvostov Srednej Asii. I. Sbor. trudov zool. muzeja MGU, T. 15 : 3-73. In: Issledovanija po faune Sovetskogo sojuza (nasekomye). Izd. Mosk. universiteta, 1976 : 239.
- ŽELOCHOVCEV, A. N. - LOBKOVÁ, L. E.: K poznání pililščikov (*Hymenoptera, Symphyta*) Kronockogo zapovednika. Sbor. trudov zool. muzeja MGU, T. 19 : 147-149. In: Issledovanija po faune Sovetskogo sojuza. Izd. Mosk. universiteta, 1981 : 232.

Došlo 6. 11. 1992

URBAN, J. (University of Agriculture, Forestry Faculty, Brno): The occurrence and development of the sawfly *Nematus* (*Pteronidea*) *melanaspis* Htg. (*Tenthredinidae, Hymenoptera*) in willows grown in plantations in Moravia. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (3-4) : 129-137.

The sawfly *Nematus melanaspis* Htg. belongs to relatively abundant leaf-eating species in osier plantations in Moravia. Its mass outbreaks occur from time to time, leading to local clear-cuttings. Its harmful occurrence was observed in admixed willows *Salix x rubra* Huds. at Vyškov, *S. purpurea* L. at Pouzdřany and *S. acutifolia* Willd. in a salicarium of the arboretum at the University of Agriculture at Brno. In osier plantations the sawfly was abundant in *S. viminalis* L. and *S. purpurea* L., outside them also in *S. viminalis* L., etc.

The sawfly's evolution in Moravia is bivoltine. The wintering generation adults usually swarm in late May and in the first two decades of June. The adults lay eggs in groups by 6 to 92 eggs (on average 30 eggs) on the reverse sides of leaves. They stick the to the leaves, horizontally one by one (or at tiny distances) closely to each other, oriented usually perpendicularly to the lateral veins and in skew direction to the main vein. The embryonal development lasts 6 to 14 days. The pest larva development takes place in June and in the first half of July. They become mature within four weeks. The pupal stage is assumed in cocoons in the surface layers of soil. The pupal stage lasts one to two weeks. After their eclosion in the second half of July and the first half of August, the adults lay eggs of the second generation and its larvae feed on leaves from late July so September. The larvae become mature in late August and in September, and they make cocoons in the soil at a depth of 5 to 10 cm in which they are to winter. They assume the pupal stage in the next year or they assume the pupal diapause.

The larvae pass through five to seven instars during their development. The number of developmental states

is also influenced by a host tree species. The larva development on *Salix x rubra* at Vyškov included five instars, on the same willow species in a laboratory six instars, on *S. acutifolia* in the arboretum of the University of Agriculture at Brno seven instars. The largest average size of adult larvae (evaluated according to the width of cephalic shield) was observed in the populations with a low number of instars. The youngest larvae punch the leaves, the middle-age ones (3rd and 4th instar) eat them from the tip on the margins while the stronger lateral veins are left intact. The older larvae (5th to 7th instar) also eat the leaves on their margins, but on the whole leaf surface to the main vein, including its apical part.

The sawfly population density is unusually very variable. These variations can be explained from the activity of egg parasitoids. The chalcid *Trichogramma embryophagum* Htg. was raised from the eggs at a large amount, and the tachinid fly *Bessa selecta* Meig. from the larvae at an abundant amount. The egg parasitoids attacked al-

most 95 % of eggs of the 1st generation is the arboretum of the University of Agriculture, and 69.7 % of the second generation, at Vyškov and Pouzdřany they attacked 25.7 and 10.5 % of eggs of the second generation, respectively.

The first generation of larvae is usually little abundant, hence it is not harmful. The more abundant second generation feeds on the leaves after the accretion culminates, so that the loss of assimilating organs can lead to a partial decrease in osier increments in osier plantations, but this loss can be compensated to a certain extent by soil enrichment with frass nutrients and accelerated mineralization of damaged leaves in the next year.

The forestry importance of this sawfly is negligible. It can be taken as an occasional pest in osier production.

biology of the sawfly *Nematus (Pteronidea) melanaspis* Htg.; feeding pattern; nutritive tree species; population dynamics; parasitoids; willow plantations; willows

Kontaktní adresa:

RNDr. ing. Jaroslav Urban, CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

Pěstování a využití druhu *Eucalyptus globulus* Labill. ve španělské Galicii

Eucalyptus globulus Labill. má v Galicii (severozápadní část Španělska) převažující zastoupení. Tvorí přibližně 90 % všech hospodářských dřevin v provincii La Coruña, kde má nejpriznivější podmínky pro růst.

Eucalyptus globulus roste do úrovně moře až do pahorkatin, které dosahují výšky až 700 m n.m. Roste na všech typech půd včetně půd sůvitých a kamenitých. Nesnáší mrazy a vyžaduje srážky přesahující 1 000 mm ročně.

Tento eukalyptus se vysazuje ve čtvercovém až řadovém sponu ve vzdálenostech 2 - 3 m. Používají se sazenice staré asi šest měsíců o výšce kolem metru. Výsadba se provádí ve druhé polovině listopadu a v prosinci. Při obnově se často používá velmi silná pařežová výmladnost. Ve druhém roce po výsadbě dosahují stromy výšky 3 - 4 m. Do té doby vstřícně postavené vejčité listy postupně opadávají a nahrazují je střídavé, úzké, srovnatelně protáhlé listy o délce až 20 cm.

Eucalyptus globulus roste velmi rychle. Plodit začíná v pátém až sedmém roce. Na podzim se vytvářejí květní pupeny, které rozkvétají v následujícím roce v březnu až dubnu. Semena dozrávají ve stejném roce a od listopadu vyvádějí z plodů. Stromy tvoří válcovité až oválné kmeny se zelenošedou kůrou, která dosahuje tloušťky několik mm až cm. Asi od osmi let vytváří tenkou, světlou až tmavohnědou odlupčivou kůru, která visí v úzkých, několik metrů dlouhých pruzích. Kmeny jsou velmi pružné, zavěšené v jedné pětině až jedné polovině koruny. Při častých větrných porывech jsou stromy velmi odolné vůči lámání. Koruny se často ohýbají až k zemi, zlomy se však vyskytují ojediněle, stejně jako vývraty.

Porosty se mýtí holosečí ve věku 10 - 15 let. Porosty založené umělou výsadbou jsou tloušťkově i výškově poměrně stejnorodé, zatímco porosty vzniklé pařežovou výmladností jsou značně diferencované. Nejsilnější stromy dosahují výšky kolem 50 metrů a výčetní tloušťky až 50 cm. Při dvojnásobné obmýtní době, tedy ve věku 25 - 30 let, dosahují nejsilnější stromy výčetní tloušťky až 110 cm. V porostech se často vyskytuje hustě rostoucí kapradina hasivka orličí, čtené jsou také různé trnité rostliny.

Dřevo je velmi těžké, vodnaté. Ve vegetační době (únor - červenec) má 1 m³ čerstvě pokáceného dřeva hmotnost 1 400 kg, v období vegetačního klidu (srpen - leden) hmotnost klesá na 1 100 - 1 200 kg. Již několik sekund po pokácení z kmenů viditelně vytéká voda a miza. Během několika minut dřevo praská výsušnými trhlinami, popřípadě se výřezy rozpadají na několik štěpů. Současně s rychle ubývajícím vlhkostí se zvyšuje tvrdost dřeva a zvyšuje se i obtížnost zpracování a odkorkování.

Vzhledem ke svým vlastnostem (zejména výsušným trhlinám) se dřevo používá převážně na výrobu celulózy. Neodkorkované výřezy o délce 2,5 m a průměru 9 - 14 cm se používají na dříví vzpěry. Dřevo se nehodí na výrobu řeziva.

Pro svůj hospodářský význam je *Eucalyptus globulus* objektem výzkumu a šlechtění. Výzkumné a šlechtitelské stanice vyhledávají málo zavěšené stromy a porosty s tenkými, úzkou korunu vytvářejícími větvemi. Vhodné stromy a porosty od majitelů vykupují pro sběr plodů. Ekologové a ochránáři vedou kampaň proti rozšiřování ploch pro pěstování, protože *Eucalyptus globulus* je velmi náročný na půdní vlhkost. Silně vysušuje půdu a negativně tak ovlivňuje vodní režim krajiny. Do českých klimatických podmínek se tento eukalyptus nehodí, protože nesnáší teploty pod bodem mrazu.

Ing. František Kůžel

POZNÁMKY KE KONTROLE PÍĐALKY PODZIMNÍ (*OPEROPHTERA BRUMATA* L.)

P. Maděra, E. Kula

Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno

Na základě kontroly průběhu rojení píďalky podzimní (*Operophtera brumata* L.) metodou fotoeklektorů a lepových pátů v letech 1988 - 1991 autoři dospěli k závěru, že metoda fotoeklektorů poskytuje přesné údaje o abundanci a průběhu rojení, zatímco metoda lepových pátů je nepřesná v důsledku působení řady vnějších činitelů. Samice píďalky nepreferovaly žádnou ze zastoupených dřevin. Byla potvrzena korelační závislost mezi počtem zachycených samic a délkou obvodu kmene. Výběr stromu samice je nekoordinovaný, náhodný, ovlivněný především silou kmene, četností tloušťkových tříd stromů v porostu a zrakem. Byla stanovena závislost mezi abundancí samičích kulek v půdě a počtem samic zachycených na 1 cm obvodu kmene stromů olepovaných v blízkosti fotoeklektoru při nízké abundanci kulek píďalky podzimní.

píďalka podzimní (*Operophtera brumata* L.); rojení; kontrola; fotoeklektory; lepové pásy

Informace o škodlivém výskytu píďalky podzimní (*Operophtera brumata* L.) na území bývalého Československa pocházejí z roku 1952 a po vzniku několika lokálních ohnisek byla v roce 1964 zaznamenána rozloha napadených porostů ve výši 57 340 ha (Mrkva, 1966). V následujícím období probíhaly další gradace ve druhé polovině šedesátých let, koncem sedmdesátých let a koncem osmdesátých let. Délka období se silným žírem trvá zpravidla tři až čtyři roky a cyklicky se opakuje po devíti až deseti letech. Na tuto cyklickou periodicitu přemnožení píďalky podzimní upozornil Altenkirch (1991) jako na jeden z významných faktorů dlouhodobé prognózy.

V r. 1988 byly zaznamenány silné žíry píďalky podzimní v porostech habru, buku a dubu na území ŠLP Křtiny (LS Olomoučany). Gradace, která nebyla tlumena nasazením pesticidů, opadla v průběhu let 1988 - 1990 do stadia latence. Této lokální gradace jsme využili ke studiu chování imág a k možnosti jeho použití v krátkodobé prognóze výskytu tohoto škůdce.

METODIKA

Abundance a průběh rojení píďalky podzimní a doprovodných druhů píďalek v letech 1988 - 1991 byly stanoveny metodou fotoeklektorů a lepových pátů.

V ohnisku gradace bylo umístěno 10 fotoeklektorů (100 x 100 x 30 cm), které byly položeny vždy koncem září pod průmět korun habrů se zřetelným žírem píďalek. Fotoeklektory byly v terénu vždy do konce roku a byly od sebe vzdáleny řádově několik desítek metrů.

V okolí každého fotoeklektoru byla olepována skupina nejbližších stojících stromů (celkem 20 - 30), na nichž byla vyhodnocována přítomnost samic a samců píďalky podzimní. Ve stejném porostu byly vedeny transektory zahrnující různé dřeviny (dub, buk, habr) v rozsahu 17 - 25 stromů, které byly olepovány. Kontrola fotoeklektorů a lepových pátů se prováděla v sedmidenním intervalu.

Ulovení jedinci ve fotoeklektorech byli konzervováni v 75% etylalkoholu, imága zachycená na lepových pásích jsme po určení odstranili. Materiál píďalek byl determinován ve spolupráci s RNDr. Z. Laštůvkou, ČSC.

Matematicko-statistická hodnocení prováděli autoři.

POPIS OBLASTI ŠETŘENÍ

Šetření se uskutečnilo ve dvou porostech na Lesní správě Olomoučany (Školní lesní podnik Křtiny), které náležejí do Chráněné krajinné oblasti Moravský kras. Stanoviště lze hodnotit jako relativně teplé s propustnou, vysychavou půdou na granodioritech, v nadmořské výšce 450 m, s délkou vegetační doby 160 dní, průměrnými ročními srážkami 644 mm a průměrnou roční teplotou 7,7 °C.

Porost A₄ se nachází na jihovýchodním zvláštěm svahu o rozloze 0,40 ha, věk 113 let, zakmenění 10 a se zastoupením dřevin - dub zimní 60, habr 26, buk 12, bříza 2. Lesní typ javorobuková doubrava strdivková (2A2).

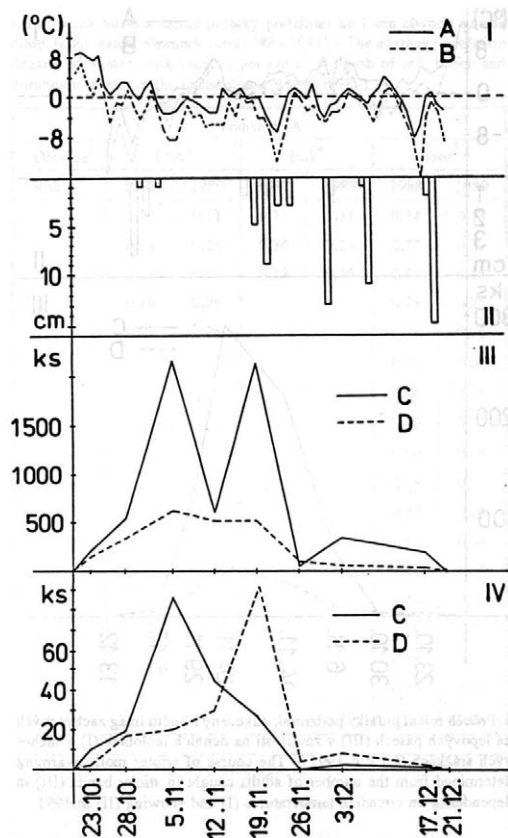
Porost C₅ přechází z plochého hřebene na JV až JZ svah. Přestárlá kmenovina (110 - 150 let) ve formě jednotlivých až skupinovitých výstavků, v severovýchodní polovině porostu s mladšími etážemi. Výměra porostu 7,21 ha, zakmenění 8, zastoupení dřevin - buk 41, dub zimní 35, habr 14, smrk 5, modřín 2. Lesní typ hlinitá buková doubrava biková s ostřicí chlupatou (2H3).

VÝSLEDKY

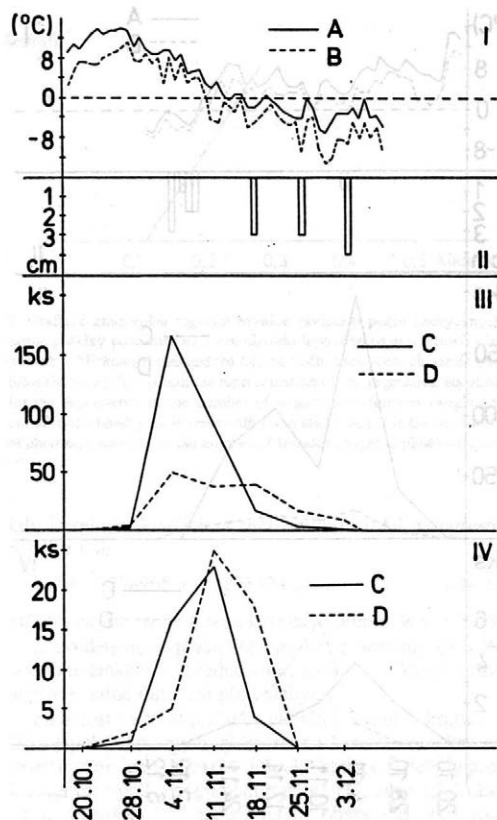
Klimatické vlivy (teplota, sněhové srážky) ovlivňují nástup i průběh rojení. Pod fotoeklektory z důvodu specifických mikroklimatických podmínek byl průběh rojení odlišný od hodnot zjištěných pomocí lepových pátů. Zvláště u samic se projevila citlivost na teplotní změny, pokles teploty na -8 °C v r. 1988 vedl ke snížení aktivity samic a obnovou letu nastalo až při denních teplotách nad bodem mrazu. Období rojení píďalek v podmínkách ŠLP v letech 1988 - 1991 lze vymezit 22. říjnem - 17. prosincem s kulminačním obdobím 14 dní (5. - 19. 11.) (obr. 1 - 4).

Metodou fotoeklektorů bylo zachyceno pět druhů píďalek. Eudominantním druhem byla *O. brumata* L. (82,5 %; 89,9 %; 90,5 %; 95,5 %), jejíž dominance v druhovém spektru píďalek se zvyšovala s postupným přechodem do latentního stavu. Významně zastoupení měl druh *Erannis aurantiaria* Esp. (1,1 - 12,0 %), *Alsophila aceraria* Den. et Schiff. (0,9 - 4,7 %). V r. 1989 byl zaznamenán 5% výskyt píďalky *Operophtera jagata* Scharf. a vyskytla se i píďalka zhoubná *Erannis defoliaria* Cl.

Fotoeklektory jsme zachytili v průběhu tří let 228 samic (174, 44, 10) a 241 samic (192, 40, 9) píďalky podzimní, přičemž abundance zdravých kulek na 1 m² se výrazně snižovala (36,6; 8,4; 1,9). Sexuální index stanovený z počtu jedinců zachycených fotoeklektory i přes snižující se abundanci kulek v půdě měl vzrůstající



1. Průběh rojení píďalky podzimní, odvozený z počtu imág zachycených na lepových páslech (III) a pod fotoelektrů (IV) v závislosti na denních teplotách (I) a sněhových srážkách (II) v r. 1988 (A - průměrné denní teploty, B - minimální denní teploty, C - počet samců, D - počet samic) - The course of winter moth swarming determined from the number of adults caught in sticky bands (III) and in photoelectrodes (IV) in dependence on circadian temperature (I) and snowing (II) in 1988 (A - average circadian temperatures, B - minimum circadian temperatures, C - number of males, D - number of females)



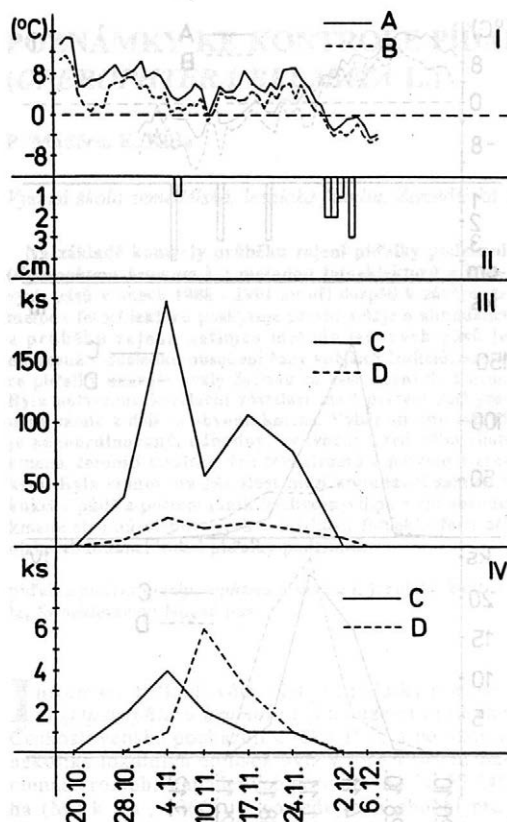
2. Průběh rojení píďalky podzimní, odvozený z počtu imág zachycených na lepových páslech (III) a pod fotoelektrů (IV) v závislosti na denních teplotách (I) a sněhových srážkách (II) v r. 1989 (A - průměrné denní teploty, B - minimální denní teploty, C - počet samců, D - počet samic) - The course of winter moth swarming determined from the number of adults caught in sticky bands (III) and in photoelectrodes (IV) in dependence on circadian temperature (I) and snowing (II) in 1989 (A - average circadian temperatures, B - minimum circadian temperatures, C - number of males, D - number of females)

hodnotu z 0,46 (r. 1988) na 0,52 a 0,53 v následujících dvou letech.

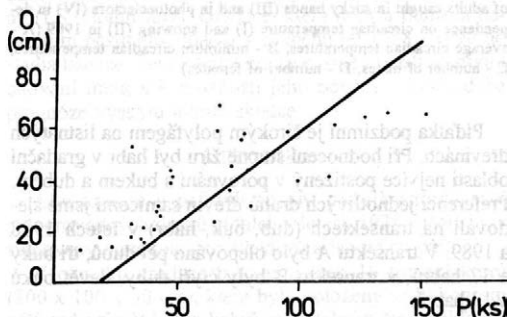
Metoda lepových pásů je z hlediska účinnosti ovlivněna klimatickými faktory, predátory, feromony, a proto se její výsledky odlišují od metody fotoelektrů, která je přesnější a objektivnější. Celková změna v populační hustotě byla potvrzena i metodou lepových pásů, kde nastalo celkové snížení zachycených samic z 2 310 (1988) na 157 (1989), 82 (1990) a 131 (1991). Počet samců rovněž poklesl, ale ne lineárně. Průměrná hodnota samic připadající na 1 cm obvodu kmene olepovaných stromů se snižovala z 1,77 (1988) na 0,18 (1989), 0,085 (1990) a 0,087 (1991); tím opět vstoupila píďalka podzimní do latentního stavu. Při vysokém přiletu samců, kteří jsou v obecně vysoké abundanci a vyhledávají samice, dochází ke snižování účinnosti lepových pásů v důsledku pokrytí lepové plochy křídly samců.

Píďalka podzimní je širokým polyfágem na listnatých dřevinách. Při hodnocení stupně žíru byl habr v gradační oblasti nejvíce postižen v porovnání s bukem a dubem. Preferenci jednotlivých druhů dřevin samicemi jsme sledovali na transektech (dub, buk, habr) v letech 1988 a 1989. V transektu A bylo olepováno pět dubů, tři buky a 17 habrů, v transektu B byly čtyři duby, devět buků a 12 habrů.

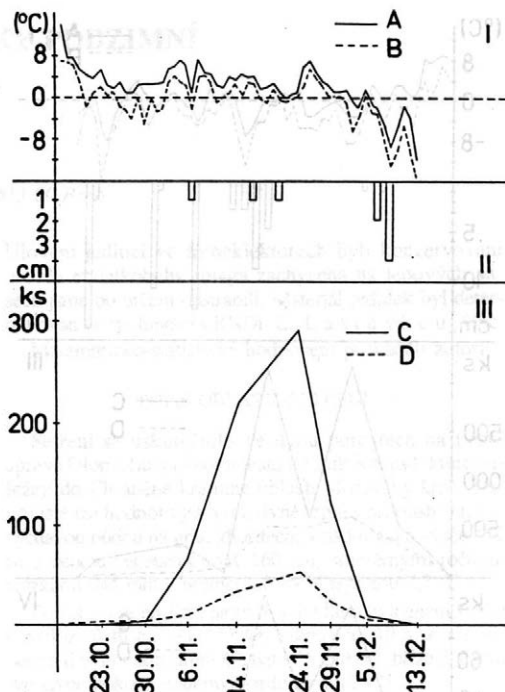
Na transektu A bylo v roce 1988 na lepových páslech zachyceno 446 samic s průměrnou hustotou 0,40 samice na 1 cm obvodu kmene. Jednotlivé dřeviny se hustotou samic na 1 cm obvodu kmene výrazně lišily (dub 0,12 kusů, buk 0,41 a habr 0,50 kusů na 1 cm). Při vysoké abundanci se projevila mírná preference habru. Nízký podíl samic vystupujících do korun olepovaných dubů mohl být částečně ovlivněn jejich situováním do okraje porostu, který navazoval na porost smrku a modřinu.



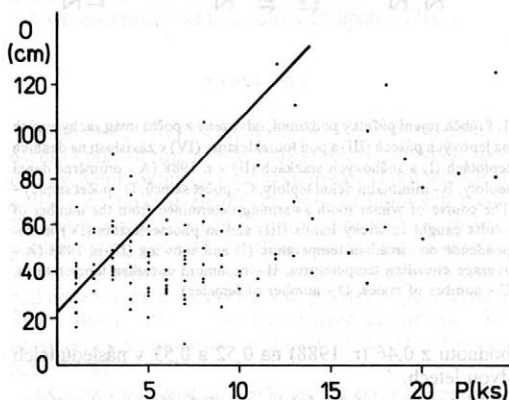
3. Průběh rojení píďalky podzimní, odvozený z počtu imág zachycených na lepových pásech (III) a pod fotoelektroty (IV) v závislosti na denních teplotách (I) a sněhových srážkách (II) v r. 1990 (A - průměrné denní teploty, B - minimální denní teploty, C - počet samců, D - počet samic) - The course of winter moth swarming determined from the number of adults caught in sticky bands (III) and in photoelectrodes (IV) in dependence on circadian temperature (I) and snowing (II) in 1990 (A - average circadian temperatures, B - minimum circadian temperatures, C - number of males, D - number of females)



5. Grafické znázornění regresní rovnice závislosti mezi počtem samic zachycených na lepových pásech (P) a délkou obvodu olepované části kmene (O) při průměrné abundanci 1,77 samice na 1 cm obvodu lepo-
vého pásu - Graphical representation of the regression equation of the dependence between the number of females caught in sticky bands (P) and the trunk girth of a tree with sticky band (O) for the average abundance of 1.77 females per cm of sticky band girth



4. Průběh rojení píďalky podzimní, odvozený z počtu imág zachycených na lepových pásech (III) v závislosti na denních teplotách (I) a sněhových srážkách (II) v r. 1991 - The course of winter moth swarming determined from the number of adults caught in sticky bands (III) in dependence on circadian temperatures (I) and snowing (II) in 1991



6. Grafické znázornění regresní rovnice závislosti mezi počtem samic zachycených na lepových pásech (P) a délkou obvodu olepované části kmene (O) při průměrné abundanci 0,18 - 0,08 samice na 1 cm obvodu lepo-
vého pásu - Graphical representation of the regression equation of the dependence between the number of females caught in sticky bands (P) and the trunk girth of a tree with sticky band (O) for the average abundance of 0.18 - 0.08 females per cm of sticky band girth

V r. 1989 nebyl v transektu A zaznamenán rozdíl v preferenci dřevin (0,20 - 0,22 kusů na 1 cm), zatímco v transektu B (1989) se mírná preference habru projevila (0,18 kusů) proti buku (0,16 kusů) a dubu (0,10 kusů na 1 cm) (tab. I).

I. Průměrná hustota samic píďalky podzimní na 1 cm obvodu kmene dubu, buku, habru v transektech (1988 - 1989) - The average population density of winter moth females per cm of the girth of oak, beech and hornbeam trunks in the transections (1988 - 1989)

Transekt ¹ A						
Dřevina ²	Dub ³		Buk ⁴		Habr ⁵	
Rok ⁶	1988	1989	1988	1989	1988	1989
	0,00	0,11	0,73	0,31	0,34	0,13
	0,12	0,21	0,36	0,21	0,77	0,22
	0,12	0,14	0,15	0,15	0,39	0,18
	0,29	0,26			0,78	0,25
	0,09	0,26			0,74	0,26
					0,78	0,06
					0,40	0,36
					0,46	0,30
					0,60	0,19
					0,38	0,25
					0,43	0,21
					0,52	0,30
					0,46	0,17
					0,30	0,00
					0,25	0,05
					0,39	0,26
					0,53	0,15
Průměr ⁷	0,12	0,20	0,41	0,22	0,50	0,20

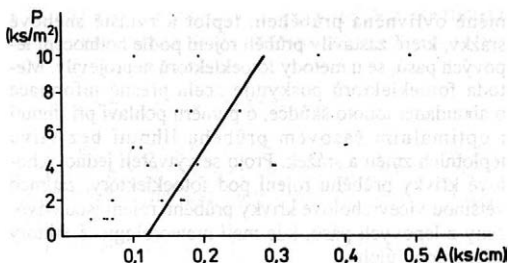
Transekt ¹ B			
Dřevina ²	Dub ³	Buk ⁴	Habr ⁵
Rok ⁶	1989	1989	1989
	0,15	0,05	0,03
	0,09	0,14	0,11
	0,03	0,05	0,37
	0,12	0,16	0,15
		0,22	0,35
		0,08	0,33
		0,26	0,19
		0,07	0,16
		0,38	0,13
			0,19
			0,08
			0,08
Průměr ⁷	0,10	0,16	0,18

¹ transektion, ² dřevina, ³ dub, ⁴ buk, ⁵ habr, ⁶ rok, ⁷ průměr

Byla prokázána přímá závislost mezi počtem samic zachycených pod lepovými pásy (P) a obvodem kmene (O). Stromy silnější měly i vyšší podíl zadržených jedinců. V r. 1988 při průměrné abundanci 1,77 samice na cm obvodu kmene byl korelační koeficient 0,66 a regresní rovnice má tvar:

$$P = 18,962989 + 1,3955457 \cdot O \quad (\text{obr. 5})$$

Střední chyba regresní přímky $S_{po} = 26,9$ a korelační poměr $M_{po} = 0,84$. Shodná závislost vyplývala při průměrné hustotě samic na 1 cm obvodu kmene 0,18 - 0,08,



7. Grafické znázornění regresní rovnice závislosti počtu zachycených samic píďalky podzimní na 1 cm obvodu lepového pásu u stromů olepených v blízkosti fotoelektrů (A) na počtu zachycených samic pod fotoelektrů (P) - Graphical representation of the regression equation for the dependence of the number of winter moth females caught per cm of sticky band girth in trees with fixed sticky bands in the proximity of photoelectrodes (A) on the number of females caught in photoelectrodes (P)

kdy korelační koeficient měl hodnotu 0,50 a regresní rovnice tvar:

$$P = -2,738905 + 0,1205374 \cdot O \quad (\text{obr. 6})$$

Střední chyba $S_{po} = 4,66$ a korelační poměr $M_{po} = 0,55$.

Z uvedeného vyplývá, že samice se orientují pravděpodobně zrakem a upřednostňují stromy, na které narazí nejdříve, silné dimenze před slabšími.

Závislost mezi abundancí samicích kulek v hrabance (P) a jejich průměrným výskytem na 1 cm obvodu kmene stromů stojících v blízkosti fotoelektrů (A) nebyla prokázána při vysoké populační hustotě (17 samicích kulek na m^2 a hustotě 1,77 samice na cm obvodu kmene). Korelační koeficient zaznamenal hodnotu 0,14. Při nízké populační hustotě samicích kulek v půdě (4,4) a průměrné hustotě samic na 1 cm obvodu kmene stromu (0,18) byla hodnota korelačního koeficientu 0,53 a regresní přímka:

$$A = 0,1228571 + 0,0163865 \cdot P \quad (\text{obr. 7})$$

se střední chybou $S_{ap} = 0,083$ a korelační poměr $M_{ap} = 0,65$. Statistická závislost při nízkých hodnotách je prokazatelná. Z toho vyplývá, že se samice rychle orientují na vhodný nejbližší strom, zatímco při vysoké abundanci dochází k dílčí migraci a k vyhledávání vzdálenějších stromů se sníženou konkurencí.

DISKUSE

V letech 1987 a 1988 kulminovala gradace píďalky podzimní také v podmínkách ŠLP Křtiny; byla doprovázena dalšími čtyřmi druhy píďalek, z nichž dva druhy (*Alsophila aceraria* Den. et Schiff. a *Operophtera fagata* Scharf.) neuvádí Altenkirch (1991) ani Mrkva (1966).

Období rojení píďalek včetně kulminace v porostech středních poloh ŠLP (400 - 500 m n.m.) se shoduje s polohami nižšími (150 - 200 m n.m.), jak je uvádí Mrkva (1966). Vliv denních teplot a výše sněhových srážek má výrazný vliv na průběh rojení píďalky. Pokles denních teplot působí na preimaginální vývoj ve stadiu kukly a na počátek rojení. Teploty pod bodem mrazu přerušují rojení (Mrkva, 1966).

Kontrolní metody, které jsme uplatnili (lepování a fotoelektrů) ke sledování průběhu rojení, se ve svých výsledcích neshodují, neboť metoda fotoelektrů byla

méně ovlivněna průběhem teplot a zvláště sněhové srážky, které zastavily průběh rojení podle hodnocení lepových pásů, se u metody fotoelektrů neprojevily. Metoda fotoelektrů poskytuje zcela přesné informace o abundanci tohoto škůdce, o poměru pohlaví při líhnutí i optimálním časovém průběhu líhnutí bez vlivu teplotních změn a srážek. Proto se vytvářejí jednovrcholové křivky průběhu rojení pod fotoelektrů, zatímco většinou vícevrcholové křivky průběhu rojení jsou odvozeny z lepových pásů, kde mají meteorologické faktory významnou úlohu.

Účinnost lepových pásů, které se v lesnické praxi běžně užívají ke kontrole píďalky podzimní, je ovlivněna řadou faktorů, které snižují přesnost prognózy výskytu na základě výstupu samic do korun stromů. K zachyceným samicím na lepových pásách nalétají samci, kteří se zde nalepují, a pokud nedochází k častému odstraňování jejich těl, snižuje se účinnost lepového pásu. Na druhé straně samice pod lepovými pásy vyzobávají ptáci. Při silnějších mrazech dochází k tuhnutí lepu a i když se omezuje aktivita samic, není vyloučeno, že dojde k překonání lepového pásu.

Vliv klimatických podmínek se promítá do vytváření vícevrcholových křivek zvláště u samců, kteří nastupují k rojení o jeden až dva týdny dříve v relativně lepších klimatických podmínkách než samice. U samic se vliv klimatických podmínek neprojevil ve vytvoření vícevrcholových gradačních křivek, ale nenastala výrazná kulminace v rojení, ke které dochází pod fotoelektrů (obr. 1 - 4). V r. 1988 první pokles v průběhu rojení samců způsobil mraz (-8 °C) a po další kulminaci ukončila rojení sněhová pokrývka (10 cm) (obr. 1). V r. 1990 první opad aktivity přinesl již slabý mraz a jednocentimetrová vrstva sněhu (obr. 3). V letech 1989 a 1991 byly meteorologické faktory příznivé a po kulminaci nastal pokles v důsledku dlouhotrvajících mrazů (obr. 2, 4).

Lepováním různých dřevin jsme zjistili, že píďalka podzimní ve sledované oblasti částečně preferovala habr. Je to zajímavé zjištění, neboť je známo, že samice tohoto druhu vylézají i na jehličnany, případně neživý stojící materiál, kde nenacházejí odpovídající potravu. Z uvedené vyplývá, že rozhodujícím momentem je kontakt se stojícím stromem, který může být ovlivněn silou kmene, hladkostí či drsností jeho povrchu, četností tloušťkových tříd stromů v porostu, zrakovou orientací, která může být podmíněna některými dalšími faktory jako je zapadající slunce (samice se líhnou v odpoledních hodinách). Zvýšené žíry na habru mohly být způsobeny vhodnějšími potravními podmínkami v časném jaru vzhledem k fenologii rašení sledovaných dřevin.

Alténkirch (1991) konstatuje, že počet samic na lepových pásách je určen jejich diskontinuálním rozložením v porostu a jejich nejasnou orientací při výstupu na strom, přičemž průměr stromu má vedlejší úlohu. Naše poznatky vedou k závěru, že diskontinuální rozložení kulek samic v porostu má výraznější vliv na počet samic na lepových pásách při nízké abundanci. Při zvýšené populační hustotě je i výskyt v porostu a na jednotlivých stromech rovnoměrnější. Závislost výběru stromu na jeho síle lze akceptovat vzhledem k tomu, že pravděpodobnost kontaktu se silnějším stromem je vyšší než se stromem s nižším výčetním průměrem.

Metoda fotoelektrů poskytuje přesné údaje o abundanci píďalky podzimní a optimálním průběhu rojení, které se projevuje jednovrcholovou kulminační křivkou u obou pohlaví.

Při metodě lepových pásů je výsledek kontroly počtu samic závislý na teplotě, srážkách, kvalitě lepu, predaci ptáků, intervalu kontroly. Gradační křivky u samců jsou většinou vícevrcholové, u samic jsou křivky ploché bez výrazné kulminace.

Při hodnocení výskytu samic na dominantních listnatých dřevinách se neprojevila podstatná preference habru, buku nebo dubu.

Byla potvrzena korelační závislost mezi počtem samic a obvodem kmene, z čehož vyplývá hypotéza, že výběr stromu samicí píďalky je ovlivněn silou kmene, četností tloušťkových tříd stromů v porostu a zrakovou orientací. Postup při vyhledávání stromu je nekoordinovaný a kontakt s dřevinou náhodný. Nelze vyloučit další faktory ovlivňující etologii samic při vyhledávání živé dřeviny.

Závislost mezi abundancí samicích kulek a počtem samic pod lepovými pásy nebyla zjištěna při vysoké abundanci kulek; při jejich nízké hustotě byla prokázána.

Poděkování

Za podnětné připomínky k příspěvku děkujeme prof. ing. J. Křístkově, DrSc., doc. ing. M. Čapkové, DrSc., a ing. M. Králíčkové, CSc.

Literatura

- ALTENKIRCH, W.: Zur Verwendung von Leimringen bei der Abundanz-Bestimmung von Frostspannern. Zugleich ein kritischer Beitrag zur forstlichen Frostspanner-Prognose. Z. angew. Zool., Berlin, 53, 1966: 1-34.
ALTENKIRCH, W.: Zyklische Fluktuationen von *O. brumata* L. Allg. Forst- Jagdztg., 162, 1991, 1: 1-8.
MRKVA, R.: Příspěvek ke kontrole a prognóze početního stavu píďalky podzimní. Lesn. Čas., 1966, č. 6: 541-562.

Došlo 11. I. 1993

MADĚRA, P. - KULA, E. (University of Agriculture, Faculty of Forestry, Brno): Comments on the control of winter moth (*Operophtera brumata* L.). Lesnictví-Forstry, 39, 1993 (3-4): 138-143.

The goal of the investigation was to determine a short-term prediction of winter moth applying the method of photoelectors and sticky bands.

In the years 1988 - 1991 five species of winter moth were caught, in which *Operophtera brumata* was a eudominant species (82.5 %, 89.9 %, 90.5 %, 95.5 %). Its dominance was increasing in the species spectrum with a gradual transition to latency. In the period of observation the regression was manifested in a reduced catch of winter moths in photoelectors, from 469 individuals in 1988 to 19 individuals in 1990, and on stick bands from 2,310 individuals (1988) to 131 (1991). The average number of female moths per cm of the girth of

trees with fixed sticky bands decreased from 1.77 (1988) to 0.087 (1991).

Winter moth swarming in the years 1988 - 1991 took place from the 22nd of October to the 17th of December, with the two-week culmination (5th Nov. - 19th Nov.) (Figs. 1 to 4). The course of swarming was markedly influenced by climatic factors (circadian temperatures, snowing). The control method of using photoelectrodes provided precise information on winter moth abundance, sex ratio, course of eclosion, and it was not influenced by the external climatic conditions. Hence the curves representing winter moth swarming in photoelectrodes have one peak while the effects of climatic conditions in sticky bands resulted in multi-peak curves, particularly for male swarming as the winter moth males begin swarming a week or two weeks sooner than the females do, that means in the relatively better climatic conditions. The curves representing winter moth female swarming did not have several peaks as a result of climatic conditions, but there was not any marked culmination of swarming either such as occurs in photoelectrodes (Figs. 1 to 4).

The winter moth as a polyphage on broad-leaved tree species did not show any principal preferences for oak, beech or hornbeam.

A direct relationship was demonstrated between the number of females caught in sticky bands (P) and the trunk girth (O). The number of caught individuals was also higher in the trees with larger diameter. In 1988 for the average abundance 1.77 females per cm of trunk girth, the correlation coefficient was 0.66 and this was the form of regression equation:

$$P = 18.962989 + 1.3955457 \cdot O \quad (\text{Fig. 5})$$

An identical relationship was determined for the average population density of females per cm of trunk girth

0.18 - 0.08, when the value of the correlation coefficient was 0.50 and the form of regression equation was as follows:

$$P = -2,738905 + 0,1205374 \cdot O \quad (\text{Fig. 6})$$

The above data show that the winter moth females use probably the sight for their orientation, and they prefer the trees hit as the first, large diameters to small diameters.

No dependence was demonstrated between the abundance of female pupae in litter (P) and their average occurrence per cm of the girth of a tree standing near the photoelectrode (A) if the population density was high (17 pupae per cm^2 and 1.77 females per cm of trunk girth). The correlation coefficient was 0.14. For the low population density of female pupae in the soil (4.4) and for the average population density of females per cm of trunk girth (0.18) the value of correlation coefficient was 0.53 and this was the equation of regression line:

$$A = 0,1228571 + 0,0163865 \cdot P \quad (\text{Fig. 7})$$

A statistical dependence for the low values of abundance can be demonstrated. That means the winter moth females direct themselves to the nearest tree while they tend to migrate partially if their abundance is high. The discontinuous distribution of female pupae in the forest stand (Altenkirch, 1991) has greater effects on the female numbers in sticky bands if their abundance is low. The female occurrence in the forest stand and on the particular trees is more balanced for the higher population density.

winter moth (*Operophtera brumata* L.); swarming; control; photoelectrodes; sticky bands

Kontaktní adresa:

Ing. Petr Maďera, Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno

Steinlin, H.: Perspektivy lesnického výzkumu v Německu. Allgemeine Forstzeitschrift, 1993, č. 2, s. 78-79.

Autor, původně profesor mechanizace a ekonomiky lesnictví ve Švýcarsku a později profesor péče o zemi ve Freiburgu v SRN, se nyní zabývá lesnickým výzkumem v SRN. Kritizuje situaci v lesnickém výzkumu, kde se mnoho přenechává náhodě. Za správný krok považuje snahu rozdělit na vysokých školách studium na studium ukončené diplomem a na systematicky vybudované vědecky orientované postgraduální studium pro menší počet zvláště schopných nebo motivovaných diplomantů. Fakulty mají považovat organizaci tohoto postgraduálního studia za jednu ze svých nejdůležitějších úloh. Nesmí se brzdit tvůrčí činnost. Výzkum nemůže být organizován přísně hierarchicky, musí se odbýrokratizovat. Platí, že se mají řešit i témata, která se často nepovažují za aktuální. Čím větší jsou grémia, která rozhodují o výzkumných projektech a jejich financování, a čím více jsou členové těchto grémií vzdáleni od vlastního výzkumu, tím větší je nebezpečí, že se nebudou akceptovat neoriginálnější a často také nejperspektivnější projekty. Průkopnické myšlenky nikdy nekoncepovala grémia, ale jednotlivci. I v lesnickém výzkumu musí být odvaha riskovat a pohotovost razit nové cesty. Globální povinnosti musí německý výzkum vykonávat v úzké mezinárodní spolupráci. Klima důvěry vytvářejí četné osobní kontakty s vědci jiných zemí. - M. Pačák

EFFECT OF FELLING INTENSITY ON STATIC STABILITY OF SPRUCE STAND UNDER THE IMPACT OF REMOTE TRANSPORT POLLUTANTS

J. Konôpka

Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen

The present paper provides the results of the influence of different intensity of felling on static stability of a 70-year-old spruce stand under pollutant impact. It was found that tree crowns (crown width, crown length, and, with regard to that, crown length ratio and gravity centre height ratio of the total tree height) exhibited the highest response to felling. On the contrary, the stem form (expressed as form quotients) did not change essentially. It may be concluded from the results that static stability cannot be improved by intensive felling in maturing spruce stands which had not been tended intensively at juvenility. Therefore, rather moderate treatments are recommended or the benefit of the statically most favourable stand components.

spruce stands under pollutant impact; felling intensity; static stability

Within the scope of the research on the effect of shelterwood and clear-felling treatments on forest functions, which was conducted at the Forest Research Institute in Zvolen (the principal investigator was Ing. Ctibor Greguš, Ph. D. followed by Ing. Ján Grék, Ph. D.) in 1980, four simultaneous partial research plots were established in comp. 222 at the Research Station Biely Váh. Special logging operations were performed on each plot. It was concerned a clear-felling plot (H) wide on 2 tree heights (area 0.51 ha), shelterwood plot with intensive opening (I) at a width of 1 and 1/2 of tree height (area 0.38 ha), plot with moderate thinning (J) likewise at a width of 1 and 1/2 of tree height (area 0.42 ha), and unthinned - control - plot (K, area 0.14 ha). The age of the stand was ca. 70 years. The species composition represented more than 80 % spruce, followed by beech (2.1 to 12.6 %), fir (2.1 to 4.8 %), pine, and maple, on the plots I, J, K. Before logging, the stand density was 0.6 on the plots I and K, and 0.7 on the plot J; after felling, the stand density decreased to 0.4 on the plot I (intensity of the treatment 28 %), 0.6 on the plot J (intensity of the treatment 11 %), and on the plot K (free of treatment) it remained 0.6. On the clear cutting area, all trees were logged. No other planned cutting was realized up to the end of 1990.

The plots are situated at an altitude of 810-880 m a.s.l. on the eastern slope, predominantly with brown rendzina (on dolomitic limestone and/or dolomite), with 15-30° grade. According to Zlatník's (1959) systematics, the plots belong prevalently to the forest type group of Fageto-Abietum (6th vegetation forest zone). Typologically they are classified particularly to the forest type 6207 - sedge limestone beech fir stand [according to Hančinský's (1972) classification] and to HSLT 602 - fresh limestone fir-beech spruce stands (Hančinský, 1977). The plots are under the impact

of remote transport pollutants. According to Maňkovišková (1991), an explicit increase in sulphur content was found in 2-year-old spruce needles, the highest level being always on the plot I. Furthermore, an irreversible damage to surface waxes of spruce needles was shown on all the plots.

It is concerned the forest stand which is heavily thinned by salvage felling and had not been sufficiently tended at juvenility. In 1980, before felling, the slenderness quotient of spruce trees (calculated from the mean diameter and mean height) attained high values on individual partial research plots (1.06, 1.02, 1.00, 1.02) according to which all partial research plots belong to the inconvenient degree of static stability (Konôpka, 1992).

Since 1980, the problems of the effect of felling intensity on soil properties, biological value of the soil, pedogenetic and soil reclamation functions, surface run-off and deluvates, climatic conditions, water balance, physiological properties of spruce, air quality, phytocenosis, wood production, likewise on static stability of the stand have been investigated on the above mentioned research plots.

The aim of this contribution is to summarize the results of the research on the effect of felling intensity on static stability of the stand with prevailing percentage of spruce. Furthermore, to evaluate the time effect of felling operations on static stability of the stand for the period of 1980 (after felling treatments) to 1990, likewise to draw conclusions for forest management from the point of view of forest protection against mechanically acting harmful factors especially destructive wind effect.

The research on these problems done until now is mostly concerned younger spruce stands (Chroust, 1964, 1968, 1989; Konôpka, 1983; Konôpka et al., 1989; Pařez, 1972, 1975, 1982). The problems of static stability of fir were discussed especially by Kodrík (1966, 1969), Pařez, Chroust (1988) suggested reduction of the tree number according to individual growth phases of forest stands. As far as evaluation of static stability by means of the formulas of technical mechanics is concerned, recent domestic papers should be mentioned of the authors Saniga (1985a, b), Sereďa (1989), and Nováček (1989).

METHODS

To evaluate the static stability of spruce trees, the following growth characteristics were measured: diameter $d_{0.2}$, diameter $d_{1.3}$, tree height, crown width, and crown length. Other indicators of static stability were calculated from the data measured: crown length ratio of total tree height, gravity centre height ratio of total tree height, form quotients (slenderness quotient h/d_{100} , quotient

$h/d_{0.2}$, 100, root swelling taper quotient $d/d_{0.2}$). Then the basic statistical characteristics were calculated, likewise correlation dependences of static stability indicators of trees on diameter $d_{1.3}$ and height.

Complete measurements and evaluation were performed three times (in 1980 - after felling, in 1985 and 1990) which were a basis for comparison of static stability according to the three time horizons mentioned.

Target trees, the other trees, and total population were evaluated on the plots I and J. The population as a whole was evaluated on the plot K.

The material was processed by mathematico-statistical methods which is evident from the resultant tables. Significance of differences in arithmetic means of the indicators of static stability was evaluated by Student's t -test.

Furthermore, the static stability was calculated using the formulas of technical mechanics starting from following assumptions:

P - wind force 0.185 kN.m² (wind speed 17.2 m.s⁻¹ which corresponds to 8th of Beaufort scale)

p - tree crown area ($p = b \cdot l \cdot \frac{1}{2}$, where b - crown width and l - crown length)

h' - gravity centre height from the relevant stem cut. Stem cuts at the height of $d_{1.3}$ m ($h' = h - 1.3 - \frac{2}{3} \cdot l$, where h - tree height) and stem cut at the height of $d_{0.2}$ m ($h' = h - 0.2 - \frac{2}{3} \cdot l$) were considered

M - bending moment; it was calculated according to the formula $M = P \cdot p \cdot h'$

W - modulus of section; it was calculated according to the formula $W = \frac{1}{32} \cdot \pi \cdot d^3$ (d is stem diameter at the height of $d_{1.3}$ m or at the height of $d_{0.2}$ m)

σ - stress; it was calculated according to the formula $\sigma = \frac{M}{W}$.

The lower the stress value, the more favourably is formed the above-ground biomass of the tree from the aspect of static stability and it is thus more windfirm under the precondition of strong anchoring in the soil.

RESULTS

EVALUATION OF RESULTS ACCORDING TO PARTIAL RESEARCH PLOTS

Partial research plot with intensive felling

A survey of basic statistical characteristics of growth properties of spruce trees according to their groups, likewise for total population in 1990 is shown in Tab. I. The results indicate that target trees (henceforth referred to as TT) were thicker, higher, with wider and longer crown and higher crown length ratio of the total tree height as compared to the others. The gravity centre height ratio of the total tree height and form quotients were lower in TT than in the other trees.

As concerned individual correlation dependences, it can be stated that the crown width and crown length increased in dependence on the diameter $d_{1.3}$. The crown length ratio slightly increased and the gravity centre height ratio slightly decreased in the majority of cases. The form quotients h/d_{100} , $h/d_{0.2}$ decreased in dependence on diameter $d_{1.3}$. The form quotient $d/d_{0.2}$ slightly increased in dependence on $d_{1.3}$. The form quotients did not change essentially in dependence on height. (It should be noted that only verbal evaluation of correlation dependences is presented because of shortening the extent of the paper. Tables, likewise other data, are presented in research reports Greguš et al., 1984; Grék et al., 1986, 1991.)

When compared to the year 1980 (Tab. IV), the crown width, crown length, and crown length ratio increased (by 38, 31, and 19 %, respectively). The gravity centre height ratio decreased (by 7.4 %). The form quotients decreased, too (by 2.1, 2.8, and 1.0 %) but the differences in arith-

I. A survey of basic statistical characteristics of growth properties of spruce trees in 1990. Partial research plot with intensive felling

Group of trees	Statistical characteristic	$d_{0.2}$ (cm)	d (cm)	height (h) (m)	Crown			Gravity centre height ratio (%)	Form quotients		
					width (m)	length (m)	ratio (%)		h/d_{100}	$h/d_{0.2} \cdot 100$	$d/d_{0.2}$
Target trees	$\bar{x}$	38.92	29.31	27.58	5.29	14.21	51.62	65.59	0.950	0.718	0.756
	S_x	6.67	4.83	3.56	1.05	3.38	11.31	7.70	0.095	0.083	0.054
	$V_x\%$	17.14	16.49	12.89	19.83	23.77	21.92	11.74	10.04	11.49	7.17
	$\Delta_x\%$	4.22	4.06	3.17	4.88	5.85	5.40	2.89	2.47	2.83	1.77
	n	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
The other trees	$\bar{x}$	27.09	21.07	21.11	4.19	9.89	46.53	69.24	1.015	0.793	0.781
	S_x	10.30	8.05	7.37	1.29	4.09	11.83	8.11	0.128	0.124	0.071
	$V_x\%$	38.00	38.21	34.93	30.79	41.39	25.43	11.71	12.61	15.58	9.10
	$\Delta_x\%$	9.90	9.95	9.09	8.02	10.78	6.62	3.05	3.28	4.06	2.37
	n	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Total population	$\bar{x}$	33.34	25.42	24.52	4.77	12.17	49.22	67.31	0.981	0.753	0.768
	S_x	10.40	7.72	6.52	1.29	4.30	11.79	8.07	0.116	0.110	0.064
	$V_x\%$	31.18	30.38	26.60	26.99	35.34	23.96	11.99	11.84	14.62	8.29
	$\Delta_x\%$	5.58	5.43	4.76	4.83	6.32	4.29	2.15	2.12	2.62	1.48
	n	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125

metric means were statistically insignificant. It is of interest that in spruce, more conspicuous changes occurred in the other trees than in TT.

In general, the highest response was exhibited in the crown width and length and, in this connection, in the crown length and gravity centre ratios of the total tree length, the lowest response being recorded in the form quotients.

Partial research plot with moderate felling

A survey of basic statistical characteristics of growth properties of spruce trees according to their groups, as well as for total population in 1990, is shown in Tab. II. Similar conclusions follow from them as those obtained on the partial research plot with intensive felling. It is also valid for correlation dependences.

In comparison with the year 1980 (Tab. IV), the crown width and length enhanced (20 and 36 %, respectively), likewise the crown length ratio (36 %). The gravity centre height ratio decreased (21 %). Another situation was shown in form quotients: the slenderness quotient ($h/d_{0.100}$) increased (0.8 %). Other two form quotients ($h/d_{0.2}$, $d/d_{0.2}$) slightly decreased (0.4, 0.6 %, respectively) in TT, and in the other trees they increased (1.3,

1.5 %, respectively). Likewise there are the highest changes in the crown length and width, and in crown length ratio, and the lowest ones in form quotients where no changes in arithmetic means were statistically significant.

In general, it can be stated that on the partial plot with moderate felling the changes in growth properties were smaller than in the previous cases.

Partial research plot without felling (control)

A survey of basic statistical characteristics of growth properties throughout the spruce tree population in 1990 is shown in Tab. III.

Correlation dependences of growth properties of the trees had an analogous course as in the majority of previous cases (the crown width, crown length, and crown length ratio increased, the gravity centre height ratio and slenderness quotient decreased).

When comparing with the year 1980 (Tab. IV), similar changes were found to those on the partial plot with moderate felling. Only the crown length ratio increased considerably less (13 %) and the gravity centre height ratio decreased (4.7 %). The form quotients increased very little, which was statistically insignificant (and/or remained unchanged - $d/d_{0.2}$).

II. A survey of basic statistical characteristics of growth properties of spruce trees in 1990. Partial research plot with moderate felling

Group of trees	Statistical characteristic	$d_{0.2}$ (cm)	d (cm)	height (h) (m)	Crown			Gravity centre height ratio (%)	Form quotients		
					width (m)	length (m)	ratio (%)		$h/d_{0.100}$	$h/d_{0.2}$	$d/d_{0.2}$
Target trees	$\bar{x}$	41.01	30.61	29.36	5.44	17.28	58.59	61.26	0.970	0.729	0.752
	S_x	8.05	5.12	3.30	1.09	4.16	10.27	6.95	0.088	0.084	0.057
	$V_x\%$	19.63	16.73	11.23	20.04	24.05	17.53	11.34	9.04	11.56	7.58
	$\Delta_x\%$	4.34	3.70	2.48	4.43	5.31	3.87	2.50	2.00	2.55	1.67
	n	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
The other trees	$\bar{x}$	31.28	23.75	25.03	4.36	12.60	49.59	67.16	1.077	0.819	0.762
	S_x	6.70	5.18	3.75	0.86	3.88	10.71	7.39	0.142	0.121	0.068
	$V_x\%$	21.42	21.81	14.98	19.74	30.79	21.59	11.00	13.14	14.81	8.92
	$\Delta_x\%$	4.57	4.65	3.19	4.21	6.57	4.60	2.35	2.80	3.16	1.90
	n	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
Total population	$\bar{x}$	35.97	27.06	27.12	4.88	14.86	53.93	64.31	1.026	0.776	0.757
	S_x	8.83	6.18	4.14	1.12	4.64	11.40	7.75	0.130	0.114	0.063
	$V_x\%$	24.54	22.84	15.27	22.86	31.23	21.13	12.04	12.67	14.70	8.31
	$\Delta_x\%$	3.77	3.50	2.34	3.51	4.79	3.24	1.85	1.94	2.25	1.28
	n	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170

III. A survey of basic statistical characteristics of growth properties of spruce trees in 1990. Partial research plot without felling (control)

Group of trees	Statistical characteristic	$d_{0.2}$ (cm)	d (cm)	height (h) (m)	Crown			Gravity centre height ratio (%)	Form quotients		
					width (m)	length (m)	ratio (%)		$h/d_{0.100}$	$h/d_{0.2}$	$d/d_{0.2}$
Total population	$\bar{x}$	34.91	25.78	25.62	4.52	12.14	46.74	69.00	1.008	0.754	0.746
	S_x	7.99	4.99	3.43	0.85	3.47	9.17	6.04	0.105	0.113	0.060
	$V_x\%$	22.89	19.37	13.37	18.76	28.61	19.62	8.75	10.40	14.98	8.00
	$\Delta_x\%$	5.22	4.41	3.05	4.28	6.52	4.47	1.99	2.37	3.41	1.82
	n	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77

Evaluation of the present static stability (the year 1990) and its comparison with the year 1980

The results are interpreted according to Tab. IV. The thickest and highest trees were on the plot J, followed by K, and, finally, I. This order remained unchanged in comparison with the year 1980. The same was true also for individual groups of trees. The widest and longest crowns were exhibited in the trees on the plot J, followed by I, and, lastly, K. The order remained unchanged, as well, in comparison with 1980. The same was valid also for the crown length ratio and, in the opposite sense, for the gravity centre height ratio.

Another situation was as concerned the form quotients $h/d_{0.100}$, $h/d_{0.2,100}$. These showed the lowest values on the plot I, followed by that of K, and, finally, on the plot J. This was also true according to the tree groups. In the form quotient $d/d_{0.2}$, the lowest value was on K, and/or J (according to the tree groups) followed by I. Statistically significant differences in arithmetic means were recorded in the slenderness quotient ($h/d_{0.100}$) between the plots I and J, and in the form quotient ($d/d_{0.2}$) between the plots I and K.

In 1980, the slenderness quotient ($h/d_{0.100}$) exhibited the lowest values on the plot K, followed by I, and J. The differences were, however, unobvious. The lowest values in the form quotients $h/d_{0.2,100}$, $d/d_{0.2}$ were measured on the plot K, followed by J, and, finally, by I. Statistically significant differences in arithmetic means were only in the form quotient $d/d_{0.2}$ between the plots I and K.

It follows from the above mentioned findings that when compared with the year 1980, the largest change

occurred in the slenderness quotient which was statistically significantly lower on the plot I than that on the plot J at present.

Changes in the tree number and their effect on static stability

Tab. V presents arithmetic means of growth properties of spruce trees which had decreased during the period under study (1980 - 1990) (as a result of natural dieback or of the impact of different harmful factors). The highest decline in the number of trees was observed on the plot J. The absolute and relative decrease was more conspicuous in the other trees than in TT (approximately double the number). The trees which disappeared for the time under study were thinner and lower on all plots than those which remained. Their crown length ratio was lower and the gravity centre height ratio was higher. The values of form quotients were higher in all cases in comparison with those of the trees which remained on the plots. Nevertheless, the differences in arithmetic means of form quotients were statistically significant only on the plot I.

Evaluation of static stability by means of formulas of technical mechanics

The input data for calculations were taken from Tab. IV. The results are presented in Tab. VI.

It follows from Tab. VI that considerably lower stress (higher static stability) was at the height of $d_{0.2}$ than at $d_{1.3}$. Furthermore, TT had higher static stability as the others. In TT, the static stability was more favourable on the plot I, as well as in the other trees, excepting $d_{0.2}$ in

IV. Development of arithmetic means of growth properties of spruce trees for the period under investigation (1980 - 1990)

Plot	Tree group	Years	$d_{0.2}$ (cm)	d (cm)	height (h) (m)	Crown			Gravity centre height ratio (%)	Form quotients		
						width (m)	length (m)	ratio (%)		$h/d_{0.100}$	$h/d_{0.2,100}$	$d/d_{0.2}$
Intensive felling I	Target trees	1980	34.64	26.17	24.90	3.87	11.29	44.96	70.39	0.964	0.734	0.764
		1990	38.92	29.31	27.58	5.29	14.21	51.62	65.59	0.950	0.718	0.756
		Difference	+4.28	+3.14	+2.68	+1.42	+2.92	+6.66	-4.80	-0.014	-0.016	-0.008
	The other trees	1980	23.19	17.75	18.29	2.96	7.11	37.68	75.30	1.044	0.820	0.789
		1990	27.09	21.07	21.11	4.19	9.89	46.53	69.24	1.015	0.793	0.781
		Difference	+3.90	+3.32	+2.82	+1.23	+2.78	+8.85	-6.06	-0.029	-0.027	-0.008
	Total population	1980	29.18	22.15	21.75	3.44	9.29	41.49	72.73	1.002	0.775	0.776
		1990	33.34	25.42	24.52	4.77	12.17	49.22	67.31	0.981	0.753	0.768
		Difference	+4.16	+3.27	+2.77	+1.33	+2.88	+7.73	-5.42	-0.021	-0.022	+0.008
Moderate felling J	Target trees	1980	36.77	27.60	26.46	4.50	12.61	47.31	68.64	0.968	0.732	0.757
		1990	41.01	30.61	29.36	5.44	17.28	58.59	61.26	0.970	0.729	0.752
		Difference	+4.24	+3.01	+2.90	+0.94	+4.67	+11.28	-7.38	+0.002	-0.003	-0.005
	The other trees	1980	27.81	21.03	21.99	3.66	9.41	42.10	72.29	1.063	0.806	0.760
		1990	31.28	23.75	25.03	4.36	12.60	49.59	67.16	1.077	0.819	0.762
		Difference	+3.47	+2.72	+3.04	+0.70	+3.19	+7.49	-5.13	+0.014	+0.013	+0.002
	Total population	1980	32.03	24.12	24.09	4.06	10.92	44.55	70.57	1.018	0.771	0.758
		1990	35.97	27.06	27.12	4.88	14.86	53.93	64.31	1.026	0.776	0.757
		Difference	+3.94	+2.94	+3.03	+0.82	+3.94	+9.38	-6.26	+0.008	+0.005	-0.001
Without felling K	Total population	1980	30.73	22.68	22.33	3.39	9.45	41.42	72.41	1.001	0.749	0.747
		1990	34.91	25.78	25.62	4.52	12.14	46.74	69.00	1.008	0.754	0.746
		Difference	+4.18	+3.10	+3.29	+1.13	+2.69	+5.32	-3.41	+0.007	+0.005	-0.001

V. Arithmetic means of growth properties of spruce trees which disappeared during the period under investigation (1980 - 1990)

Plot	Tree group	Number of trees	$d_{0.2}$ (cm)	d (cm)	height (h) (m)	Crown			Gravity centre height ratio (%)	Form quotients		
						width (m)	length (m)	ratio (%)		$h/d_{0.2}$	$h/d_{0.2-100}$	$d/d_{0.2}$
Intensive felling I	Target trees	3	37.00	27.33	25.16	3.85	9.83	38.33	74.33	0.925	0.685	0.738
	The other trees	5	11.20	9.60	10.80	2.34	3.80	29.80	80.20	1.173	1.012	0.864
	Total population	8	20.88	16.25	16.19	2.91	6.06	33.00	78.00	1.081	0.890	0.817
Moderate felling J	Target trees	6	35.67	28.33	27.50	4.43	13.50	49.00	66.00	0.972	0.785	0.806
	The other trees	12	24.16	18.00	19.58	3.48	8.33	14.02	72.75	1.082	0.821	0.760
	Total population	18	28.00	21.44	22.22	3.80	10.06	43.50	70.50	1.045	0.809	0.775
Without felling K	Total population	16	24.75	18.63	18.81	2.81	7.13	35.38	76.44	1.035	0.810	0.769

VI. Evaluation of static stability using formulas of technical mechanics (spruce tree species)

	Year	Variable	Measurement unit	Target trees		The other trees		Total population		
				Intensive	Moderate	Intensive	Moderate	Intensive	Moderate	Control
$d_{1.3}$	1980	h'	m	16.07	16.75	12.24	14.42	14.26	15.51	14.73
		p	m ²	21.85	28.37	10.52	17.22	15.98	22.17	16.01
		M	kNm	64.96	87.91	23.82	45.94	42.15	63.61	43.75
		W	m ³	0.0017586	0.002063	0.0005487	0.0009126	0.0010663	0.0013769	0.0011447
		σ	MPa	36.94	42.61	43.41	50.34	39.53	46.20	38.22
	1990	h'	m	16.81	16.54	13.22	15.33	15.11	15.91	16.23
		p	m ²	37.58	47.00	20.70	27.47	29.00	36.26	27.44
		M	kNm	116.87	143.82	50.63	77.90	81.06	106.75	82.38
		W	m ³	0.0024707	0.0028142	0.0009178	0.0013145	0.0016117	0.0019442	0.0016812
		σ	MPa	47.90	51.10	55.16	59.26	50.29	54.90	49.00
	Increase in %	h'	m	4.6	-1.3	8.0	6.3	6.0	2.6	10.2
		p	m ²	72	66	97	59	81	64	71
		M	kNm	80	64	113	70	92	68	88
		W	m ³	40	36	67	44	51	41	47
		σ	MPa	30	20	27	18	27	19	28
$d_{0.2}$	1980	h'	m	17.17	17.85	13.34	15.52	15.36	16.61	15.83
		p	m ²	21.85	28.37	10.52	17.22	15.98	22.17	16.01
		M	kNm	69.41	93.68	25.96	49.44	45.41	68.12	46.88
		W	m ³	0.0040786	0.0048782	0.0012237	0.0021104	0.002438	0.0032244	0.0028475
		σ	MPa	17.02	19.20	21.21	23.43	18.63	21.13	16.43
	1990	h'	m	17.91	17.64	14.32	16.43	16.21	17.01	17.53
		p	m ²	37.58	47.00	20.70	27.47	29.00	36.26	27.44
		M	kNm	124.50	153.38	54.84	83.49	86.97	114.10	88.86
		W	m ³	0.005785	0.0067678	0.0019507	0.0030031	0.0036364	0.0045666	0.0041747
		σ	MPa	21.52	22.66	28.11	27.80	23.92	24.98	21.28
	Increase in %	h'	m	4.3	-1.2	7.3	5.9	5.5	2.4	10.7
		p	m ²	72	66	97	59	81	64	71
		M	kNm	79	64	111	69	91	67	76
		W	m ³	45	39	59	42	48	41	59
		σ	MPa	26	18	32	19	28	18	29

1990. The order of static stability was equal throughout the population in the both time horizons, the best being on the plot K, followed by the plot I, and the plot J. In 1990, the static stability was worse than in 1980 in all cases.

When analyzing the changes, which occurred during the period under study, in detail, we can see that the bending moment (M) changed (increased) much more than the modulus of section (W). The M values increased from 64 to 113 % while W values increased from 36 to 67 %. Enlargement of the crown area (from 59 to 97 %) had the major effect on the enhancement of M value which was the main reason for stress enhancement (σ). The value σ increased more on the plot I (the crown area increased most here) than on the plot J. The highest increase of the value σ appeared, however, on the plot K where also an increase in the gravity centre height manifested itself unfavourably, in addition to the increase in the crown area. The differences in the value σ between individual plots were higher in 1980 than in 1990.

It follows from the above mentioned that the enlargement of the crown area was responsible for the total decrease in static stability which was manifested predominantly on the plot I. Furthermore, the resultant evaluation is that, at present, the most favourable static stability is on the plot K, followed by the plot I, and, finally, the plot J. Nevertheless, when evaluating the changes in static stability for the 11-year period under investigation we can see that the worst conditions were observed on the plot K, followed by the plot I (the differences being imperceptible), and, in the least, on the plot J.

SUMMARIZATION OF THE RESULTS, DISCUSSION, AND CONCLUSION

It was confirmed that the best static properties were exhibited in the thickest and highest trees. They are the target trees which constitute the skeleton of static stability of the stand. For those it is necessary to select trees with long and, as possible, narrow crowns with strong root swelling and good health condition. Silvicultural felling treatments should be performed for the benefit of them.

Intensive felling had the highest influence on the change in growth properties of spruce trees. In comparison with the year 1980, the crown width and length increased substantially, likewise the crown length ratio. The gravity centre height ratio and form quotients decreased. In general, it can be stated that the highest changes in the growth properties under study occurred on this plot. The decrease in the values of arithmetic means of form quotients was not statistically significant.

Under moderate felling, the crown width and length increased, as well, likewise the crown length ratio. The gravity centre height ratio decreased. On the contrary, no changes in the one direction appeared in the form quotients. Generally, it can be stated that less changes occurred in the growth properties under observation as in the previous case. The changes in the values of arithmetic means of form quotients were statistically insignificant.

On the plot without treatment, analogous changes were observed in the growing properties to those at moderate felling, only the crown length ratio increased and the gravity centre height ratio decreased much less. The form quotients increased only little (and/or they were un-

changed). The increase in their values was statistically insignificant.

It follows from the above mentioned that in maturing spruce stands, tree crowns (width, length, and, with regard to that, crown length ratio and gravity centre height ratio) exhibited the highest response to the intensity of felling. It can be stated that these changes are nearly direct proportional to the intensity of felling. Under intensive felling, the crowns of the other trees changed more than TT. On the contrary, the stem form (expressed as form quotients) did not change essentially. Nevertheless, it can be observed that the form quotients changed (decreased) most under intensive felling (especially the slenderness quotient) but no statistical significance of these changes was confirmed.

Static calculations indicated that enlargement of the crown area manifested itself very unfavourably. It was caused by a high increase in the bending moment while the value of the modulus of section increased much less. This effect was confirmed most conspicuously on the plot with intensive felling. The largest decrease in static stability was observed on the control plot where the increase in the gravity centre height in addition to the increase in the crown area were also manifested very unfavourably (but the difference was nearly negligible in comparison with the previous plot). The least worsening of static stability was observed on the plot with moderate felling. The differences in static stability are not considerable between individual plots. Furthermore, it should be considered that, in addition to the effects mentioned, which were introduced to the formulas of technical mechanics, other influences are involved there which cannot be expressed unambiguously (for example, under stronger release there is a larger access of wind gust, the mutual support of trees ceases being effective, etc.).

After total evaluation of the changes in growth properties of trees as well as static calculations, a conclusion can be drawn for the principles of management that the static stability of maturing spruce stands which had not been tended intensively at juvenility cannot be improved by intensive treatment. Therefore, rather moderate felling is recommended for the benefit of the statically most favourable components of the stand.

The results of investigations have confirmed the present findings particularly in the sense that the later the felling is realized, the less probability of improvement of static stability of forest stands. New findings consist especially in the fact that the changes in growth properties of spruce trees were demonstrated in a concrete case under different felling intensity and their importance or influence on total static stability of the stand was pointed out.

References

- GREGUŠ, C. et al.: Výskum uplatňovania rúbaňového hospodárskeho spôsobu z hľadiska integrovaných funkcií lesa. [Výskumná správa.] VÚLH Zvolen, 1984 : 121.
GRÉK, J. et al.: Výskum foriem hospodárskych spôsobov z hľadiska integrovaných funkcií lesov. [Výskumná správa.] VÚLH Zvolen, 1988 : 191.
GRÉK, J. et al.: Výskum hospodárenia v lesoch v podmienkach imisného zaťaženia. [Výskumná správa.] LVÚ Zvolen, 1991 : 126.
CHROUST, L.: Výchova mladých smrkových porostů silnými zásahy. Lesn. čas., 10, 1964, č. 12 : 1089-1105.

CHROUST, L.: Význam silných proležávek pro zvýšení odolnosti smrkových porostů proti škodám sněhem. *Lesn. čas.*, 14, 1968, č. 11-12 : 943-960.

CHROUST, L.: Racionální technologie výchovy smrkových porostů ohrožených abiotickými činiteli. In: *Pěstování smrku v polohách ohrožených škodlivými abiotickými činiteli*. ÚV ČSVTS Ostrava, 1989 : 67-73.

KODRÍK, J.: Posúdenie vplyvu vetra na jedľové porasty s ohľadom na riešenie ich ochrany. [Kandidátska dizertácia.] VŠLD LF Zvolen, 1966 : 182.

KODRÍK, J.: Zisťovanie mechanického pôsobenia snehu v jedľových porastoch. VŠLD LF Zvolen, 1969 : 119.

KONÓPKA, J.: Výchova smrekových porastov II. vekovej triedy metódou cieľových stromov z hľadiska odolnosti voči snehu. *Lesníctví*, 29, 1983, č. 1 : 43-63.

KONÓPKA, J. - LEHOTSKÝ, L. - TOMA, R.: Vplyv výchovy na statickú stabilitu smrekových porastov. *Lesn. čas.*, 35, 1989, č. 2 : 87-99.

KONÓPKA, J.: Modely cieľových stromov smreka z hľadiska statickej stability. Praha, AZV ČSFR 1992 : 106.

MAŇKOVSKÁ, B.: Kvalita ovzdušia pri rôznej intenzite zásahu. In: GRÉK, J. et al.: Výskum hospodárenia v lesoch v podmienkach imisného zaťaženia. [Výskumná správa.] LVÚ Zvolen, 1991 : 76-79.

NOVÁČEK, M.: Statická stabilita nadzemní části smrku a jeho kotvení. In: *Pěstování smrku v polohách ohrožených škodlivými abiotickými činiteli*. ÚV ČSVTS Ostrava, 1989 : 40-43.

PARÉZ, J.: Vliv podúrovňové a úrovňové probírky na výši škod sněhem v porostech pokusných probírkových ploch v období 1959 - 1968. *Lesníctví*, 18, 1972, č. 2 : 143-154.

PARÉZ, J.: Zvyšování odolnosti smrkových porostů vůči tlaku sněhu pěstebními metodami. *Lesn. práce*, 54, 1975, č. 4 : 164-168.

PARÉZ, J.: Kvantitativní a kvalitativní změny v mladých smrkových porostech, pěstovaných ve volnějším zápoji. In: *Výchova lesních porostů se zaměřením na zvyšování kvality a bezpečnosti produkce*. Dům techniky ČSVTS Ostrava, 1982 : 39-51.

PARÉZ, J. - CHROUST, L.: Modely výchovy lesních porostů. VÚLHM Jilovitéš-Strnady, 1988, č. 4 : 84.

SANIGA, M.: Vplyv druhu a stupňa prebierky na stabilitu smrekových porastov proti vetru. *Lesn. čas.*, 31, 1985, č. 1 : 35-48.

SANIGA, M.: Časový účinok prebierkových metód na stabilitu smrekových porastov proti vetru. *Lesn. čas.*, 31, 1985, č. 5 : 335-346.

SEREDA, O.: Faktory ovlivňující míru kotvení smrku. In: *Pěstování smrku v polohách ohrožených škodlivými abiotickými činiteli*. ÚV ČSVTS Ostrava, 1989 : 44-46.

Received 18. 5. 1992

KONÓPKA, J. (Lesnícký výskumný ústav, Zvolen): *Vplyv inženýrsky ťažbového zásahu na statickú stabilitu smrekového porastu pod vplyvom imisí z diaľkového prenosu*. *Lesníctví-Forestry*, 39, 1993 (3-4) : 144-150.

Uvádžajú sa výsledky výskumu vplyvu rozličnej intenzity ťažbového zásahu na statickú stabilitu 70-ročného smrekového porastu, ktorý je pod vplyvom imisí z diaľkového prenosu. Zistilo sa, že na zmenu rastových vlastností stromov smreka mal najväčší vplyv intenzívny zásah. Podstatne sa zväčšila šírka a dĺžka koruny, ďalej podiel dĺžky koruny z celkovej výšky stromov. Znížil sa podiel výšky ťažiska z celkovej výšky stromov ako aj tvarové kvocienty (zmeny tu však neboli štatisticky významné). Pri jemnom ťažbovom zásahu nastali menšie zmeny. Najmenšie zmeny boli na ploche bez ťažbového zásahu.

Statické výpočty ukázali, že pri statickej stabilite stromov smreka sa veľmi nepriaznivo prejavilo zväčšenie plochy koruny. Spôsobil to veľké zvýšenie hodnoty ohybového momentu, zatiaľ čo hodnota prierezového modulu sa zväčšila oveľa menej. Tento vplyv sa najvýznamnejšie prejavil na ploche s intenzívnym zásahom. Po súhrnnom zvážení zmien rastových vlastností stromov ako aj statických výpočtov možno urobiť záver pre zásahy hospodárenia v tom zmysle, že v dospievajúcich smrekových porostoch, ktoré neboli v minulosti (v mladosti) intenzívne vychovávané, nie je možné intenzívnym zásahom zlepšiť ich statickú stabilitu. Preto sa odporúčajú skôr jemnejšie zásahy v prospech staticky najpriaznivejších zložiek porastu, alebo do porastu nezasahovať vôbec (okrem spracovania náhodných ťažieb).

Výsledky výskumu jednak potvrdili doterajšie poznatky, ale priniesli aj nové najmä v tom, že sa na konkrétnom prípade za časové obdobie 11 rokov demonštrovali zmeny rastových vlastností stromov smreka pri rozličnej intenzite ťažbového zásahu a ich význam či vplyv na celkovú statickú stabilitu porastu.

smrekové porasty pod vplyvom imisí; intenzita ťažbových zásahov; statická stabilita

Kontaktná adresa:

Ing. Jozef Konópka, CSc., Lesnícký výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen

OCHOTA POTENCIÁLNĚ PLATIT JAKO METODA OCEŇOVÁNÍ VÝZNAMU SOCIÁLNÍCH STRÁNEK FUNKCÍ LESA

L. Šišák

Vysoká škola zemědělská Praha, lesnická fakulta, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

Příspěvek je věnován oceňování sociálních stránek funkcí lesa se zvláštním zřetelům k metodám vycházejícím z teorie mezního užítku, z tzv. „spotřebitelské úspory“ a „ochoty potenciálně platit“. Je definována sociální stránka funkcí lesa a sociální funkce lesa jako předmět oceňování a jsou uvedeny základní cíle oceňování. Jsou představena a analyzována teoretická východiska oceňování. Vlastní oceňovací metody jsou podle povahy rozděleny na tzv. „přímé“ a „nepřímé“. Z přímých metod jsou uvedeny a analyzovány tzv. „metody dotazování“, z nepřímých metod „metoda cestovních nákladů“ a „implicitní oceňovací metoda“, z dalších přístupů pak především „stinová cenová metoda“. Diskutované metody patří do roviny subjektivního oceňování stejně jako všechny metody, jimiž se vyjadřuje v peněžích význam sociálních stránek funkcí lesa. Za subjektivní lze považovat i proto, že vycházejí z cen, které nejsou prověřovány a objektivizovány reálnou směnou, reálnými tržními vztahy. Výsledné ceny mohou být jedním z vodítek vyjadřujících preferenční vazby v rozhodovacích procesech o alokaci zdrojů a součástí soustavy úředních cen lesa. Při vytváření cen uvedeného typu si však musíme být vědomi jejich reálné podstaty, vypovídacích schopností a obsahové kvality a v souladu s tím je i interpretovat.

oceňování lesa; sociální funkce; teorie mezního užítku; ochota platit

V literatuře z oblasti teorie i praxe se setkáváme s množstvím různých výrazů vyjadřujících obdobnou podstatu. Hovoří se o sociálních, mimoprodukčních, mimotržních, mimoekonomických, veřejně prospěšných funkcích lesa, užitech, o užitných hodnotách, službách, statcích atd. Obecně lze funkce lesa uvedeného charakteru shrnout pod pojem externalit lesa. Samotné externality lze chápat jako činnosti nebo účinky nějakého objektu, které ovlivňují (pozitivně i negativně) jiné objekty, aniž za to musí jedna či druhá strana podle okolností platit. Jedná se o tzv. přelévání pozitivních či negativních účinků na ostatní subjekty bez trhu a tržních vztahů (bližší např. S a m u e l s o n, 1991). Při vyjadřování významu takových funkcí lesa v peněžích se pozornost soustřeďuje především na využití teorie mezního užítku. Z ní vychází několik konkrétních oceňovacích přístupů a jejich variant, které jsou důležitou částí výuky lesnické ekonomiky na vysokých školách některých významných lesnických vyspělých zemí, jsou předmětem relativně intenzivního základního výzkumu, k němuž ve věze dnes již bohatě literatura. Protože u nás dosud nebyly zřejmě veřejněji v základě shrnuty a diskutovány uvedené přístupy a metody, kterým byla mj. věnována celá jedna pracovní konference IUFRO sekce S4.04-02 na univerzitě v Göttingenu v květnu roku 1991, je účelem příspěvku podat základní analýzu výchozího principu a z něj odvozených hlavních metod. Na

konferenci vystoupili českoslovenští účastníci vesměs s referáty hledajícími jiná řešení problému oceňování funkcí lesa uvedené povahy, avšak ani analýzu, ani rámcový kritický rozbor těchto současných, ve světě velmi rozšířených a často za hlavní považovaných přístupů, neprovedli.

Pro účely vyjadřování ceny funkcí lesa a lesa jako objektu je však pojem externalit poměrně široký a je zřejmě vhodné externalitu lesa - zde funkce lesa neprocházející dosud trhem - obsahově a věcně dále členit. Patří sem část funkcí z bloku produkčních funkcí lesa, bloky tzv. ekologických a kulturně naučných funkcí lesa, z nichž účinky jednotlivých funkcí mohou mít jak stránku ekonomickou, tak mimoekonomickou - sociální, přičemž ani jedna nemusí přímo procházet trhem; přesto však jejich účinek v uvedených obou formách existuje.

Pokud jde o obsah pojmů „sociální funkce lesa“ či „funkce lesa sociální povahy“, „mimoekonomické, sociální hodnocení“ a případně „ekonomické hodnocení“, jsem pojetí, z něhož vychází tato studie, navrhl, rozváděl a diskutoval v několika pracích (Š i š á k, 1987, 1989, 1990, 1992), jejichž součástí byla pojednání o sociálně ekonomické podstatě, charakteru a struktuře funkcí lesa. Sociální funkce lesa či sociální stránka funkcí lesa nevjadřují bezprostředně reálný ekonomický význam funkcí lesa, tj. neodrážejí význam ekonomického efektu a ekonomické efektivity související s ekonomii času, nemají bezprostřední materiální charakter v ekonomickém slova smyslu. Funkce lesa, užitné hodnoty uvedené povahy, neprocházejí reálným trhem. Přesto je však užívá a využívá společnost a jednotliví uživatelé. Např. rekreační mají zájem o rekreační užitné hodnoty v lesích a lesy jim tyto užitné hodnoty v různé kvalitě a kvantitě poskytují. Lze obecně říci, že po sociálních funkcích, lépe řečeno po sociálních stránkách jednotlivých funkcí existuje reálná poptávka a existuje i jejich reálná nabídka, ale děje se tak mimo reálnou směnu, tedy mimo skutečný trh. Vyjadřují v podstatě imateriální sociální potřeby lidí, odvíjející se bezprostředně z imateriální duchovní stránky existence člověka a jeho potřeb. Jejich význam, velikost užítu pro spotřebitele nevyplývá z reálné existujícího trhu a tržních vztahů.

Je však problematické zařazovat paušálně a jednou provždy tu kterou funkci lesa do bloku ekonomických či sociálních funkcí. Obecně a potenciálně zřejmě platí, že každá funkce má jak stránku ekonomickou, materiální, již se může účastnit reálné směny a tedy reálných tržních vztahů, tak stránku sociální, která nemá reálný materiální, tržní charakter, neúčastní se reálné existujících směnných vztahů. Nevstupují-li dané funkce lesa v konkrétních případech do reálných směnných vztahů, na trh, nesou pouze sociální stránku a v tomto smyslu je lze chápat jako sociální. Ale již intenzifikovanou funkci - např. rekreační (v souvislosti s níž se vynakládají prostředky a z níž plynou majiteli či lesnímu hospodáři příjmy) - je vhodné označit ne pouze za sociální, jak se často děje, ale za sociálně ekonomickou.

Využívání sociálních užitečných hodnot jedněmi spotřebiteli neznamená jejich opotřebování, vyčerpání a redukci či zhoršení dostupnosti pro jiné spotřebitele. Z jejich poskytování neplynou příjmy, lesní podniky či majitelé za ně nedocilují tržeb od spotřebitelů, i když mohou mít za poskytování služeb uvedené povahy příjem (náhrady) např. od státu ve formě dotací a subvencí či z odpisu daní atd. Mezi sociální funkce se ve světě řadí různé funkce lesa, v uvedených pracích jsou však do soustavy funkcí lesa sociální povahy začleněny tzv. „zdravotní hygienické funkce“ z bloku „ekologických funkcí“ a tzv. „kulturní naučné funkce“ (k ekonomickým pak „produkční funkce“ a „ochranné funkce“ opět z bloku ekologických funkcí lesa).

Je zřejmé ještě vhodné předeslat, že peněžní vyjádření významu ekonomických stránek funkcí lesa, souvisejících se spotřebou práce a s tvorbou v podstatě trhem oceněných užitečných hodnot, lze považovat za přirozené a těmto funkcím vlastní. Peněžní vyjádření významu sociálních stránek či sociálních funkcí lesa, v tomto smyslu mimoekonomických, je jednou z možných forem vyjádření, je však daleko problematictější. Je teoreticky i prakticky jednou z nejobtížnějších oblastí oceňování lesa. Je to peněžní vyjádření jiného obsahu, než peněžní vyjádření ekonomické stránky funkcí lesa, má specifické účely. Proto je velmi problematické výsledky obojího oceňování paušálně srovnávat, sumarizovat, zaměňovat. K metodám vyjadřujícím peněžní význam sociálních stránek funkcí lesa, k metodám tzv. „mimoekonomického“ či v tomto smyslu „sociálního oceňování“ (social valuation of forestry, jak uvádí např. Price, 1989) a k jejich výsledkům je třeba přistupovat (především z pohledu jejich vypovídací schopnosti) racionálně a s hlubokou znalostí problematiky. Zatímco cena produkčních funkcí lesa procházejících trhem je odvozována z produkce, jejíž cenu tento trh ověřuje a zejména objektivizuje, pak cena mimoprodukčních, sociálních funkcí (sociálních stránek funkcí) nevychází z těch užitečných hodnot, jejichž cenu by reálný trh ověřoval a objektivizoval.

TEORETICKÝ ZÁKLAD A JEHO ANALÝZA

Jak vyplývá z prací mnoha autorů, je nutné z různých důvodů poměřovat užitek plynoucí spotřebitelům ze sociálních funkcí lesa a vyjádřený v peněžní formě se spotřebou nákladů. Uvažuje se především s využitím daného ocenění pro oblast rozhodování o alokaci zdrojů v jednotlivých konkrétních případech. Náklady producentů na poskytování zboží a služeb se dají daleko snáze vyjádřit než užitek, který z nich plyne spotřebitelům. Na bázi nákladů lze srovnávat nákladovost jednotlivých variant alokace zdrojů, splňujících daný cíl, ale nelze vyjádřit peněžní cenu produkovaných užiteků, což, jak se tvrdí, je v možnostech metod diskutovaných dále.

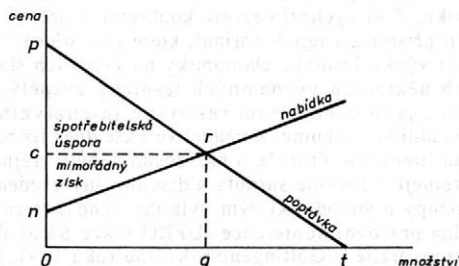
Uvádí se, že se často pracuje pouze s nákladovou stránkou věci místo toho, aby se vyvíjela snaha ocenit příslušné užité hodnoty a funkce lesa a porovnávat efektivnost různých variant alokace zdrojů v podstatě klasickým způsobem, vztahem výstup - vstup v peněžní formě. To se konkrétně týká posuzování účelnosti variantních řešení způsobu využití dané části lesa, variant jeho obhospodarování, alternativních způsobů intenzifikace daných funkcí lesa na konkrétní lokalitě a v neposlední řadě i řešení otázek velikosti konkrétních finančních prostředků, hrazených různými formami

majiteli či lesnímu hospodáři za obhospodarování lesa tak, že ten poskytuje společnosti příslušné sociální funkce. Zdůrazňuje se ovšem, že samotné úvahy o výši náhrad za poskytování sociálních užitečných hodnot lesa neodrážejí často jejich peněžní význam, ale pouze pohledy na odškodnění za poskytování těchto užiteků. Analýza a kritická diskuse metod zvolených k řešení uvedených otázek by se měla vést v souvislosti se zmíněnými cíli.

Otázka zní, jak ocenit význam funkcí lesa, užitečných hodnot tam, kde ho nemohou uživatelé ocenit prostřednictvím trhu a zaplacením reálně existující ceny. Pro tento účel byly vyvinuty a dále se rozpracovávají některé metody vycházející ze subjektivní teorie hodnoty, z teorie mezního užítu. Užitek sám o sobě je měřítkem, které je problematicky souměřitelné a agregovatelné podle jednotlivých subjektů. Jestliže je však užitek vyjádřen konkrétní ochotou uživatele potenciálně zaplatit za užívání dané užité hodnoty, pak podle autorů vzniká vztah mezi vyšší potenciální částky, kterou jsou uživatelé ochotni fiktivně zaplatit, a velikostí užítu, plynoucího pro ně z dané sociální funkce lesa na příslušné lokalitě. Ochota potenciálně platit (willingness to pay, Zahlungsbereitschaft) za užitek je podle teorie mezního užítu peněžně měřitelná a tedy funkční na rozdíl od užítu jako takového. Poměrně bohatě je rozpracováno ocenění především rekreační funkce lesa. Uvedený teoretický základ je v jednotlivých metodách logicky propojován až do poměrně detailních podrobností, vychází však z některých zásadních předpokladů, které mají implicitně vliv na značnou problematičnost výsledků. Tak je tomu ale u jakéhokoliv vyjadřování peněžního významu sociálních funkcí lesa pro účely souměřitelnosti s ekonomickým významem. Je pak otázkou, jestli by úrovni vypovídací schopnosti takto odvozeného ukazatele nesvědčila spíše tomu přiměřená jednoduchost a nenáročnost postupu včetně případných jiných řešení.

Z uvedeného vyplývá, že skutečná velikost užítu, který spotřebitel získává, by se tedy měla odrážet v jeho ochotě za tuto užitou hodnotu eventuálně zaplatit. To znamená, že je připraven vzdát se jiných užitečných hodnot, aby získal tuto užitou hodnotu. Ochotu platit lze chápat jako výraz preferencí užitečných hodnot, jako peněžní vyjádření významu jednotlivých užitečných hodnot. Teoretický princip ochoty spotřebitele zaplatit za určitou užitou hodnotu - zboží nebo službu - lze odvodit z teoretického základu známého vztahu nabídky a poptávky po užitečných hodnotách. Tento vztah je v podmínkách „ideálního“ trhu vyjádřen schematicky na obr. 1.

S klesající cenou roste poptávka, protože si příslušnou užitou hodnotu může dovolit koupit více spotřebitelů, ale klesá nabídka, protože si méně výrobců může dovolit



1. Vztah nabídky a poptávky - A relationship of supply and demand

užitnou hodnotu produkovat. V případě růstu ceny platí relace opačné. Tržní rovnováha se nachází v bodě (r) , kde se objem nabídky a poptávky vyrovnává (q) , tj. při tržní ceně (c) . Výrobci obvykle vyrábějí podle výrobních podmínek s různými výrobními cenami (což reprezentuje funkce nabídky). Ti, jejichž výrobní ceny jsou nižší než cena tržní, dosahují mimořádného zisku (producer surplus) - jeho masu znázorňuje trojúhelník n (nejnižší výrobní cena), r , c . V případě hospodářství na půdě, což se týká lesního hospodářství a lesa, je pak součástí uvedeného zisku pozemková renta. Masu tržeb charakterizuje obrazec O, q, r, c . Spotřebitelé kupují užitnou hodnotu za tržní cenu, v mezním případě jim jejich příjem a celková situace dovoluje zaplatit maximálně právě jen tuto cenu, další s nižší kupní silou by se mohli zúčastnit trhu až při snížení tržní ceny.

Avšak na druhé straně se předpokládá, že spotřebitelé, kteří jsou v situaci, že by si mohli dovolit zaplatit za tuto užitnou hodnotu vyšší cenu, by byli ochotni ji v souladu se svou finanční situací zaplatit. Pak má pro ně daná užitná hodnota potenciálně, hypoteticky, vyšší cenu než je cena tržní, reálné zaplacené. Rozdíl těchto cen pak můžeme chápat jako tzv. „spotřebitelskou úsporu“ (consumer surplus, Konsumentenrente), odrážející stav, kdy by spotřebitel byl ochoten zaplatit více (takový by pro něho měla mít užitná hodnota význam), avšak nemusí, tedy uspořil prostředky. Někteří naši autoři, např. D e d e k a kol. (1990), uvádějí k danému anglickému výrazu doslovný český překlad spotřebitelský přebytek (přitom český ekvivalent k pojmu producer surplus není producentický přebytek, ale mimořádný zisk). Kromě toho by při tomto přístupu k překladu německého pojmu Konsumentenrente měl znít český výraz spotřebitelská renta. Tvrdit však, že jde o nějaký druh potenciální renty, je také problematické. Do určité míry snad odůvodněnější v našich podmínkách může být výraz spotřebitelská úspora. S tímto pojmem se v práci dále operuje. Masa uvedená fiktivní, hypotetické spotřebitelské úspory je reprezentována plochou trojúhelníka c, r, p .

Podle některých autorů je diskutovaná teorie mezního užítu a spotřebitelské úspory jedinou jednotnou a ucelenou teorií umožňující oceňování sociálních funkcí lesa.

Jestliže by byla reálná tržní cena užitné hodnoty nulová, pak by masu spotřebitelské úspory znázorňovala plocha celého trojúhelníku O, r (bod nasycení poptávky), p . To je pro diskutovaný oceňovací přístup jedním z momentů zásadního významu, protože právě za užívání sociálních funkcí lesa (zdravotně hygienických a kulturně naučných) uživatel neplatí. Pokud by byla užitná hodnota prodávána spotřebitelům za určitou cenu, pak by se celkový užitek pro spotřebitele v peněžním vyjádření rovnal (např. P e a r s e, 1990) celkové masě zaplacené tržní ceny (v případě rekreační funkce lesa např. ceny za vstup na lokalitu) a spotřebitelské úspory.

Avšak celkový užitek z dané funkce pro spotřebitele je přece jen něco jiného než celkový užitek z této funkce jako takový. Zaplatí-li spotřebitel za užívání rekreační funkce lesa majiteli více, než činí náklady či výrobní cena služeb a náhrad ztrát v souvislosti s rekreací, pak majitel získává z tohoto důvodu reálnou pozemkovou rentu, kterou použije jistě jako základ pro vyjádření ekonomické ceny příslušné funkce lesa a ekonomické ceny lesa vůbec (za cenu funkce lesa tak, jak se uvádí v různých pracích, lze považovat veličinu dynamickou - obvykle roční, zatímco cena lesa jako objektu je veličinou statickou - ve formě kapitalizované dynamické veličiny). Pak by se

avšak tato část objevila v ceně funkce dvakrát! Jednou jako součást ceny sociální stránky dané funkce pro spotřebitele (v zaplacené tržní ceně), podruhé jako součást ceny ekonomické stránky této funkce pro majitele - a to není možné. A dále, sám P e a r s e si poněkud odporuje, když uvádí, že platí-li rekreační vstup proto, aby tak alespoň částečně hradili výdaje na škody z rekreace a na služby (např. i horskou službu), pak to není cena za vlastní rekreační užitek z lesa, ale za služby a za podnikání (což je něco jiného, i když s využíváním dané funkce souvisí). O totéž se jedná v případě nákladů na dopravu na lokalitu, ubytování, stravování a další služby. Tyto náklady neodrážejí užitek, který získávají rekreační z rekreace a za který by byli ochotni zaplatit, ale vyjadřují pouze velikost cen vedlejších služeb a zboží (jsou přirovnávány k nákladům spojeným např. s návštěvou kina).

Z toho plyne, že ani tato druhá část - „nákladová“ (po části, z které plyne pozemková renta pro majitele) - ze zaplacené tržní ceny spotřebitelem nemůže být součástí ceny celkového užítu z příslušné sociální funkce. Tedy cenu sociálního užítu (celkový sociální užitek v peněžním vyjádření) rekreační funkce lesa v tomto případě (jako i jiných sociálních funkcí lesa) vyjadřuje v zásadě pouze spotřebitelská úspora. Nakonec jen s ní uvažuje jak P e a r s e, tak řada dalších autorů, když v konkrétních příkladech od vyjádřené ochoty platit odečítají tržní cenu (náklady), skutečně zaplacenou spotřebitelem.

Z uvedeného je vidět, že musíme rozlišovat mezi skutečně zaplacenou cenou za užitnou hodnotu, tj. např. za přístup na rekreační lokalitu, a mezi spotřebitelskou úsporou, které nelze pro vyjádření významu sociální stránky rekreační funkce lesa počítat. Navíc lze říci, že fiktivní, hypotetická spotřebitelská úspora plynoucí ze sociálních funkcí, sociálních užitných hodnot lesa (z jejich sociálních stránek) je svým způsobem obdobou ne-fiktivní, reálné fungující pozemkové renty. Pozemková renta, vycházející především z produkčních funkcí, příp. obecněji z rozdílu všech příjmů a příslušných výrobních cen dané konkrétní části lesa, je základem pro vyjadřování ceny - ekonomického významu - dané funkce lesa a lesa jako objektu, který tyto funkce poskytuje. Samotná renta jako dynamická, toková veličina v určitém časovém období vyjadřuje v podstatě reálný ekonomický, hospodářský význam té které funkce či funkce lesa pro majitele, případně lesního hospodáře. Ale pro vyjádření významu lesa jako dosavadního materiálního objektu pro majitele či lesního hospodáře musíme převést tuto veličinu z tokové do statické formy. Děje se tak kapitalizací této tokové veličiny a celý proces byl přednětem oboru lesní statiky, který vznikl před více než 150 lety.

Uvedená spotřebitelská úspora by v této souvislosti byla tak jen tokovou veličinou, odrážející význam funkce, ne však statickou veličinou, vyjadřující cenu objektu. Pro tento účel by ji bylo nutné kapitalizovat běžným způsobem. Možnost kapitalizace spotřebitelské úspory teoreticky pouze naznačuje P e a r s e (1990), ale velká většina jiných autorů se o ní ani nezmiňuje a uvažuje pouze s tokovou roční veličinou. Pro jejich účely - tj. především pro řešení rozhodovacích procesů o alokaci zdrojů a efektivnosti variant v obhospodařování dané lokality - to zřejmě stačí.

Přitom však je poměrně problematické jednoduše srovnávat spotřebitelskou úsporu (která je navíc ještě jen hypotetická) s pozemkovou rentou (která je reálná). To platí jak v rámci jedné funkce, tak i mezi různými

funkcemi lesa. Zapomíná se totiž na to, že i jiné než sociální funkce se v tomto duchu vyznačují spotřebitelskou úsporou. Pak by se měla srovnávat spotřebitelská úspora ze sociálních funkcí lesa se spotřebitelskou úsporou z ekonomických funkcí lesa, která samozřejmě hypoteticky také existuje. Srovnávaly by se tak systémově dvě obdobné hypotetické veličiny vyjadřující ireálný hypotetický peněžní význam sociální stránky užité hodnoty (toková veličina) či objektu - konkrétní lokality (statická veličina) pro spotřebitele.

Naopak vyjádření významu užitných hodnot pro majitele, producenta vychází z pozemkové renty. Nechá-li si majitel či lesní hospodář za vstup na lokalitu z důvodu užívání té které sociální funkce platit, pak je tento příjem součástí jeho ne fiktivní, ale reálné pozemkové renty. Původně sociální funkce tak získává ekonomickou dimenzi, prochází trhem, má kromě sociální i ekonomickou stránku a reálně se tedy stává sociálně ekonomickou. Dále platí, že jestliže lze intenzifikovat pracovní činnosti produkční funkce lesa, je možné totéž činit i v případě rekreačních funkcí. Tyto funkce tak vtáhneme do reálného ekonomického reprodukčního procesu, do reálné probíhající směny, trhu, do hospodářství. Napadají náklady, tržby, pozemková renta či mimořádný zisk. Cena funkce či lesa by měla odrážet tuto skutečnost. Pak lze srovnávat část reálné renty plynoucí např. z produkčních funkcí a část plynoucí ze zdravotně hygienických funkcí, případně kulturně naučných funkcí lesa. Tak by bylo možné vyjádřit celkový ekonomický význam ekonomické stránky dané funkce lesa či lesa jako objektu. Celkový sociálně ekonomický význam funkce lesa či lesa jako takového by pak závisel na úspěšnosti agregace jak sociálního, tak ekonomického významu v penězích, což je problém relativně obtížně řešitelný. Není možné však takový význam zřejmě vyjádřit jednoduše jako součet v podstatě zaplacené ceny spotřebitelem a spotřebitelskou úsporou.

Srovnáváme-li pro jakékoliv účely reálné fungující ceny a pozemkovou rentu (v podstatě trhem objektivizovanou) s hypotetickou fiktivní spotřebitelskou úsporou (trhem neobjektivizovanou a tedy subjektivně odvozenou, ať si to přiznáme, či ne), nevymaníme se ze subjektivně hypotetické roviny našeho uvažování a srovnávání, což musíme mít při užiti uvedeného přístupu vždy na paměti. Zřejmě to je hlavní příčina obtíží při vyjadřování a srovnávání sociálního a ekonomického významu funkcí lesa a lesa jako objektu pro společnost v penězích.

Pearse (1990) sice hovoří v podstatě o tom, že problematičnost oceňování sociálních funkcí lesa nespočívá v jejich nemateriální podstatě (intangibility), jak se často uvádí, protože skutečnou nemateriální povahu má v obvyklém smyslu např. působení obrazů, knih, poezie, atd., ale cena těchto věcí se odráží v jejich cenách na trhu. Obtíž je oceňování daných funkcí lesa tedy podle něj vyplývá z imateriální podstaty, ale z toho, že se nijak neprojeví na trhu. Je třeba podotknout, že zde dochází k nelogičnosti. Trh nám nepomůže ani v případě vyjádření sociálního významu knihy, protože tržní cena věci neobsahuje spotřebitelskou úsporu (jak plyne ze známého vztahu poptávky a nabídky) a tím spíše ani zdaleka nevyjadřuje jejich sociální, duchovní, a tedy imateriální význam pro člověka. Obdobně je tomu s funkcemi lesa. Aby byla zajištěna alespoň určitá kompatibilita srovnávání významu, tj. vyjadřování preferencí, tedy srovnatelnosti produkčních, ekologických ochranných

i zdravotně hygienických a kulturních funkcí lesa v penězích, bylo by nutné provést důsledně dvojí ocenění:

- sociálních stránek (např. na bázi spotřebitelské úspory) anebo ochoty platit i ze strany těch, kteří danou funkci ani neužívají (tzv. „cena možnosti volby“ - objasněna dále);
- ekonomických stránek.

Obojí ceny lze využít jak pro stanovení přísně účelových úředních cen, tak i pro sféru řízení, obecně řečeno v rámci alokace zdrojů různého druhu. Stálou otázkou je však problém jejich sjednocení, agregace vzhledem k různým vypovídacím úrovním a obsahovým kvalitám.

Lze říci, že „imateriální“ je úzce spojeno s „mimotřízním“. Jakmile se „imateriální“ stává „tržním“, je tímto okamžikem příslušně materializováno v reálných penězích a užitečích, stává se ekonomickým, hospodářským. „Imateriální“ pak zůstává jen ta část, která stojí mimo reálný trh, tedy fiktivní, ireálná spotřebitelská úspora, mající charakter mimoekonomické, sociální stránky.

PŘÍMÉ METODY ODHADU SPOTŘEBITELSKÉ ÚSPORY

Podstatu základní metody, členěné v zásadě na dvě varianty, by vystihoval pravděpodobně nejlépe název „metoda dotazování“, i když anglický výraz pro ni zní *contingent valuation method* s často užívanou zkratkou *CVM* a německý výraz *bedingte Bewertungsmethode*. Význam podmíněný je zde užiti zřejmě pro označení „podmínečnosti“ jejich výsledků, které závisí na míře závaznosti a objektivitě odpovědí dotazovaných. Někdy se setkáváme i s pojmem, který lze uvést jako metoda vyjádřených preferencí (*expressed preferences* - *Gregory*, 1987), protože preference, tj. ochotu platit, vyjadřují samotní dotazovaní. Základy uvedené metody položili S. V. Ciriacy a Wantrup v r. 1947 a R. K. Davis v r. 1963, v jehož práci byla (podle *Bergena*, 1991) také poprvé prakticky aplikována. Metoda dotazování se rozpracovává především pro ocenění rekreační funkce lesa na konkrétní lokalitě. Vychází ze sociologických průzkumů. Dotazovaným se dotazy buď zasílají poštou, nebo se jim kladou přímo na místě. Dotazy bývají formulovány v principu dvojím způsobem a podle toho se metoda dotazování člení na dvě varianty.

1. Dotazování se žádají, aby uvedli maximální částku, kterou by byli ochotni potenciálně zaplatit za návštěvu dané lokality, aniž by se museli návštěvě vzdát. Lze říci, že uvedená částka v podstatě odráží ekvivalentní ceny funkce lesa pro spotřebitele. Zřejmě to je důvod, proč se varianta nazývá „ekvivalentní variantou“ (*equivalent variation measure*).

2. Po dotazovaných se žádá, aby uvedli minimální částku, kterou by byli ochotni potenciálně přijmout a za niž by od rekreace na dané lokalitě upustili. Hledá se tak v podstatě částka, která by uživateli vykompenzovala rekreační užitek z lesa. Varianta se nazývá „kompenzační variantou“ (*compensation variation measure*).

Získané údaje, od nichž jsou případně odečteny skutečně eventuálně vynaložené náklady - jestliže byly zahrnuty v ochotě platit, představují spotřebitelskou úsporu. Jsou-li uspořádány podle velikosti, znázorňují příslušnou poptávkovou funkci. Masa spotřebitelské úspory je sumou vyjádřených částek.

Teoreticky by se zdálo, že obě varianty dotazů by měly poskytovat obdobný výsledek. Podle uskutečněných experimentů se však ukazuje, že částky uváděné ve druhém případě jsou většinou podstatně vyšší. Projevuje se zde z psychologického hlediska tzv. „příjmový efekt“ (income effect), kdy zvýšení příjmu má psychologicky menší váhu než výdaj, redukce příjmu. P e a r s e (1990) uvádí, že první varianta je vhodnější při posuzování návrhů rekreačního využití lesa, zatímco druhá při oceňování již existujících rekreačních lokalit.

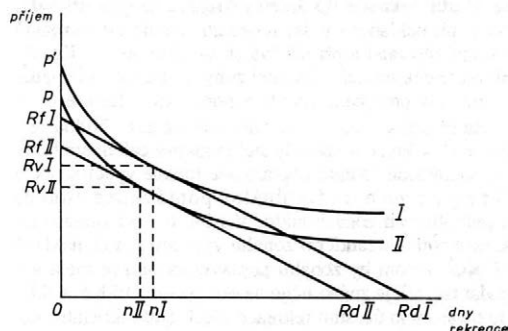
Problém daného přístupu spočívá především ve fiktivnosti zjišťovaných částek a tím i výsledků, což kritizují i samotní autoři, kteří metody rozpracovávají. V první variantě např. udávají rekreační částky, aniž ve skutečnosti musí cokoliv platit. Z psychologického hlediska je možná dvojí mezí reakce dotazovaných na uvedenou otázku. Buď uvedou extrémně vysokou sumu, protože vědí, že stejně nebudou nic platit, anebo naopak extrémně nízkou - i nulovou, pokud pojmu podezření, že dotaz může sloužit k tomu, aby někdo platbu zavedl. Problematické je i to, že jestliže by rekreační museli skutečně za vstup na rekreační lokalitu zaplatit, pak by zřejmě došlo i ke značnému posunu v jejich skutečných reakcích proti původním nezávazným odpovědím. Aby se při oceňování eliminovaly uvedené voluntaristické nedostatky, projevující se v reakci respondentů, byly vypracovány tzv. nepřímé metody zjišťování spotřebitelské úspory.

NEPŘÍMÉ METODY ODHADU SPOTŘEBITELSKÉ ÚSPORY

TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Nepřímé metody vycházejí z ekonometrického modelu teorie chování spotřebitelů - v tomto případě rekreačních - v souvislosti s jejich příjmy a dalšími činiteli. Lze říci, že některé předpoklady fiktivního charakteru se tak sice odstraňují, ale jiné zavádějí. Uvedené metody lze označit také jako „metody odhalených preferencí“ (revealed preferences - G r e g o r y , 1987), protože ochota platit je nezávisle na spotřebitelích odhalena pomocí ekonometrických přístupů. Konkrétní teoretickou představu daného postupu lze přiblížit pomocí obr. 2.

Výše příjmu rekreaanta je na grafu označena písmenem P . Předpokládá se, že rekreaant hraří ve skutečnosti určité náklady spojené s rekreací v dané lokalitě. A to náklady



2. Funkce rekreačního užítí pro dvě úrovně fixních nákladů podle Pearse (1990) - The function of recreation benefit for two levels of fixed costs according to Pearse (1990)

fixní, nesouvisející s délkou rekreace - jde zejména o náklady cestovní na rekreaci a z ní zpět a náklady variabilní, které se mění podle délky rekreace - zejména náklady na ubytování a stravování. Po uhrazení fixních nákladů - na obr. 2 znázorněných úsekem $P - RfI$ - zůstane rekreaantovi z původního příjmu částka RfI . Za předpokladu, že variabilní náklady jsou každodenně stejné, snižuje se částka, kterou má rekreaant k dispozici, rovnoměrně podle přímky $RfI - RdI$ až na nulu. Lomená čára P, RfI, RdI odráží rekreaantovy možnosti, podle kterých může svůj příjem rozdělit mezi rekreaci o určitém počtu dní a ostatní užítí, tj. nákup ostatních služeb a zboží.

Podle teoretických izokřivek optima stejného užítí (podstata známého Paretova optima) je maximální úroveň kombinace užítí z rekreace a z ostatních užítí rovna bodu, kde se dotýká čára RfI, RdI izokřivky I . Vyšší hladiny uspokojení z kombinace daných užítí při nI dnech rekreace již nelze dosáhnout. Za této situace spotřebuje rekreaant na rekreaci částku $P - RvI$ při nI rekreačních dnech. Z ní $P - RfI$ jsou fixní a $RfI - RvI$ variabilní náklady. Vidíme však, že křivka I protíná osu P v bodě P' , ležícím výše, než odpovídá reálnému příjmu rekreaanta. Podle autorů by rekreaant byl ochoten zaplatit maximální částku fixních nákladů $P - RfII$, která by ho přivedla na izokřivku stejného užítí II , začínající v bodě P a odpovídající tedy výši jeho příjmu. Pošlímme si, že kdyby musel rekreaant reálně zaplatit uvedený poplatek $P - RfII$, zaplatil by za rekreaci celkově vyšší částku $P - RvII$ a užíval by rekreaci o nižším počtu dnů nII .

Schéma by mělo také znázorňovat dvojí měření hypotetické velikosti spotřebitelské úspory. Částka $RfI - RfII$ by měla představovat ekvivalentní veličinu a částka $P - P'$ kompenzační veličinu. Uvedená teoretická představa se zdá být poměrně komplikovaná a scholastická vzhledem k vypovídací úrovni výsledku, který lze očekávat. Spotřebitelská úspora by podle uvedeného hypotetického schématu a za předpokladu bezplatného přístupu na lokalitu měla být rovna částce $RfI - RfII$, kterou by byl rekreaant ochoten zaplatit mimo reálné zaplacené fixní náklady rekreace. Mělo by tak jít o částku za rekreační požitky z lokality pod hypotetickou poptávkovou křivkou. Problematická se zdá pro dané účely i kategorizace rekreačních nákladů na fixní a variabilní, protože i uvedené variabilní náklady jsou vzhledem k jednotce času rekreačního pobytu (např. na jeden den) náklady fixními. Přitom více než počet rekreaantů vystihuje kvantitu rekreace právě počet rekreačních dnů. Pak by však musel být rekreační užitek kvantifikován podle všech vynaložených rekreačních nákladů (ne jen cestovních), připadajících na jeden den, a masa spotřebitelského užítí vyjádřena podle počtu rekreačních dnů a ne rekreaantů. V některých pracích to tak je, ale členění na fixní a variabilní náklady zůstává.

METODA CESTOVNÍCH NÁKLADŮ

Jednou z hlavních metod zjišťování velikosti spotřebitelské úspory je tzv. „metoda cestovních nákladů“ (travel cost method - TCM nebo Reisekostenmethode). Základ metody cestovních nákladů položil (podle Bergena, 1991) H. Hotelling v r. 1949, její první rozpracování se objevuje v pracích M. Clawsone a z r. 1959 a J. L. Knetsche z r. 1964.

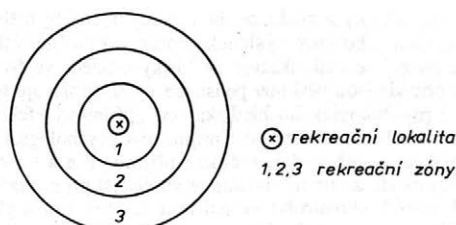
Nejjednodušší lze konkrétně odhadnout ochotu platit podle výše cestovních nákladů souvisejících s dopravní vzdáleností na rekreační lokalitu a z ní. Vychází se

z předpokladu, že rekreanti jsou ochotni potenciálně platit stejnou částku a že ten, který platí skutečně nejvyšší cestovní náklady, je pro ně mezním případem, tj. že by už nebyl ochoten platit více a tedy ani ostatní rekreanti ne. Potom masa rekreační spotřebitelské úspory z dané lokality může být vyjádřena jako suma rozdílů mezi nejvyšším - mezním - skutečným cestovním a individuálními skutečnými cestovními náklady jednotlivých rekreantů. Tento postup zahrnuje několik známých, na nejvyšší nejistých domněnek, mezi nimi např.: rekreanti jsou ochotni potenciálně zaplatit stejnou částku, jakou skutečně platí za dopravu, tzv. mezní rekreační; cestovní náklady představují veškeré fixní náklady rekreace u všech rekreantů; rekreanti reagují na fiktivní fixní platbu za přístup na rekreační lokalitu stejně jako na reálnou útratu za dopravu.

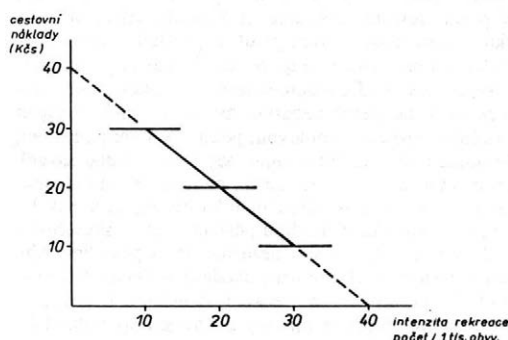
Abyste eliminovaly uvedené nedostatky, tj. především předpoklad, že všichni rekreanti jsou ochotni zaplatit stejně, byly vypracovány detailnější metody. Ty jsou založeny zejména na třídění rekreantů do skupin podle faktorů, které by mohly ovlivňovat jejich ochotu či schopnost platit. Rekreanty lze členit podle zón s obdobnými dopravními náklady, podle výše příjmu, podle vzdělání, věku, rodiny, počtu dětí atd. Při zpracování se užívá ekonometrických metod včetně regresní analýzy. Uvedenou detailizaci pohledu se však základní neisté domněnky neodstraní. Naopak masa odhalené spotřebitelské úspory může klesat s tím, jak se bude zjišťovat, že rekreanti v jednotlivých skupinách si mohou dovolit a tedy by byli ochotni zaplatit jen částku stále bližší té, kterou skutečně platí tzv. mezní rekreant v jejich skupině, i když skutečné platby mezi skupinami mohou být značně rozdílné. Nejčastějším případem je členění území kolem rekreační lokality na zóny. Podstatu přístupu (který uvádí např. Gregory, 1987) lze názorně přiblížit následujícím příkladem.

Kolem rekreační lokality se určí zóny (nejjednodušší koncentrické kruhy) podle vzdálenosti. Jejich počet závisí na zvolené úrovni detailu - obr. 3 (složitější řešení mohou být prováděna i s ohledem např. na hlavní a vedlejší silniční a železniční tahy atd.). Náklady pro každou zónu odpovídají průměrným cestovním nákladům v zóně. V tabulce jsou uvedeny základní údaje, které pro řešení potřebujeme - cestovní náklady na rekreační lokalitu a z ní pro každou zónu, počet návštěvníků v roce, počet obyvatel a intenzita rekreace vyjádřená počtem rekreantů účastnících se rekreace v dané lokalitě na jeden tisíc obyvatel zóny.

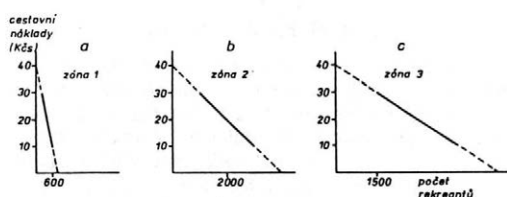
Sestaví se vstupní poptávková funkce ze všech zón (obr. 4). V každé zóně je v této fázi poptávková funkce zatím rovnoběžná s osou x, protože cestovní náklady v nich nejsou diferencovány a jedná se o zóny ele-



3. Rekreační zóny - Recreational zones



4. Vztah cestovních nákladů a intenzity rekreace - A relationship of travelling expenses and recreational intensity



5.a, b, c. Cestovní náklady podle zón - Travelling expenses according to the zones

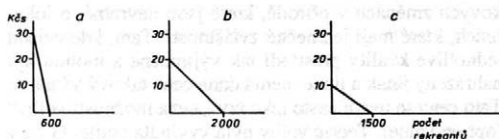
mentární, z jejichž souhrnu se teprve vstupní poptávková funkce tvoří. Pro zjednodušení se předpokládá lineární průběh vstupní poptávkové funkce. Z poptávkové funkce vidíme, že při cestovních nákladech vyšších než 30 Kčs se účastní rekreace do deseti rekreantů na tisíc obyvatel zóny, při nákladech vyšších než 20 Kčs do 20 rekreantů na tisíc obyvatel a při nákladech vyšších než 10 Kčs do 30 rekreantů na tisíc obyvatel zóny. Extrapolaci lze znázornit celý předpokládaný tvar poptávkové funkce.

Za předpokladu, že rekreanti v každé zóně budou reagovat na rekreační náklady stejně jako v celém souboru, lze na základě vstupní poptávkové funkce vyjádřit podle Gregoryho individuální poptávkové funkce v jednotlivých zónách takto. V zóně č. 1 se účastní rekreace 600 rekreantů při zonální výši cestovních nákladů 10 Kčs. Potom by zonální poptávková funkce měla vypadat tak, jak je znázorněno na obr. 5a - do 10 Kčs nákladů by se mělo účastnit rekreace všech 600 rekreantů. Logicky problémovou je ovšem skutečnost, že by pak ale nemohl být zonální průměr cestovních nákladů zase 10 Kčs. Situaci poptávkové funkce v druhé zóně představuje obr. 5b. Při zonální výši cestovních nákladů 20 Kčs

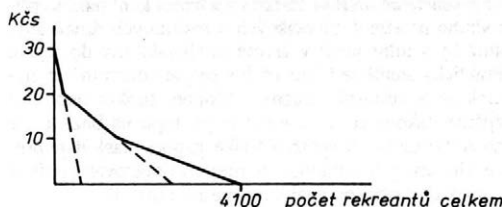
I. Základní údaje pro výpočet spotřebitelské úspory z rekreační lokality
- The basic data for the calculation of consumer surplus at a recreational locality

Zóna ¹	Cestovní náklady ² (Kčs)	Počet rekreantů ³ (n)	Počet obyvatel ⁴ (m)	Intenzita n/m na tisíc obyvatel ⁵
1	10	600	20 000	30
2	20	2 000	100 000	20
3	30	1 500	150 000	10

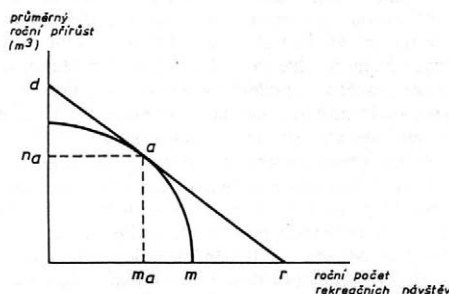
¹ zone, ² travelling expenses (Kčs), ³ number of holiday-makers, ⁴ number of inhabitants, ⁵ intensity n/m per thousand inhabitants



6. a, b, c. Spotřebitelská úspora podle zón – Consumer surplus according to the zones



7. Agregovaná spotřebitelská úspora – Aggregated consumer surplus



8. Teoretický vztah mezi dvěma užity (dřevem a rekreací) – A theoretical relationship between two benefits (timber and recreation)

by se zde účastnilo rekreace na dané lokalitě 2000 rekreatantů. V zóně č. 3 (obr. 5c) pak při zónálních nákladech 30 Kčs 1500 rekreatantů, ale opět logická námitka obdobná předchozí – zónální náklady by nemohly mít průměrnou hodnotu 30 Kčs.

Chceme-li z uvedených poptávkových funkcí odvodit funkce spotřebitelské úspory, musíme od těchto funkcí odečíst skutečně vynaložené zónální cestovní náklady. Výsledné funkce spotřebitelské úspory odvozené tímto postupem jsou znázorněny podle zón na obr. 6. Celková agregovaná funkce spotřebitelské úspory rekreatantů všech zón pro danou rekreační lokalitu je podle Gregoryho v podstatě obalovou čarou jednotlivých zónálních čar spotřebitelské úspory. Její konstrukce je naznačena na obr. 7. Vidíme, že masa agregované spotřebitelské úspory není rovna sumě objemů spotřebitelské úspory jednotlivých zón, ale je nižší a případně může být rozdíl velmi podstatný.

Jinou metodu uvádí Pearse (1990). Její podstatou je, že se zjistí skutečné průměrné zónální cestovní náklady při nulové ceně vstupu na lokalitu a další příslušné údaje tak, že ve východiscích se v podstatě od Gregoryho neliší. V dalším postupu však uvádí, že se odhadne fiktivní úbytek rekreatantů, jestliže by se hypoteticky cena vstupu na lokalitu zvýšila na určité částky.

Podle toho se pak vytvoří příslušné poptávkové funkce, funkce spotřebitelské úspory a odvodí se celková spotřebitelská úspora. Tvar poptávkové funkce nebývá ve skutečnosti lineární. Price (1989) uvádí ve svém příkladu výpočtu spotřebitelské úspory pro několik různých měst kolem rekreační lokality jako jednu z nevhodnějších poptávkových funkcí exponenciální funkci: $y = a \cdot e^{-b \cdot x}$, kde: y – intenzita rekreace (n/m), a , b – konstanty, C – cestovní náklady. Po zavedení fiktivních plateb, kterými se zvyšují cestovní náklady z jednotlivých měst postupně o určitou částku, se podle uvedené funkce vypočítá příslušná intenzita rekreace a počet rekreatantů, odvodí se agregovaná funkce spotřebitelské úspory.

Do propočtu spotřebitelské úspory se kromě dopravních nákladů zahrnuje i další prvek, a to je čas, strávený na cestě na rekreační lokalitu a z ní. Čas se oceňuje určitou stínovou cenou.

Je možné říci, že logickou odůvodněnost a platnost řady předpokladů a konstrukčních postupů, které se v rámci uvedených metod užívají, lze chápat jen velmi obtížně. Tím spíše, vezmeme-li v úvahu teoretickou i praktickou složitost a náročnost řešení v souvislosti s kvalitou vypovídacích schopností zjištěných výsledných ukazatelů.

IMPLICITNÍ OCEŇOVACÍ METODA

Implicitní oceňovací metoda (hedonic price method - HPM, implizite Preismethode) využívá jiného přístupu. Její základ položil K. Lancaster v r. 1966, Z. Griliches v r. 1971. První aplikace lze nalézt v pracích S. Rosena z r. 1974 a A. M. Freeman a z r. 1979 (Bergen, 1991). Metoda vychází z reakce rekreatantů na kvalitativní charakteristiky jednotlivých rekreačních lokalit. Na rozdíl od uvedených přístupů, v nichž se oceňuje každá lokalita izolovaně, využívá tato metoda rekreačních charakteristik různých lokalit k odhadu významu, který jim rekreatanti přiřítají.

Jednotlivé lokality se chápou jako rozličné soubory charakteristik různého významu pro rekreatanty. Rekreatanti vyjadřují význam každé charakteristiky v bodech podle kvalitativních stupňů a váhy, kterou pro ně charakteristika má. Současně uvedou skutečné náklady, které vynaložili na návštěvu dané lokality. Předpokládá se, že skutečné náklady jsou funkcí charakteristik. Na základě vícenásobné regresní analýzy se odvodí celková regresní cenová funkce, která implicitně zahrnuje vliv jednotlivých charakteristik na tuto cenu užité hodnoty rekreace a v podstatě se tak stanoví i tzv. „stínová cena“ jednotlivých charakteristik. Odhad stínových cen jednotlivých charakteristik a rekreační užité hodnoty umožňuje i lineární programování. Výsledkem je podle autorů odhad ochoty rekreatantů zaplatit určité částky za jednotlivé kvalitativní stupně daných charakteristik a ocenění tak každé konkrétní lokality jako celku.

Opět zde lze vidět řadu problémových míst. Metodou vyjádříme v podstatě zase jen hypotetickou vazbu skutečně zaplacených nákladů na jednotlivé charakteristiky lokality, ne však ani fiktivní spotřebitelskou úsporu. Jednotlivé charakteristiky a kvalitativní stupně neodrážejí jen sociální preference, ale závisí na subjektivitě volby charakteristik a jejich kvalitativních stupňů, na znalostech a úrovni rekreatantů, na kvalitě přiřazování bodového významu a vůbec na teoretické odůvodněnosti rozdělení nákladů rekreatantů na jednotlivé charakteristiky rekreačních lokalit.

Svou podstatou nepatří mezi metody využívající kategorizaci spotřebitelské úspory, ale patří do rámce metod mezního užítku. Tuto metodu (shadow price method) uvádí Gregory (1987) na příkladu produkce dřeva a zvěřiny z jednotky plochy lesa. Obecně je však možné kombinovat prakticky jakékoliv dvojice užitných hodnot. Přístup využívá teorie marginální analýzy, podstaty Paretova optima, funkce produkčních možností a příjmu. Princip lze názorně ukázat na příkladu.

Je-li les obhospodařován např. pro poskytování dvou užitných hodnot - dřeva a rekreace, vytvoří se na základě dostupných informací, diskusí a vyjádření expertů tzv. „křivka produkčních možností“ (production possibility curve), kombinace těchto dvou užitných hodnot pro danou nákladovou úroveň na jednotku plochy v určité lokalitě. Příklad je schematicky znázorněn na obr. 8.

Jestliže je pro danou lokalitu podle údajů a expertních odhadů kombinace poskytovaných užtůk optimální např. v bodě a , tj. n_a ročnímu přírůstu dřeva v m^3 odpovídá m_a rekreačních dnů v roce na jednotku plochy, pak v tomto bodě se izokřivky stejných produkčních možností dané nákladové úrovně dotýká přímka stejného příjmu z kombinace poskytovaných užitných hodnot dané úrovně. Souřadné osy znázorňující množství užitných hodnot protne přímka v bodech d a r . Znamená to, že z ročního přírůstu dřeva d v m^3 na pni by měl plynout stejný příjem jako z r rekreačních dnů v roce. Pak tedy již jednoduše: tržní cena d v m^3 se rovná ceně r rekreačních dnů, zjistíme tak cenu jednoho rekreačního dne, současnou rekreační cenu lokality a potenciální rekreační cenu lokality, kdyby byla určena jen pro poskytování rekreace (množství m rekreačních dnů).

Opět je zde v úvahách i v praktické aplikaci několik míst, podtrhujících problematičnost výsledku. Přístup však již zřejmě nemá tak vysokou míru fiktivnosti z pohledu reálné využitelnosti jako v předchozích případech. Lze v něm vidět racionálnější jádro než ve většině ostatních uvedených postupů, protože na jeho základě by bylo možné vyjadřovat ztráty majitele či lesního hospodáře z produkce, z produkční, ekonomické funkce, jdoucí na úkor poskytování dané sociální užité hodnoty, sociální funkce. Pak by bylo možné podle něj odvozovat a požadovat příslušnou platbu, kompenzaci v různých formách od jiných subjektů za poskytování určité užité hodnoty. Je nutné si povšimnout, že se však jedná „pouze“ o náhradu ztráty za poskytovanou sociální užitnou hodnotu, ne o cenu užítu pro spotřebitele.

ŠIRŠÍ CENA SOCIÁLNÍCH FUNKCÍ LESA

Dosud byly diskutovány užtůky, které využívají jednotliví konkrétní spotřebitelé. Jednalo se především o rekreaci a rekreanty, takže cena se vyjadřovala především jejich ochotou potenciálně platit. Ale sociální funkce lesa, užité hodnoty nemají často význam jen pro jednotlivé spotřebitele, kteří je konkrétně využívají, ale pro daleko širší okruh lidí a pro celou společnost.

Např. samotná možnost rekreace v lese může mít cenu i pro ty lidi, kteří se do lesa rekreovat nejedou, ale oceňují vůbec jen to, že tato možnost pro ně existuje. Byli by tedy ochotni zaplatit určitou částku za udržení potenciálních možností pro sebe či pro své děti se v lese rekreovat, i když mezi aktivní uživatele rekreace v lese nepatří. Tento případ je důležitý zejména při rozhodování o ta-

kových změnách v přírodě, které jsou nevratné, o lokalitách, které mají jedinečné zvláštnosti. Tam, kde nejsou jednotlivé kvality prostředí tak výjimečné a mohou být nahrazeny jinak a jinde, nemá daná cena takový význam. Tato cena se uvádí často jako tzv. „cena možnosti volby“ (option value). Teorie volby byla vyvinuta podle Gregoryho (1987) především Weisbrodem v r. 1964 a Krutillou v r. 1967.

Obdobnou podstatu má „cena ochrany přírody“ (preservation value). Např. někteří lidé by byli ochotni zaplatit potenciálně určitou částku za udržení konkrétního přírodního prostředí, živočišných a rostlinných druhů atd., aniž by s nimi jinak v životě přišli jakkoliv do styku. Prakticky stejně je tomu však s celým zdravotně hygienickým a kulturně naučným blokem funkcí lesa. Pro zjištění takové ceny se v rámci přístupu na bázi teorie mezního užítu a spotřebitelské úspory naskytají především tzv. přímé metody, tj. metody dotazování, jejichž rámcovou kritickou analýzu jsme již provedli.

ZÁVĚR

Lze říci, že v oceňování významu funkcí lesa netrzního charakteru bude vždy enormní podíl subjektivního faktoru, protože zde nemůže dojít ani částečně k reálné objektivizaci výchozích cen prostřednictvím reálné směny, tržního mechanismu. Konkrétních postupů, kterými lze dospět k vyjádření významu sociálních funkcí lesa pro společnost, je relativně velké množství. Uvedené oceňovací metody jsou jen jednou částí z nich, i když někteří autoři mají tendenci považovat je za jediné, které oceňování jednotlivým a uceleným způsobem umožňují. V každém případě se metody oceňování sociálních funkcí lesa vyznačují množstvím subjektivních, tzv. „expertních odhadů“, ovlivněných řadou subjektivních hypotetických (předpokládaných) fiktivních faktorů. Je také otázka, zda je vhodné v takové situaci a při zmíněné kvalitě vypovídací schopnosti odvozených peněžních ukazatelů volit teoreticky i prakticky poměrně složité, často až scholasticky působící a navíc pracově náročné metody. Zda mohou reálně pomoci metod, které budou sice stále podrobnější, budou odstraňovat v podstatě dílčí problémy, avšak principiální problémy budou zůstat.

Metody nelze oddělovat od svých cílů. V diskutovaných případech se jedná především o odvození ceny užítu pro účely posuzování efektivnosti (v tomto případě nejen ekonomické, ale sociálně ekonomické) konkrétních variant alokace zdrojů na konkrétních lokalitách. V poslední době u nás hovoříme především o náležitě potřebě konstrukce úředních cen lesa pro účely sankčního, prohibitivního a limitního charakteru. Pak lze zřejmě výhodněji využít i jiných expertních metod, v jejichž rámci se srovnává význam jednotlivých funkcí a jejich kvalitativních stupňů nejdříve prostřednictvím různých preferenčních stupnic s následným přiřazením ceny.

Takový přístup je u nás velmi dobře znám a v řadě prací se dále rozvíjí, i když se zdá, že některé postupy jsou v teoretické i praktické rovině spíše naopak neuměrně zjednodušeny a generalizovány. Nevycházejí z konkrétního významu působení jednotlivých funkcí lesa v krajinných systémech a ve společnosti, ale ve spojitosti s uvedenými účely zřejmě z poměrně hrubé kategorizace lesů, vypracované pro jiné cíle. Pokud by se podařilo dané ocenění účelně diferencovat při zachování poměrně jednoduchého a jasného principu a nízké pracovní náročnosti, bylo by možné uvažovat s jeho využí-

tím i pro posuzování preferencí a poměřování vhodnosti alokace zdrojů v některých případech. Kvalita a vypovídací schopnost by byla zřejmě obdobná jako u metod rámcově prodiskutovaných.

Některým autorům se stává, že jimi vytvořenou cenu sociálních užitků a funkcí lesa, která má vždy subjektivní charakter, nevydávají za svůj pohled na věc, za svůj názor, ale za něco, co pak náhle stojí jaksí nad nimi, za něco objektivně a jednoznačně platného. Jestliže je vytvořena taková cena např. rekreační či zdravotní aj. funkce obdobného charakteru, nelze neosobně tvrdit mj., že význam této funkce lesa v penězích je x krát větší než význam jeho produkční funkce, protože je x krát vyšší její cena ve srovnání s cenou produkční funkce. Daleko objektivnější a vědecky zřejmě odpovědnější by bylo tvrdit, že takto já, který jsem danou cenu sociální funkce lesa vytvořil, navrhuji, aby byla příslušná cena lesa vysoká, navrhuji, aby byla x krát vyšší, než cena užitků a funkcí lesa objektivizovaných reálnou směnou, trhem.

Neuvádí se, že produkční funkce nemá jen ekonomický význam, projevující se příslušnou pozemkovou rentou, ale i sociální; že nemá jen ekonomickou stránku efektu, ale i sociální stránku jako nakonec každá funkce lesa. Význam této stránky se však s významem sociální funkce (její sociální stránky) nepoměřuje. Chceme-li poměřovat význam sociálních a ekonomických funkcí lesa v penězích formě, měli bychom tak činit systémově, tj. nesrovnávat jen masu hypotetické spotřebitelské úspory či obecně jakoukoliv metodou odvozené ceny sociální stránky zdravotně hygienických a kulturně naučných funkcí s cenou produkčních funkcí na bázi pozemkové renty, která plyne z jejich ekonomické stránky. Je ale třeba srovnávat cenu sociální stránky těchto funkcí s cenou sociální stránky efektu produkčních funkcí a obdobně srovnávat cenu ekonomické stránky funkcí, vycházející z pozemkové renty, je-li v případě tzv. sociálních funkcí jaká (v konkrétních situacích může reálně existovat). Problém pak opět do určité míry zůstává subjektivně hypotetická rovina souměřitelnosti obou druhů takto odvozovaných cen ekonomického a sociálního významu z důvodu jejich dvojí vypovídací úrovně a obsahové kvality.

Literatura

- BERGEN, V.: Zur Theorie der monetären Bewertung der Sozialleistungen des Waldes. Referát na konferenci IUFRO, S4.04-02: Ökonomische Bewertung der landeskulturellen Leistungen der Forstbetriebe. Göttingen, 1991 : 5.
- DĚDEK, J. et al.: Anglicko-český slovník odborných ekonomických termínů. Ekonomický ústav ČSAV, Academia 1990 : 56.
- GREGORY, G. R.: Forest resource economics. New York, Ronald Press Company 1972 : 548.
- GREGORY, G. R.: Resource economics for foresters. New York, John Wiley & sons 1987 : 477.
- MERLO, M. - SIGNORELLO, G.: Alternative Bewertung von Erholung in der freien Landschaft in Italien. Referát na konferenci IUFRO, S4.04-02. Göttingen, 1991 : 9.
- PEARSE, P. H.: Introduction to forestry economics. Vancouver, University of British Columbia Press 1990 : 226.
- PRICE, C.: The theory and application of forest economics. Oxford, B. Blackwell Ltd. 1989 : 402.
- SAMUELSON, P. A. - NORDHAUS, W. D.: Ekonomie. Praha, Svoboda 1991 : 1011.
- DE STEIGUER, J. E.: Externe Effekte und Forstwirtschaft: einige an Forscher gerichtete Anregungen. Referát na konferenci IUFRO, S4.04-02. Göttingen, 1991 : 11.

ŠIŠÁK, L.: Struktura efektů a efektivnosti výrobních procesů. Sbor. Ústav aplikované ekologie a ekotechniky VŠZ Praha, 1987, č. 6 : 149-162.

ŠIŠÁK, L.: Vztah ekonomických, sociálních a ekologických efektů při hodnocení výrobních procesů. Politická ekonomie, 1989, č. 4 : 488-496.

ŠIŠÁK, L.: Teoretickometodické aspekty vyjadřování významu lesa pro společnost. [Závěrečná zpráva.] Ústav aplikované ekologie a ekotechniky VŠZ Praha, Kostelec n. Č. lesy, 1990 : 199.

ŠIŠÁK, L.: Metody oceňování sociálních funkcí lesa vycházející ze subjektivní teorie hodnoty, z teorie mezního užitku. [Výzkumná zpráva.] Lesn. fak. VŠZ Praha, 1992 : 46.

Došlo 12. 11. 1992

ŠIŠÁK, L. (University of Agriculture Praha, Faculty of Forestry, Kostelec nad Černými lesy): *Willingness to pay potentially as a method of evaluation of the importance of social benefits of the forest*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (3-4) : 151-160.

The paper deals with an evaluation of social aspects of forest functions with special respect to the methods applying the marginal benefit consumer surplus and willingness to pay theory.

Unlike the economic aspects, the social aspects of forest functions do not directly reflect the real economic importance of forest functions, the importance of economic effect and economic effectiveness related to real time economy, do not directly have the material value, do not pass through the real market. In fact they imply immaterial, social needs of people, directly derived from the immaterial, spiritual aspect of the man's existence and their needs. Real demand for and real supply of the social aspects of forest functions, social functions is existing, but outside the real market.

Every forest function is potentially the unity of economic and social aspects. It can participate in real market relations through its economic aspects. If e.g. a given case implies spendings for intensification of some function (recreational one) and if this intensification provides incomes from holiday-makers (tickets sold), this function is taken into the real economic sphere, real reproduction process and real market relations. Then the given function has not only social characteristics but also the economic ones, and becomes a socio-economic function. The main blocks of functions with clearly visible economic aspects include production functions (particularly timber-production one) and protection functions (water, soil and air protection). The main blocks of functions with clearly visible social aspects comprise health-hygienic functions (including recreational and health functions of the forest) and cultural-scientific functions.

Social functions of the forest are often evaluated for the purposes of allocation of sources at the different localities, that means for an evaluation of the effectiveness of forest utilization scenarios, its management scenarios, forest function intensification and for determination of the amounts of payments granted in different forms to the owners or forest managers for the provision of social benefits. It is also desirable to determine the forest price for official purposes to meet sanctional, prohibitive and limiting requirements. Other expert methods than only those based on the theory of consumer surplus can be used to determine the official price of the forest social function importance. The results may be available very quickly, without any lengthy and tedious investigations

and result processing. The informative quality of the determined parameters can be comparable with the results obtained by the consumer surplus theory methods.

A consumer surplus of forest functions, hypothetical and fictitious in itself, is in principal an analogy of the nonfictitious, really functioning land rent. Consumer surplus, and also land rent, are dynamic flowing variables describing the importance of the function in terms of money. But for the purposes of forest valuation as a subject providing the given functions the price shall be given in static form - as capitalization of consumer surplus by proper time factor similarly like in the case of land rent capitalization. The general importance of the given forest function lies not in the sum of the paid market price and consumer surplus, but in land rent (which is a basis for determining the price of economic aspects of forest functions for the owner or producer) and in consumer surplus (the price of social aspects of forest functions for the consumer). The general importance of the subject with respect to its economic and social aspects should be given in terms of capitalization of these variables.

It is not a system approach to compare the importance of some functions (e.g. recreational ones) with the importance of other functions (production ones) only according to the amount of hypothetical, fictitious consumer surplus of recreational functions and of really existing land rent from production functions if the production functions also imply a hypothetical consumer

surplus (consumer who would be able and willing to pay for timber more than is the current price in the market do exist). The amount of consumer surplus of both kinds of functions and the amount of land rent issuing from both kinds of functions should be compared (if at a given locality a part of land rent also comes from recreational functions). There is a certain possibility to compare the importance of the hypothetical subjective consumer surplus derived from the prices not accepted and objectivized in the real market with the importance of land rent reflecting the prices accepted and objectivized in the real market. But here we speak about two sorts of importance, about two kinds of prices with different informative levels and contents quality.

This is a comparison of these two variables - one is subjective and the other is objective - that is problematic with respect to the real market relations and remains at a subjectively hypothetical plane. Detailed approach can answer some partial questions, but it can hardly solve the basic problem. The results of the methods of valuation belong to the important preferential criteria for the decision on source allocation: they are also a component of strictly purpose-oriented official forest prices. When the results are interpreted, we must be aware of these problematic aspects and the results cannot be taken as absolute.

forest valuation; social functions; marginal benefit theory; willingness to pay

Kontaktní adresa:

Ing. Ludvík Šišák, CSc., Vysoká škola zemědělská Praha, lesnická fakulta, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

Původ smrkového lesa a jeho rozšíření v Norsku

Smrkový les zaujímá více než polovinu veškerého norského lesa a smrkové dřevo je nejdůležitější surovinou pro dřevozpracující průmysl této země. Až dosud byla historie smrkového lesa Skandinávie málo prozkoumána, zejména pokud jde o norskou oblast. V důsledku nedostatku vhodných metod výzkumu byla představa o době imigrace smrkového lesa a jeho rozšíření založena spíše na minimu fakt a maximu odhadů. Ještě v roce 1948 se zdálo, že smrk přežil poslední dobu ledovou na bezledých partiích západního Norska. Dnes, kdy datování pomocí izotopů a pylové analýzy umožňuje vysvětlit přírodopisný „archív“, který je uchován v sedimentech rašeliníšť a jezer, bylo možné získat jistější svědectví o prehistorii norské nejdůležitější dřeviny, která má v angličtině název přímo symbolický, Norway spruce.

Ulf Hafsten z univerzity v Trondheimu prováděl systematický výzkum smrkového lesa, založený na pylové analýze, kombinovaný s datováním rašelinových odběrů pomocí C^{14} . Tento výzkum stejně jako výzkum finský jasně dokazují, že smrkový les se ve Skandinávii etabloval z východu při šíření ze základní oblasti smrku v severním Rusku. Hraniční oblast u Ladožského jezera smrk osídlil již asi před 5500 lety. Trvalo celkem asi 2500 let, než se smrkový les dostal na západní pobřeží Finska a do hraniční oblasti se severním Švédskem. Další 500 let trvalo pronikání smrkového lesa severním Švédskem až do středních a jižních oblastí Norska. Nejstarší etablování se smrkového lesa v Norsku v Lierne proběhlo na přelomu doby bronzové a doby železné (přibližně 500 až 400 let př. n. l.). Ve středním Norsku musel smrkový les sledovat přírodní průrvy nebo sedla v hraničních horách, aby pronikl do země. Na jihu země pronikal bez velké překážky na široké frontě, protože tu nejsou žádné topografické zábrany. Vědecké výzkumy posledních let dokazují, že na více místech středního Norska byl lokální postup smrkového lesa zbrzděn a další expanze nebo dokonalejší obsazení oblastí smrkovým lesem proběhlo až po delší fázi stagnace. To se odráží v různých pylových diagramech, kdy pylová množství po lokálním etablování se smrkového lesa ve starší době železné jsou menší. Teprve v hloubce odpovídající vikingské době (neboli ranému středověku) dochází ke konečnému rozsáhlejšímu zvýšení množství smrkového pylu. Bylo prokázáno, že stagnace v šíření smrkového lesa byla v mnoha případech způsobena expanzí zemědělské činnosti. Když zanikl zemědělský provoz (např. v důsledku moru nebo tísňových situací v pozdním středověku), smrkový les dále postupoval.

Výsledky výzkumu ukazují, že představa, kterou vědci měli o téměř momentálním regionálním šíření smrku jako odpovědi na klimatické změny, ke kterým došlo asi 500 let př. n. l., platí jen částečně. Dobývání norská smrkovým lesem byl dlouhodobý proces, který trval přibližně 2000 let. - (*Aarbok N. Skogbruksmuseum, 1990 - 1992, s. 9 - 25, M. Pagač*)

EVALUATION OF FUNCTIONAL PARAMETERS OF WORKING ORGANS OF BRUSH CUTTERS

Z. Černý, J. Neruda, R. Ulrich

University of Agriculture, Forestry Faculty, 613 00 Brno

The present time is a boom of the use of brush cutters in the forest management. Sufficient objective data on functional parameters of their cutting tools are still missing. Our research comprised laboratory and field tests of a set of cutting tools. Relationships between the tool model, tree species, cutting efficiency and required input power could be formulated on the basis of test results. All users of brush cutters should know that one model of cutting tool with gullet teeth is sufficient enough for brush cutter crosscutting. Investigations were aimed at these tree species: spruce, beech and birch.

forest management; brush cutters; cutting tools; tooth system; cutting efficiency; input power; practical use

Brush cutters are special portable implements with a broad spectrum of opportunities for practical use. The present time is a boom of the use of brush cutters in different industries of the economy.

A wide range of brush cutter models is nowadays manufactured all the world round. Brush cutter users can choose not only an optimum brush cutter model but also the most convenient model of tool from the supply of product variety.

Neither much information nor data on functional (qualitative) parameters of the different types of tools has been available in practice or in technical literature which could be applied optimally in practical conditions.

The existence of such information sources would be not only a theoretical but also a practical contribution since it would help and facilitate the buyers of brush cutters to choose the most suitable tool.

METHODS

Sets of working tools manufactured by the leading world manufacturers were tested within our research: Husquarna, McCulloch, Oregon, Sandvik and Stihl. The sets comprised these tools:

- metal mowing tools for weed and advance growth cutting, or for willow riparian stand pruning;
- circular saws for young tree felling (cutting) during cleanings in stands of pre-thinning age.

Only the results of tests of circular saws for felling are presented in this paper to reduce its extent.

The tests consisted of two procedures:

- a) laboratory measurements,
- b) field measurements.

LABORATORY MEASUREMENTS

The main goal of laboratory measurements was to determine experimentally times needed for the cutting of these material samples:

- fresh spruce, beech and birch scantlings of the 60 x 60 mm size,
- bundles of green osiers,
- bundles of wooden skewers.

The determined cutting times and cutting areas were used to calculate an important variable - cutting efficiency. While determining the cutting time, torque values were also studied during cutting operations with cutting tools. Power inputs of cutting tools were calculated from the torque values.

A d.c. dynamometer DS 446 - 2/V was used for these laboratory tests; cutting tools were installed on its output shaft. The dynamometer served as a power supply. It operated in the regime of constant speed; the known value of the output shaft speed with a cutting tool being set (this set up value was 7,500 rpm), it was possible to calculate the input power from the recorded torque value.

The dynamometer was equipped with a tensometric transducer of dynamometer motor reaction moment to register the torque in the process of cutting. In connection with a measuring amplifier M 1101 and low-pass filter M 1304 the transducer was a source of signal registered by a direct-recording ray oscillograph Visicorder 2206 - Honeywell. The torque peak values during cutting were calculated from the amplitudes of the reaction moment curves for cutting tools read on the oscillograph.

Other dynamometer attachments were used for the tests that were to control the constant thrust of fixed material samples and the cut material position and to guarantee the electromechanical fine measuring of cutting time.

Under these conditions it was possible to calculate power inputs for the investigated cutting tools during material sample cutting using this equation:

$$P = \frac{Mr \cdot n}{9.73} \quad (W)$$

where: P - input power of brush cutter working tool,
 Mr - torque, peak value (Nm),
 n - revolutions per minute.

Cutting efficiency, as the base parameter influencing the operating performance of brush cutters, was calculated from this relation:

$$R = \frac{S}{t} \quad (cm^2 \text{ per s})$$

where: R - cutting efficiency,
 S - cutting area of material sample (cm^2),
 t - cutting time (s).

The material of test samples to be cut:

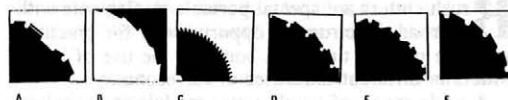
- fresh nondried scantlings (of spruce, beech and birch) of the 60 x 60 mm size,
- bundles of green osiers put together in such a shape that the cutting area will make about 16 cm^2 ,
- bundles of wooden skewers.

These material samples were used to create the conditions of laboratory tests as identical as possible with the practical conditions of work in the forest, that means with cleanings in spruce, birch and beech plantations and new growths (scantlings), removal of shrub new growths,

I. The order of circular saws for wood according to their cutting efficiency R - laboratory test - spruce

Order	Manufacturer	Model	Cutting efficiency R ($\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	Torque M_K (Nm)	Input power P (W)	P/R quotient ($\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}$)	Tooth system
1.	Husquarna	Maxi-200	360	0.85	655	1.8	F
2.	Sandvik	Maxi-200	327	0.45	347	1.1	F
3.	Sandvik	Liberg-200	240	0.55	424	1.8	B
4.	Sandvik	EIA-200	225	0.45	347	1.5	D
5.	Husquarna	Scarlett-200	212	0.45	347	1.6	D
6. - 7.	Oregon	80T-255	200	0.70	540	2.7	C
6. - 7.	Oregon	EIA-200	200	0.40	308	1.5	D
8. - 10.	Stihl	EIA-225	180	0.30	231	1.3	D
8. - 10.	Oregon	EIA-225	180	0.50	385	2.1	D
8. - 10.	Oregon	Cobra	180	0.60	462	2.6	A
11.	McCulloch	Maxi-200	171	0.15	116	0.7	F
12.	McCulloch	80P-255	164	0.25	192	1.2	C
13. - 14.	McCulloch	80P-200	156	0.17	131	0.8	C
13. - 14.	Husquarna	Maxi-225	156	0.40	308	2.0	F
15.	Stihl	48T-225	116	0.55	424	3.7	C

Note to Tabs. I to III: The best three circular saws of the same manufacturer were chosen for evaluation



II. The order of circular saws for wood according to their cutting efficiency R - laboratory test, beech

Order	Manufacturer	Model	Cutting efficiency R ($\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	Torque M_K (Nm)	Input power P (W)	P/R quotient ($\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}$)	Tooth system
1.	Sandvik	Maxi-200	400	0.75	578	1.5	F
2.	Oregon	EIA-225	327	0.60	424	1.3	D
3.	Sandvik	Liberg-200	257	0.55	424	1.7	B
4. - 5.	Husquarna	Scarlett-200	225	0.45	347	1.5	D
4. - 5.	Oregon	80T-230	225	0.90	693	3.1	C
6. - 7.	Oregon	EIA-200	212	0.40	308	1.5	D
6. - 7.	Husquarna	Maxi-200	212	0.65	501	2.4	F
8.	Sandvik	XRT-200	200	0.55	424	2.1	E
9.	Husquarna	Scarlett-225	180	0.40	308	1.7	D
10.	Stihl	EIA-225	164	0.45	347	2.1	D
11.	McCulloch	80P-255	144	0.75	578	4.0	C
12.	McCulloch	80P-230	113	0.80	617	5.5	C
13.	McCulloch	Maxi-200	100	0.55	424	4.2	F
14.	Stihl	48T-225	52	0.55	424	8.2	C

or pruning of willow riparian stands (osiers) and mowing of forest weeds (skewers).

FIELD MEASUREMENTS

Field measurements of functional parameters of cutting tools of brush cutters consisted of two parts:

- operational tests aimed at cutting tool testing in practical conditions in the forest, namely in the process of cleanings, weed mowing and pruning of willow riparian stands,
- tests on a test polygon.

These tests were performed by the same worker both in the forest and on the test polygon, to provide for the comparability of the results. In all cases the same brush cutter of the Stihl FS 220 model and of the weight 7.7 kg was used.

Operational tests

Field tests of functional parameters of cutting tools of brush cutters for cleanings and weed mowing were performed in the Telč Forest Enterprise. The tests were made on experimental areas in a spruce new growth with rela-

III. The order of circular saws for wood according to their cutting efficiency R - laboratory test, birch

Order	Manufacturer	Model	Cutting efficiency R (cm ² .s ⁻¹)	Torque M_K (Nm)	Input power P (W)	P/R quotient (W.cm ² .s)	Tooth system
1.	Sandvik	EIA-225	211	0.35	269	1.3	E
2.	Sandvik	Maxi-200	189	0.55	424	2.2	F
3.	Stihl	EIA-225	180	0.40	308	1.7	D
4.	Sandvik	Maxi-225	171	0.55	424	2.5	B
5.	Oregon	80T-225	156	0.80	617	4.0	C
6.	Oregon	EIA-200	150	0.50	385	2.6	D
7. - 10.	Husquarna	Scarlett-200	124	0.30	231	1.9	D
7. - 10.	Husquarna	Maxi-225	124	0.50	385	3.1	F
7. - 10.	Husquarna	Maxi-200	124	0.55	424	3.4	F
7. - 10.	McCulloch	80P-230	124	0.65	501	4.0	C
11.	McCulloch	80P-255	120	0.65	501	4.2	
12.	Oregon	EIA-225	106	0.70	540	5.1	D
13.	McCulloch	Maxi-200	71	0.65	501	7.1	F
14.	Stihl	48T-225	68	0.90	694	10.2	C

IV. The results of field measurements of parameters of some cutting tools for young forest stand tending

Manufacturer	Model	Mean diameter of section (cm)	Stand density h (ks.m ⁻²)	Stand specific cutting area S (cm ² .m ⁻²)	Operational cutting efficiency R' (cm ² .s ⁻¹)	Labour consumption for geometric tending on 100 m ² area - p (h)
Sandvik	Liberg-200	3.3	3.2	27.4	1.2	0.61
Sandvik	EIA-200	2.5	5.4	26.5	1.9	0.40
Sandvik	Maxi-200	2.7	5.5	31.5	1.6	0.55
Husquarna	Scarlett-200	2.7	3.4	19.5	1.4	0.37
Husquarna	Scarlett-225	2.1	9.1	31.5	1.6	0.54
Husquarna	Maxi-200	1.6	8.9	17.9	1.3	0.38
Oregon	EIA-225	3.2	4.3	34.6	2.1	0.44

Correlations: $R': d, r = 0.23$ $p: d, r = 0.41$
 $R': h, r = -0.06$ $p: h, r = -0.09$
 $R': S, r = 0.63$ $p: S, r = 0.58$
 $p: R', r = -0.24$

Note: Operational cutting efficiency R' indicates the stem section area in forest stand in the given conditions of stem mean diameter and stand density

tively homogeneous mean diameter, height and tree number. The size of the different experimental plots where each tool was tested was about 10 m², bite width of 2 m, while geometric cleanings were practised.

The size of experimental plots for weed mowing was 5 x 5 m. The tests of cutting tools for weed mowing were performed at two localities: - with smaller, softer and less dense growth of reed grass (*Callamagrostis villosa*), - with taller, denser and stiff growth of wood small reed (*Callamagrostis epigeios*). These two localities are situated in a flat country.

These characteristics were investigated in all operational field tests:

- time needed for treatment of the given experimental plot,
- dimensions of cut-off material,
- stand density.

As time and particularly space requirements were great, it was not possible to test all cutting tools in field tests that were tested in laboratory tests. This is the reason why only those cutting tools which had the best parameters in laboratory tests were tested in this case.

Tests of cutting tools on a test polygon

The results of field tests performed in the conditions corresponding to the practical operation of brush cutters showed that the heterogeneity of the stand in which test cleanings with cutting tools were made was so important that it influenced to a great extent the values of the parameters determined in the different models of tools even though we tried to choose maximally homogeneous stands.

Tests of cutting efficiency of some working tools were also performed on a test polygon as we wished to obtain more exact results.

The polygon consisted of 20 fresh scantlings driven into the ground in two straight parallel rows with ten scantlings each. The size of scantlings was 60 x 60 mm, and/or 30 x 30 mm (in the second variant), and their height above the ground was 70 cm. Scantling spacings in the row were 2 m, between-the-row distance was 1 m, scantling rows were staggered by half of this spacing (1 m); that means a chessboard design of scantlings was

Va. The results of field measurements of parameters of some cutting tools on a test polygon - 60 x 60 mm scantlings Test conditions (applies to Tabs. Va to Vc): the polygon consists of pairs of rows with 10 scantlings each (spruce - sp, beech - be, birch - bi), above-ground height of scantlings 60 cm, scantling spacing in rows 2 m, between-the-row distance 1 m, the rows are staggered by half of the spacing (1 m) - chessboard design of scantlings

Manufacturer	Model	Total section area S (cm ²)	Tree species	Cutting time per twin-row t (s)	Total cutting efficiency $R' = S/t$ (cm ² ·s ⁻¹)	Cutting time per scantling $t_h = t/20$ (s)	Order of cutting eff. by species	Resultant order
Stihl	48T-225	720	sp	51.4	14.0	2.6	5.	6.
			be	53.8	13.4	2.7	4.	
			bi	65.9	10.9	3.3	10.	
Stihl	EIA-225	720	sp	44.7	16.1	2.2	2.	2.
			be	46.8	15.4	2.3	2.	
			bi	48.9	14.7	2.5	3.	
Husquarna	Maxi-200	720	sp	53.6	13.4	2.7	7. - 8.	11.
			be	61.7	11.7	3.1	11.	
			bi	68.4	10.5	3.4	11.	
Husquarna	Scarlett-225	720	sp	45.0	16.0	2.3	3.	3.
			be	50.9	14.2	2.6	3.	
			bi	47.2	15.3	2.4	2.	
Husquarna	Scarlett-200	720	sp	49.9	14.4	2.5	4.	4. - 5.
			be	57.7	12.5	2.9	6.	
			bi	56.4	12.8	2.8	5.	
Sandvik	Liberg-200	720	sp	56.9	12.7	2.9	11.	9. - 10.
			be	59.5	12.1	3.0	9.	
			bi	60.3	11.9	3.0	8.	
Sandvik	EIA-200	720	sp	53.9	13.4	2.7	7. - 8.	7.
			be	58.3	12.4	2.9	7.	
			bi	59.3	12.1	3.0	7.	
Sandvik	Maxi-200	720	sp	56.2	12.8	2.8	10.	8.
			be	58.5	12.3	2.9	8.	
			bi	58.1	12.4	2.9	6.	
Oregon	Cobra	720	sp	54.5	13.2	2.7	9.	9. - 10.
			be	60.2	12.0	3.0	10.	
			bi	64.1	11.2	3.2	9.	
Oregon	EIA-200	720	sp	52.8	13.6	2.6	6.	4. - 5.
			be	56.7	12.7	2.8	5.	
			bi	56.0	12.9	2.8	4.	
Oregon	EIA-225	720	sp	39.5	18.2	2.0	1.	1.
			be	42.8	16.8	2.1	1.	
			bi	43.7	16.5	2.2	1.	

used in each twin-row. The whole polygon consisted of two pairs of rows of spruce, beech and birch scantlings of the 60 x 60 mm size and of scantlings of the same species of the 30 x 30 mm size.

The tests on this polygon were to simulate the operation of brush cutters during cleanings (the brush cutter was used during test cuttings on the polygon in the same way as during actual work), but in the specific conditions (dimensions and location of cut-off material - scantlings) which could be observed for all partial tests of the cutting tools. The results obtained from these simulations are

more objective in regard of the comparison of cutting tools than the results from actual operation in natural conditions.

All selected models of cutting tools that were tested in field operational tests during cleanings, and Stihl circular saws which were available only after the end of operational tests, were tested during these tests on the polygon. We did not have McCulloch working tools either for operational tests or for polygon tests, therefore only the results of laboratory tests are presented for these tools.

Vb. The results of field measurements of parameters of some cutting tools on a test polygon - 60 x 60 mm scantlings. Detailed time measurements from videorecords. Test conditions cf. Tab. Va

Manufacturer	Model	Total section area S (cm ²)	Tree species	$\varnothing$ cutting time per scantling t_h' (s)	Standard deviation of cutting time $s_{t_h'}$ (s)	$s_{t_h'}/t_h'$ quotient (%)	Transfer time from scant. to scant. t_p (s)	Cur. time t' order by tree species	Resultant order of tools by t_h'
Stihl	48T-225	720	sp	0.94	0.32	34	2.29	11.	8. - 9.
			be	0.88	0.09	10	1.94	9.	
			bi	0.69	0.15	22	1.85	6.	
Stihl	EIA-225	720	sp	0.67	0.13	19	2.08	6.	4.
			be	0.44	0.05	11	1.92	2.	
			bi	0.71	0.08	11	2.22	7.	
Husquarna	Maxi-200	720	sp	0.58	0.07	12	2.17	4.	8. - 9.
			be	1.22	0.57	47	2.55	11.	
			bi	1.68	1.14	68	2.54	11.	
Husquarna	Scarlett-225	720	sp	0.45	0.14	31	1.88	2.	2.
			be	0.65	0.28	43	2.02	3.	
			bi	0.68	0.19	28	2.52	5.	
Husquarna	Scarlett-200	720	sp	0.49	0.10	20	2.11	3.	3.
			be	0.66	0.19	29	2.16	4.	
			bi	0.65	0.16	25	2.27	3. - 4.	
Sandvik	Liberg-200	720	sp	0.84	0.26	31	1.95	10.	10.
			be	0.80	0.24	30	2.15	6. - 7.	
			bi	1.03	0.35	34	2.26	10.	
Sandvik	EIA-200	720	sp	0.64	0.21	33	2.13	5.	7.
			be	0.80	0.14	18	2.33	6. - 7.	
			bi	0.75	0.15	20	2.20	8.	
Sandvik	Maxi-200	720	sp	0.77	0.33	43	2.22	8.	6.
			be	0.82	0.19	23	2.29	8.	
			bi	0.56	0.18	32	2.21	2.	
Oregon	Cobra	720	sp	0.80	0.67	84	2.06	9.	11.
			be	0.91	0.34	37	2.40	10.	
			bi	0.88	0.26	30	2.54	9.	
Oregon	EIA-200	720	sp	0.68	0.26	38	1.91	7.	5.
			be	0.76	0.25	33	2.06	5.	
			bi	0.65	0.24	37	2.10	3. - 4.	
Oregon	EIA-225	720	sp	0.28	0.05	18	1.70	1.	1.
			be	0.42	0.11	26	1.94	1.	
			bi	0.46	0.05	11	1.75	1.	

EVALUATION OF TEST RESULTS

LABORATORY TESTS OF CUTTING EFFICIENCY

Laboratory tests demonstrated the great effect of the tooth system of circular saws on both important parameters, i. e. on cutting efficiency and on required power input of the saw. Data specifications are shown in Tabs. I to III.

Circular saws can be divided into two base group according to the type of teeth:

- circular saws with standard triangular teeth,
- circular saws with progressive so called gullet teeth (saws with planing teeth can also be included in this group).

The whole group of circular saws with standard teeth (of all manufacturers) was proved to have considerably lower cutting efficiency and higher input power than the group of circular saws with gullet teeth.

A relationship between cutting efficiency and required input power is very important. In Tabs. I to III this relationship is given as a P/R quotient documenting the effectiveness of energy expended for cutting. The P/R quotient shows energy consumption needed for the cutting of 1 cm² material area per second. The tables show that there is not always such a relationship between these variables that the input power will correspond to cutting efficiency, that means higher input power for higher efficiency and vice versa. The test results indicate in fact that circular saws with low cutting efficiency often require

Manufacturer	Model	Total section area S (cm ²)	Tree species	Cutting time per twin-row t (s)	Total cutting efficiency $R' = S/t$ (cm ² ·s ⁻¹)	Cutting time per scantling $th = t/20$ (s)	Order of cutting eff. by species	Resultant order
Stihl	48T-225	180	sp	30.5	5.9	1.5	9.	8.
			be	31.7	5.7	1.6	8.	
			bi	36.8	4.9	1.8	9. - 10.	
Stihl	EIA-225	180	sp	29.3	6.1	1.5	7. - 8.	9.
			be	34.5	5.2	1.7	9.	
			bi	37.5	4.8	1.9	11.	
Husquarna	Maxi-200	180	sp	26.8	6.7	1.3	1.	2.
			be	30.7	5.9	1.5	4. - 5.	
			bi	31.4	5.7	1.6	3.	
Husquarna	Scarlett-225	180	sp	35.7	5.1	1.8	11.	11.
			be	35.5	5.1	1.8	10.	
			bi	36.7	4.9	1.8	9. - 10.	
Husquarna	Scarlett-200	180	sp	32.5	5.5	1.6	10.	10.
			be	36.7	4.9	1.8	11.	
			bi	34.6	5.2	1.7	8.	
Sandvik	Liberg-200	180	sp	28.4	6.3	1.4	3. - 4.	4.
			be	28.4	6.3	1.4	3.	
			bi	32.7	5.5	1.6	5. - 6.	
Sandvik	EIA-200	180	sp	29.2	6.2	1.5	5. - 6.	
			be	30.8	5.8	1.5	6. - 7.	6. - 7.
			bi	33.2	5.4	1.7	7.	
Sandvik	Maxi-200	180	sp	29.7	6.1	1.5	7. - 8.	6. - 7.
			be	31.3	5.8	1.6	6. - 7.	
			bi	32.3	5.6	1.6	4.	
Oregon	Cobra	180	sp	28.7	6.3	1.4	3. - 4.	5.
			be	30.7	5.9	1.5	4. - 5.	
			bi	32.7	5.5	1.6	5. - 6.	
Oregon	EIA-200	180	sp	29.1	6.2	1.5	5. - 6.	3.
			be	28.1	6.4	1.4	2.	
			bi	30.1	6.0	1.5	2.	
Oregon	EIA-225	180	sp	27.7	6.5	1.4	2.	1.
			be	26.5	6.8	1.3	1.	
			bi	28.3	6.4	1.4	1.	

high input power, that means their energy utilization is far from being optimum.

Technical data of tested circular saws are presented in Tab. VI.

FIELD TESTS IN FOREST STANDS

Tab. IV shows the results of field tests of some cutting tools performed in keeping with prescribed methodologies.

The results of these tests and their comparison with the data in Tabs. I to III document that the results of the operation of the various circular saws during outdoor work are considerably different from their operation in laboratory tests.

After a detailed analysis of the causes of this situation, explanations may be as follows:

- the natural conditions are so heterogeneous that the conditions were not identical for all circular saws although we tried to choose homogeneous and structure-identical stands. Particularly the stand density and mean diameter of crosscut trees were variable characteristics;
- heterogeneity of the conditions is obvious from the data in the column „Specific cutting area of forest stand - S' “ of Tab. IV. This variable shows the average cross-cut area of stems per stand unit area;
- a close correlation between the S' variable and cutting efficiency or labour consumption is also demonstrated by correlation coefficients shown in Tab. IV.

Manufacturer	Model	Outside diameter D (mm)	Running speed (m.s ⁻¹)	Weight m (g)	Diameter b (mm)	Kerf width (mm)
Sandvik	EIA-225	225	88.4	550	1.88	4.05
Sandvik	EIA-200	200	78.5	330	1.50	3.35
Sandvik	Maxi-225	225	88.4	500	1.83	3.85
Sandvik	Maxi-200	200	78.5	350	1.51	3.70
Sandvik	XRT-225	225	88.4	530	1.84	3.65
Sandvik	XRT-200	200	78.5	340	1.52	3.40
Sandvik	Liberg-225	225	88.4	500	1.82	3.60
Sandvik	Liberg-200	200	78.5	340	1.49	3.45
Sandvik	80Tx200	200	78.5	310	1.48	2.35
Husquarna	Scarlett-225	225	88.4	520	1.80	3.95
Husquarna	Scarlett-200	200	78.5	360	1.53	4.20
Husquarna	Maxi-225	225	88.4	520	1.81	3.90
Husquarna	Maxi-200	200	78.5	350	1.51	3.85
Oregon	Cobra	225	88.4	515	1.77	4.85
Oregon	80T-200	200	78.5	320	1.37	2.48
Oregon	80T-230	230	90.3	400	1.85	2.80
Oregon	80T-255	255	100.1	490	1.36	2.70
Oregon	EIA-225	225	88.4	530	1.89	3.95
Oregon	EIA-200	200	78.5	340	1.50	3.15
Stihl	EIA-225	225	88.4	530	1.80	2.85
Stihl	48T-225	225	88.4	450	1.59	3.70
McCulloch	80P-255	255	100.1	420	1.40	2.20
McCulloch	80P-230	230	90.3	420	1.40	2.35
McCulloch	80P-200	200	78.5	330	1.45	2.50
McCulloch	Maxi-200	200	78.5	380	1.56	3.50

This logical conclusion may be deduced from the above facts:

The time needed for the operation of young tree cross-cutting is so short in the test circular saws in comparison with the time needed for the transfer of the saw from tree to tree that the operational cutting efficiency is considerably influenced (in a negative sense) by these transfer times.

FIELD TESTS ON A TEST POLYGON

Tabs. Va, b, c show the results of the tests of working tool cutting efficiency on a test polygon.

The tables show two groups of data:

- the data indicating the total time needed for the cross-cutting of one twin-row of scantlings (i.e. crosscutting of 20 scantlings + necessary transfers of the saw from scantling to scantling). The variables „total cutting efficiency R “, „time for the crosscutting of one scantling t_h “ and circular saw order according to their cutting efficiency can be calculated from these data;
- the data acquired by detailed measurements of cutting and transfer times using the operation of a *slow-motion videorecorder*. The videorecorder was used to determine the actual average time of the crosscutting of one scantling t_h ; its standard deviation S_{t_h} and the average

time of saw transfer from scantling to scantling t_p . On the basis of these data, the order according to actual average times of the crosscutting of one scantling was determined. Tabs. Vb and Vc show the results of cutting operations generated by a slow-motion videorecorder.

These partial conclusions may be drawn from the results recorded during the cutting efficiency tests on a test polygon:

- as illustrated by the comparison of the various circular saws, their general cutting efficiency is relatively much less variable than in laboratory tests, in regard of both the crosscut species and the tooth system;
- the proper cutting time makes 30 to 50 % of the time needed for saw transfer from scantling to scantling; hence it can be stated that the general cutting efficiency during field tests is largely influenced by the total cutting area on the test plot (i.e. by the specific cutting area); further, the crosscutting of trees on the plot of a definite acreage highly depends on stand density;
- field tests on a test polygon did not confirm the assumption that a circular saw Sandvik Maxi-200 is the most convenient saw for wood crosscutting (the same results were obtained in operational field tests - Tab. V). This finding ensues particularly from the data in Tab. Va, where circular saws of the 225 mm diameter ranked in the first places.

DISCUSSION

An analysis and comparison of the results presented in Tabs. Va to Vc enable to draw this important conclusion: the circular saw diameter is the main criterion of the optimum outdoor use of brush cutters, and it should always be in correspondence with dimensions of the crosscut material. 200 mm circular saws should be used for the crosscutting of trees of the maximally 30 mm diameter, and circular saws of the 225 mm diameter and more should be used to crosscut trees of the diameter larger than 30 mm.

This recommendation follows particularly from the cutting times of circular saws necessary for the crosscutting of larger scantlings (60 x 60 mm) as indicated in Tabs. Va, b, where it can be seen that larger circular saws have better parameters than smaller ones. Smaller circular saws were more difficult to handle when the worker was crosscutting larger scantlings with the brush cutter, due to the smaller effective part of the saw. The more difficult handling with smaller circular saws could also be seen in detail in test videorecords.

These results are to document a certain situation, but they are not to explain the causes of such a situation.

These investigations are the first to be performed in the CSFR and they are intended for forestry operations. It would be useful to perform subsequent research investigations to analyze more profoundly the causes of the results and to enhance the theoretical level of the knowledge of these problems.

CONCLUSION

A general evaluation of research and its results concerning the functional parameters of brush cutters shows the data were acquired which complement and enhance the knowledge of these problems theoretically as well as practically in respect of brush cutter use in operational conditions.

The data which were acquired during laboratory tests and the data from field tests performed in the forest stand

and on a test polygon document the relationships between the circular saw model, tree species, cutting efficiency and required input power. Brush cutter users working in forest stands should know that a relatively small number of cutting tool models is sufficient for the use in normal working conditions and it is not therefore necessary to buy expensive large sets of cutting tools for usual forest activities.

One model of circular saws with gullet teeth (if possible of two diameters according to the dimensions of crosscut material) and one model of cutting tools for the crosscutting of new growths and for weed mowing will fully perform all operations with brush cutters in the forest management, namely forest stand tending and weed mowing.

All these facts may contribute to optimization and to better use of brush cutters in the forest management.

Received 31. 3. 1992

ČERNÝ, Z. - NERUDA, J. - ULRICH, R. (Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Brno): *Posouzení řezných vlastností pilových kotoučů křovinořezů*. Lesnictví-Forestry, 39, 1993 (3-4) : 161-168.

V současnosti nastal prudký rozvoj v používání křovinořezů v lesním hospodářství. Přitom není dostatek objektivních údajů o funkčních vlastnostech jejich řezných orgánů. V rámci výzkumného šetření jsme vykonali laboratorní a venkovní zkoušky série řezných orgánů. Získali jsme údaje o vztazích mezi typem orgánu, dřevinou, řezností a potřebným řezným příkonem. Z hlediska uživatele křovinořezů je významný zejména ten poznatek, že pro kácení křovinořezem plně postačí jeden typ řezného orgánu s včasným ozubením. Sledování jsme provedli u dřevin smrk, buk a bříza.

lesní hospodářství; křovinořez; řezné orgány; druh ozubení; řeznost; řezný příkon; praktické využití

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Zdeněk Č e r n ý, CSc., Vysoká škola zemědělská, lesnická fakulta, Lesnická 37, 613 00 Brno

AD
eko
A.S.

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 obdobyvých potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

ADEKO a. s., Slezská 7, 120 56 Praha 2

tel.: 258 342, fax: 207 229

Pokyny pro autory

Obecné pokyny

Časopis Lesnictví-Forestry uveřejňuje původní vědecké práce ze všech oborů lesnictví, které mají vztah k lesním ekosystémům rostoucím ve střední Evropě. Autor práce je odpovědný za původnost příspěvku; práce nesmí být publikována nebo zaslána k publikování do jiného časopisu. Rozsah zaslání příspěvku nemá přesáhnout 20 stran (A4 formátu, psaných oběma stranami) včetně tabulek, obrázků, literatury, abstraktu a souhrnu. K publikování jsou přijímány práce psané v češtině, slovenštině nebo angličtině. Zaslání rukopisů musí obsahovat anglický souhrn o rozsahu 2 - 3 strany. Autor odpovídá za správnost anglického textu. Rukopisy mají být napsány na papíře formátu A4 (60 úhloží na řádku, 30 řádků na stránce). Uspořádání článků musí odpovídat formě, ve které jsou články v časopisu Lesnictví-Forestry publikovány. Je třeba zaslat dvě kopie rukopisu na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Chlebečková, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému přínosu a celkové kvalitě práce a s přihlédnutím k významu článku pro lesní hospodářství.

Úprava textu

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

Každý článek by měl obsahovat abstrakt, který nemá mít více než 120 slov, a klíčová slova. Úvod by měl být stručný, s uvedením zaměření a cíle práce ve vztahu k dosud provedeným pracím. Neměl by v něm být uváděn rozsáhlý přehled literatury. V kapitole Materiál a metody by měl být uveden popis použitých experimentálních metod tak, aby byl postačující pro zopakování pokusů. Měly by být uvedeny obecné i vědecké názvy rostlin. Je-li zapotřebí používat zkratky, je nutné při prvním použití zkratky uvést i její plný název. Je nezbytné nutně používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI. V části Výsledky by měla být přesně a srozumitelně prezentována získaná data a údaje. V kapitole Diskuse se obvykle získané výsledky konfrontují s výsledky dříve publikovanými. Je přípustné spojit část Výsledky a Diskuse v jednu kapitolu. Citování literatury v textu se provádí uvedením jména autora a roku vydání publikace. Při větším počtu autorů se uvádí v textu pouze první z nich a za jeho jméno se doplní zkratka „et al.“.

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

Tabulky

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

Obrázky

Jsou přiloženy jen obrázky nezbytné pro dokumentaci výsledků a umožňující pochopení textu. Současné uvádění stejných výsledků v tabulkách a na grafech není přijatelné. Všechny obrázky musí být vysoce kvalitní, vhodné pro reprodukci. Nekvalitní obrázky nebudou překreslovány, budou autorovi vráceny. Fotografie musí být dostatečně kontrastní. Všechny obrázky je třeba číslovat průběžně arabskými číslicemi. Jak grafy, tak i fotografie jsou označovány jako obrázky. Jestliže má být několik fotografií publikováno jako jeden obrázek, je třeba je vhodně uspořádat a nalepit na bílou podložku. U každého obrázku je nutné uvést jeho stručný výstižný popis. Se p a r á t y . Z každého článku obdrží autor 40 separátů zdarma.

Instructions to Authors

General

The journal publishes original results of fundamental and applied research from all fields of forestry related to forest ecosystems of Central Europe. An article submitted to Lesnictví - Forestry must contain original work and must not be under consideration for publishing elsewhere. Manuscripts should not exceed 20 double - spaced typed pages (A4 size) including tables, figures, references, abstract and summary. Papers should be clear, concise and written in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain two or three pages of English summary. Correct English is the responsibility of the author. Manuscripts should be typed on standard paper (A4 size, 60 characters per line, 30 lines per page). They must fully conform to the organization and style of the journal. Two copies of the manuscript should be sent to the editor-in-chief: Mgr. Radka Chlebečková, Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic.

Text

Manuscript should be preceded by a title page comprising the title, the complete name(s) of the author(s), the name and address of the institution where the work was done, and the telephone and fax numbers of the corresponding author. Each paper must begin with an Abstract of no more than 120 words, and key words. The Introduction should be concise and define the scope of the work in relation to other work done in the same field. As a rule, it should not give an exhaustive review of literature. In the chapter Materials and Methods, the description of experimental procedures should be sufficient to allow replication of trials. Plants must be identified by taxonomic and common name. Abbreviations should be used if necessary. Full description of abbreviation should follow the first use of an abbreviation. The International System of Units (SI) and their abbreviations should be used. Results should be presented with clarity and precision. Discussion should interpret the results. It is possible to combine Results and Discussion in one section. Literature citation in the text should be by author(s), and year. If there are more than two authors, only the first one should be named in the text, followed by the phrase „et al.“. References should include only publications quoted in the text. They should be listed in alphabetical order under the first author's name, citing all authors.

Tables

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

Figures

Figures should be referred solely to the material essential for documentation and for the understanding of the text. Duplicated documentation of data in figures and tables is not acceptable. All illustrative material must be of publishing quality. Figures cannot be redrawn by the publisher. Photographs should exhibit high contrast. All figures should be numbered consecutively with arabic figures. Both line drawings and photographs are referred to as figures. If several separate line drawings or photographs are to be incorporated in a single figure, they should be stuck on a white card with a minimum of space left between them. Each figure should contain a concise, descriptive legend. Offprints. Forty (40) offprints of each paper are supplied free of charge to the author.

LESNICTVÍ - FORESTRY 1993, No. 5, uveřejní příspěvky:

Sereda O., Macharáček M.: Objektivní kontrola relativní vitality sazenic listnatých dřevin — Objective checks of the relative vitality of broadleaved plants

Čermák J., Matyssek R., Kučera J.: Příčiny odumírání vyspělých buků na těžkých půdách po náhlém proředění porostu — A cause of a rapid die-back of large beech trees on heavy-textured soils after substantial opening of the canopy

Mikeš P., Pospíšil J.: Množení tetraploidní osiky *in vitro* — *In vitro* propagation of tetraploid European aspen

Pivec J.: Porovnání skutečné evapotranspirace lužního lesa na jihu Moravy šest a 15 let po pravidelných záplavách — A comparison of actual evapotranspiration of a floodplain forest in the South of Moravia in six and 15 years after regular floods

Urban J.: Vyzobávání hálek pilatky *Euura laeta* Zadd. et Brischke a *Euura mucronata* Htg. (*Symphyla*, *Tenthredinidae*) ptáky — Pecking galls of the sawfly *Euura laeta* Zadd. et Brischke and *Euura mucronata* Htg. (*Symphyla*, *Tenthredinidae*) by birds

Jakubis M.: Posudzovanie ustálenosti bystrín v oblasti Školského lesného podniku Technickej univerzity vo Zvolene — Evaluation of torrent stability in the area of the Training Forest Enterprise of the Technical University at Zvolen

Janeček A., Novotný M.: Systémové řešení alokace investic v lesních ekosystémech pod zatížením cizorodými látkami — A system solution to investment allocations in forest ecosystems with heterogeneous substance load

Seminár o vplyve meniacich sa podmienok prostredia na produkciu lesných drevín

Vědecký časopis LESNICTVÍ - FORESTRY ● Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied - Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: Mgr. Radka Chlebečková ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/257541 ● Sazba: Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, 267 01 Králův Dvůr, tel.: 0311/22959 ● Tisk: OSTRAVSKÉ TISKÁRNY, Novinářská 7, 709 70 Ostrava 1 ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1993

Rozšiřuje PNS a. s. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvozdanská 5-7, 149 00 Praha 4-Roztyly.