

MINERÁLNÍ OCHUZOVÁNÍ LESNÍCH DŘEVIN DŘEVOKAZNÝMI HOUBAMI

F. Nováček

NOVÁČEK, F. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc). *Minerální ochuzování lesních dřevin dřevokaznými houbami*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 211-226.

Na základě anorganických analýz 12 významných fyziologicko-ekologických biogenních prvků (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, Al, Si) v biomase plodnic důležitých dřevokazných hub — václavky obecné, troudnatce pásovaného a troudnatce kopytovitého — byla zpřesněna kvantifikace minerálního ochuzování hostitelských dřevin — smrku ztepilého a buku lesního. Uvedení holoparazitů selektivně sorbují z deuterioxylému hostitele jednotlivé bioelementy a akumulují je v plodnicích. Největší množství minerálií odebírá václavka obecná smrku ztepilému — 9 kg 662 g na 100 kg sušiny plodnice, dále následuje václavka obecná na buku lesním — 8 kg 743 g, troudnatec pásovaný na smrku ztepilém — 2 kg 731 g a troudnatec kopytovitý na buku lesním 2 kg 286 g. U václavek byla prokázána mnohem výraznější selektivní sorpce iontů než u chorošů, přičemž tuto sorpci ovlivňuje rovněž hostitel. U václavek dosahuje řádově obsahová difference mezi plodnicí a dřevem hodnoty 10^4 %. Václavka obecná se z tohoto hlediska ukázala škodlivějším parazitem než choroši, zvláště na smrku ztepilém. Z chorošů je škodlivější troudnatec pásovaný, parazitující rovněž na smrku. Studie má význam z hlediska fytopatologického, fyziologického, dále potravinářského, zvláště při konzumaci václavek z emisních oblastí. Studie umožňuje dále zpřesnit živné médium při pěstování explantátů z dřevokazných hub.

ochrana lesů; dendrofyzilogie; holoparazitismus; minerální výživa; václavka; troudnatec

Příspěvek řeší problematiku akumulace 12 fyziologicky a ekologicky významných biogenních prvků a jejich obsahové interakce v biomase parazita a hostitele při kontaktní antagonistické koakci. Jde o minerální složení dvou biostruktur — plodnice heterotrofní houby a dřeva autotrofního hostitele, které jsou vzájemně spojeny prostřednictvím myceliového systému. Intermediární metabolismus vyznačující se především trofickými vztahy mezi těmito antagonistickými organismy se projevuje nárůstem biomasy parazitů, současně však patologickými symptomy hostitele. Dochází k zpomalování jeho růstu a celkovému omezení tvorby biomasy. Dřevokazné houby se vyznačují tím, že živným substrátem je deuterioxylém značně odlišný chemickým složením, fyzikálními vlastnostmi i vlastnostmi jeho plynné fáze od životního prostředí jiných organismů (Tichý 1980). Parazitické houby intenzivní exoenzymatickou činností, jednostranným ochuzováním o vodu, minerálie, asimiláty a současně intoxikací v celém rozsahu dřeva chemicky, strukturálně a funkčně mění.

Cílem studie je zjistit na základě anorganických analýz minerálního ochuzování hostitelských lesních dřevin nárůstem biomasy plodnic dřevokazných hub. Kvantifikace minerálií ukazuje na stupeň jejich fyziologického poškozování a na škodlivost parazitů pro lesní hospodářství. By-

ly zvoleny dva kontaktní antagonistické koakční systémy — václavka obecná a troudnatec pásovaný na smrku ztepilém a václavka obecná a troudnatec kopytovitý na buku lesním. Složky daných systémů jsou významné nejen z hlediska biologického, ale i hospodářského. Oba hostitelé patří mezi nejvýznamnější lesní dřeviny a příslušné houby jsou důležitými zástupci holoparazitických a ektoparazitických dřevokazných hub. Ty způsobují značné škody dekompozicí živé nebo mrtvé dendromasy. Jejich ekologický význam je v podílu na humifikačních procesech a na biochemických cyklech v lesních ekosystémech. Současně václavka obecná má význam z hlediska potravinářského a farmaceutického a z hlediska potravních řetězců.

Dokonalá znalost fyziologie a ekologie daných koakčních systémů je významná nejen z hlediska teoretického, ale i aplikačního. Má význam pro patofyziologii lesních dřevin a fyziologii minerální výživy dřevokazných hub v kultivačních médiích. Poskytne údaje o nutriční hodnotě václavky obecné, zvláště o obsahu prvků významných z hlediska fyziologie člověka. V neposlední řadě poznatky o akumulacích schopnostech daných mykostruktur a dendrostruktur umožňují jejich využití v indikaci prvků, zvláště škodlivých. Do popředí vystupují těžké kovy, což je významné z hlediska potravních řetězců a nutnosti analýzy potravin a krmiv z emisně ohrožených oblastí.

MATERIÁL A METODIKA

Zkoumaným rostlinným materiálem byla biomasa plodnic troudnatce pásovaného [*Fomitopsis pinicola* (Sw. ex Fr.) P. Karsten, = *Fomes marginatus* (Pers. ex Fr.) Gill.], václavky obecné [*Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm.] a kontaktní dřevo kmene jejich hostitele smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.]. Dále pak plodnice troudnatce kopytovitého [*Fomes fomentarius* (L. ex Fr.)], václavky obecné [*Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm.] a konstantní dřevo kmene buku lesního (*Fagus sylvatica* L.). Rostlinný materiál byl odebrán v říjnu 1982, přičemž při odběru vzorků byly respektovány fyziologicko-ekologické faktory — topophysis, cyklophysis a periphysis. Bylo přihlíženo k patologickým symptomům dřeva, které vykazovalo počátek první etapy dekompozice.

Napadené lesní dřeviny pocházejí z oblasti Ramzové, která geomorfologicky náleží do Hornolipovské hornatiny a je v nadmořské výšce 750 m. Průměrná roční teplota oblastí je 4,9 °C, průměrné množství srážek činí 1000–1200 mm. Poměrně pestrý geologický podklad tvoří fylity, kvarcity, nesouvislé vrstvy krystalického vápence a úzké pruhy kvarcitické břidlice.

Rostlinný materiál byl omyt destilovanou vodou a vysušen v laboratorní sušárně při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Byl rozemlet na elektrickém mlýnku, homogenizován a ve studovaných biostrukturách byl zjišťován obsah 12 anorganogenů ve spektrofotometrické laboratoři katedry. Draslík, vápník, hořčík, železo, zinek, měď, mangan, sodík, křemík a hliník byly stanoveny plamenovou analýzou na atomovém absorpčním spektrofotometru model 503 Perkin-Elmer podle Menšíka (1977). Fosfor a síra byly stanoveny na spektrofotometru VSU 2 podle Menšíka (1980). Obsah anorganogenů byl stanoven v mikrogramech na 1 g sušiny. Aritmetické průměry byly získány z analýz 15 vzorků biomasy jednotlivých biostruktur. Výsledky byly tabelární a graficky zpracovány (tabulka I, II, obr. 1–12).

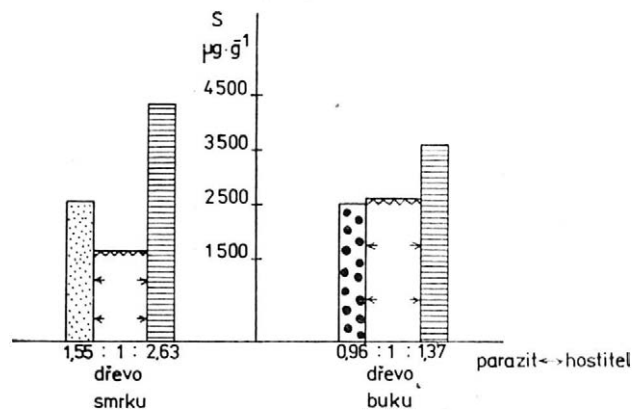
VÝSLEDKY A DISKUSE

Studie vychází z anorganických analýz plodnic tří dřevokazných hub a kontaktních biostruktur dvou hostitelských dřevin. Minerální skladba

I. Průměrný obsah bioelementů u dřevokazných hub a jejich hostitelů. — Average contents of bioelements in wood-attacking fungi and their hosts

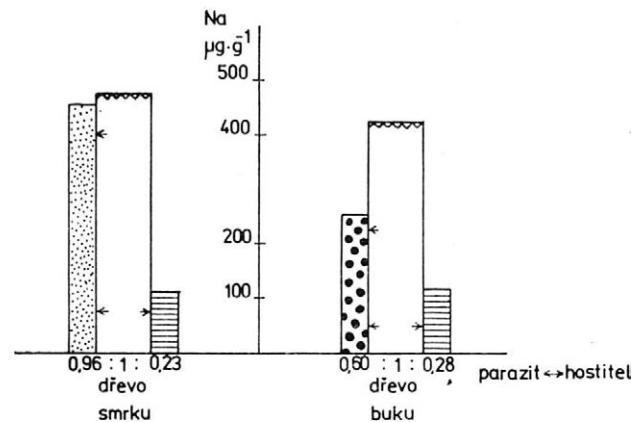
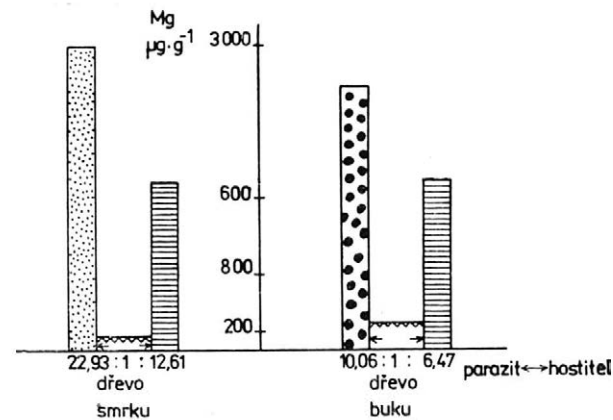
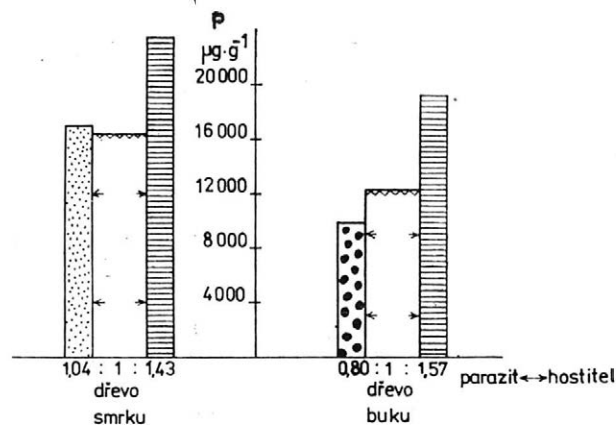
Anor- ganogen	Troudnatec pásovaný	Smrk ztepilý	Václavka obecná
	plodnice	dřevo	plodnice
	průměrný obsah v $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny		
P	16 941,90	16 322,55	23 346,23
S	2 550,68	1 640,56	4 330,54
K	1 700,00	339,33	51 793,33
Ca	2 246,67	2 920,00	13 598,89
Mg	3 195,33	139,33	1 756,55
Fe	38,94	231,00	604,02
Mn	29,07	56,40	323,17
Cu	5,80	2,74	27,21
Zn	95,60	50,05	204,11
Na	456,07	475,53	108,89
Al	40,00	23,33	395,66
Si	8,33	18,67	173,81
Anor- ganogen	Troudnatec kopytovitý	Buk lesní	Václavka obecná
	plodnice	dřevo	plodnice
	průměrný obsah v $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny		
P	9 812,82	12 210,68	19 153,70
S	2 504,57	2 602,87	3 574,90
K	2 818,67	728,67	47 791,11
Ca	4 533,33	2 973,33	12 973,33
Mg	2 770,00	275,33	1 780,77
Fe	35,00	25,80	696,74
Mn	13,73	36,20	191,50
Cu	13,87	3,47	23,80
Zn	54,67	37,20	87,37
Na	252,73	423,73	117,74
Al	33,33	28,00	674,88
Si	8,00	10,67	367,44

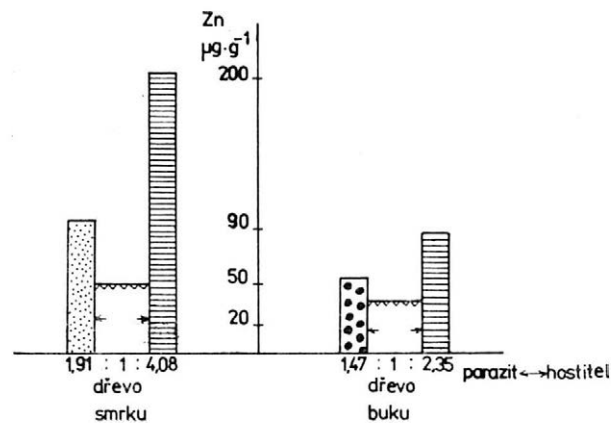
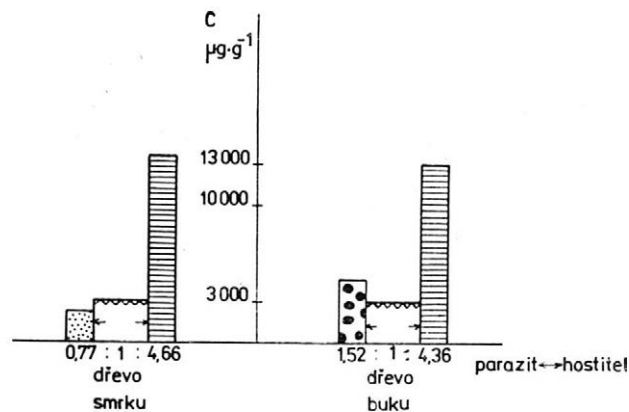
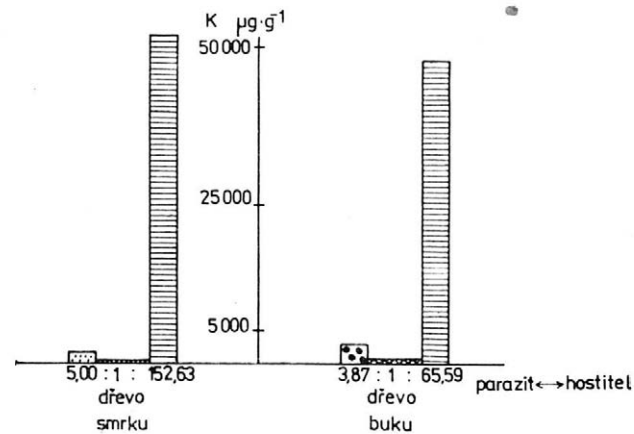
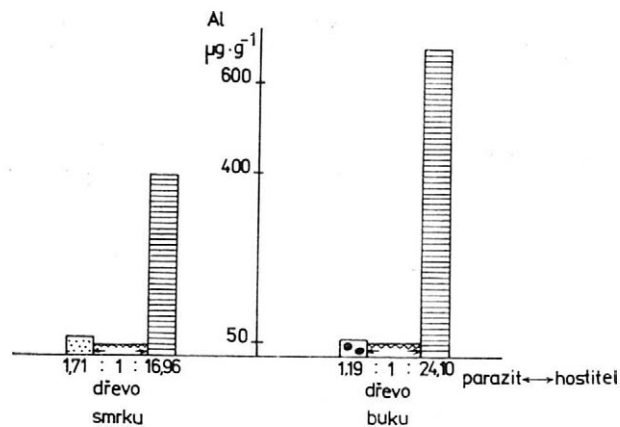
lesních dřevin byla historicky studována převážně odděleně. První informace o minerálním složení biostruktur lesních dřevin spadají do druhé poloviny 19. století. Hlavní poznatkový proud nastává v 50. letech tohoto století a daná problematika je studována z různých aspektů, převážně fyziologických, ekofyziologických, ekologických a biotechnických — Němec (1948), Materna (1962a), Fiedler, Höhne (1960), Nováček (1983, 1984, 1978), Bublinec (1981), Klímo

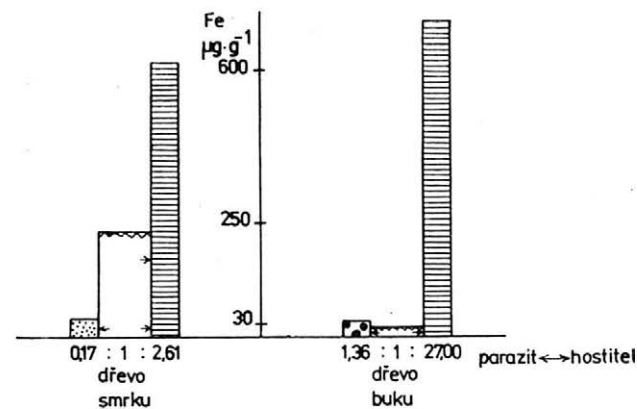
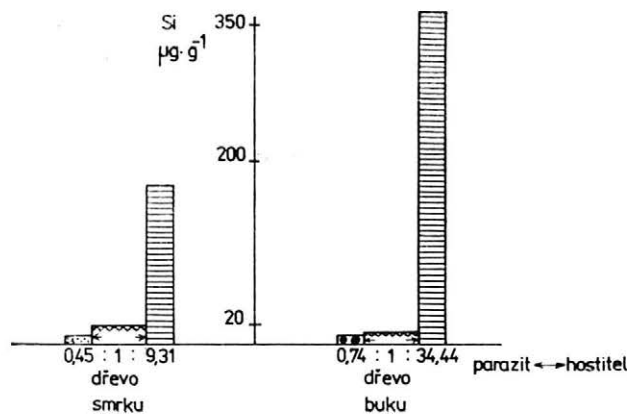
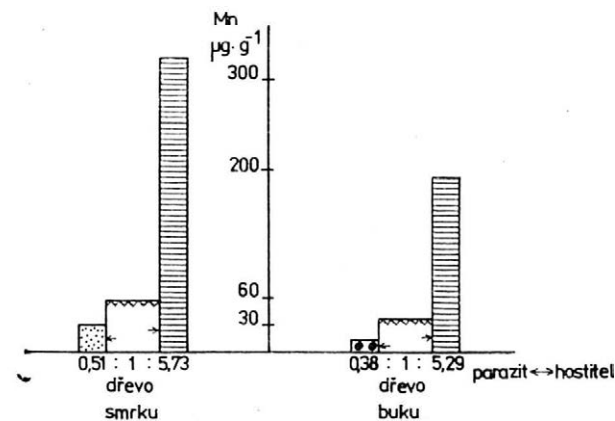
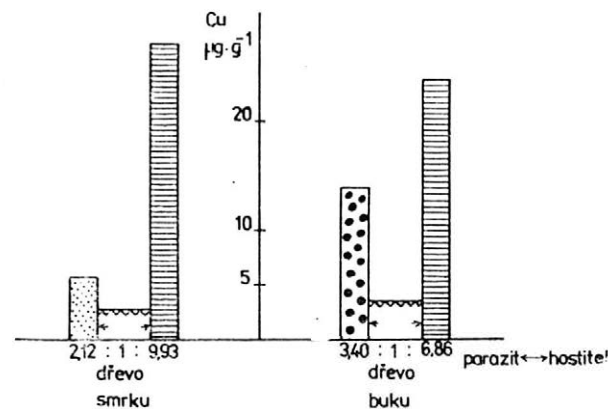


troudnatec pásovaný
troudnatec kopytovitý

václavka obecná







1.—12. Akumulace a obsahové poměry bioelementů v biomase dřevokazných hub a dřevě hostitelů. — Accumulation and contents relations of bioelements in the biomass of wood-attacking fungi and their hosts

[1981], Mauer [1980], Stone [1967], Maňková [1981]. Prvkové studium hub začíná od poloviny 40. let. Je sledováno hledisko především fyziologické, ekologické, potravinářské a farmaceutické — Treschow [1944], Secchi [1966], Mlodecki [1968], Drbal, Kalač, Šeflová, Šefl [1975], Lepšová, Mejstřík [1983], Ščivrina a kol. [1969], Babička [1973], Sawada [1965]. Obsahové minerální interakce v rámci antagonistických kontaktních koakcí jsou studovány ojediněle — Nushimoto, Fujita, Futukawa a kol. [1977], Nováček [1985], Nováček, Šigutová [1985], Warchilová [1984].

Při vyhodnocování výsledků bylo přihlíženo k obecným principům holoparazitismu těchto tří druhů dřevokazných hub, současně i k jejich specifičnosti v mechanismu působení na dvou různých hostitelích. Dále bylo přihlíženo k akumulačním schopnostem biostruktur dřevin a hub. Komplexní ohled na řešenou problematiku ukazují graficky zpracované výsledky na obr. 1—12.

CHARAKTERISTIKA BIOELEMENTŮ V KOAKČNÍCH ANTAGONISTICKÝCH SYSTÉMECH

Tato část zahrnuje rozbor obsahu prvků v plodnicích jednotlivých dřevokazných hub a jejich hostitelích v μg na 1 g dehydratované biomasy, obsahové difference mezi plodnicemi a dále pak koakční obsahové difference mezi plodnicí a dřevem hostitele.

Fosfor

Troudnatec pásovaný	smrk ztepilý	troudnatec kopytovitý	buk lesní
16 941,90	16 322,55	9 812,82	12 210,68

Oba choroši se tímto nekovem od sebe liší o 73 %. Obsah fosforu v plodnicích obou chorošů v interakci se dřevem hostitele je vcelku vyrovnaný (difference +4 %, —20 %).

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
23 346,23	16 322,55	19 153,70	12 210,68

Obě václavky na různých hostitelích se od sebe liší o 12,2 %. Obsah tohoto nekovu v plodnicích obou hub v interakci s dřevem hostitele je vcelku vyrovnán (+43 %, +57 %). Oba parazité čerpají tento prvek téměř stejně z různých druhů hostitelských dřevin. Václavky jsou fosforem bohatší než daní choroši, přitom nejvíce je tohoto prvku akumulováno v plodnicích václavky parazitující na smrku (2,3 %).

Síra

Troudnatec pásovaný	smrk ztepilý	troudnatec kopytovitý	buk lesní
2 550,68	1 640,56	2 504,57	2 602,87

Tento prvek je u obou chorošů téměř vyrovnaný. Obsahová difference činí pouze 2 %. Troudnatec pásovaný ho však z dřevního smrkového substrátu absorbuje mnohem výrazněji (+55 %) než troudnatec kopytovitý z buku lesního (—4 %).

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
4 330,54	1 640,56	3 578,90	2 602,87

Obě houby se liší obsahem prvku o 12,1 %. Rozdílnější je však absorpce tohoto nekovového prvku z dřevního substrátu obou hostitelů. U prvního koakčního systému má hodnotu 163 %, u druhého 37 %. Z daných dřevokazných hub je nejvíce síry akumulováno v plodnicích václavky parazitující na smrku ztepilém (0,4 %). Václavky jsou na síru výrazně bohatší než studovaní choroši.

Draslík

Troudnatce pásovaný	smrk ztepilý	troudnatce kopytovitý	buk lesní
1 700,00	339,33	2 818,67	728,67

Tento lehký kov je o 66 % více akumulován v plodnici troudnatce kopytovitého než pásovaného. Tento prvek je u obou chorošů výrazně selektivně sorbován ze dřeva obou hostitelů (400 %, 287 %).

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
51 793,33	339,33	47 791,11	728,67

Prvek v této houbě z obou hostitelů je téměř stejný, obsahová difference činí pouze 6,6 %. Současně však byla prokázána její vysoce výrazná selektivní sorpce z dřeva obou hostitelů. Obsahový koakční rozdíl u smrku činí dokonce 15 163 %, u buku 6459 %. Vysoká koncentrace draslíku je charakteristická pro tuto houbu, u obou hostitelů dosahuje téměř 5 % sušiny.

Hořčík

Troudnatce pásovaný	smrk ztepilý	troudnatce kopytovitý	buk lesní
2 770,00	275,33	3 195,33	139,33

Plodnice obou chorošů akumulují tento prvek vcelku vyrovnaně, obsahové difference činí 15 %. Současně oba parazité vykazují velmi výraznou sorpci daného prvku ze dřeva obou hostitelů, zvláště smrku. Obsahové koakční rozdíly činí 2193 %, 906 %. Daní choroši jsou hořčíkem bohatší než václavky. Nejvíce je tohoto prvku akumulováno v troudnatci kopytovitém (0,3 %).

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
1 756,55	139,33	1 780,77	275,33

Houba na obou hostitelích má téměř stejný obsah tohoto lehkého kovu, obsahové difference činí pouze 1,3 %. Rovněž i u této parazitické houby byla prokázána výrazná sorpce prvků ze dřeva obou hostitelů, zvláště u smrku (1161 %, 547 %).

Železo

Troudnatce pásovaný	smrk ztepilý	troudnatce kopytovitý	buk lesní
38,93	231,00	35,00	25,80

Plodnice obou chorošů mají vcelku vyrovnaný obsah železa. Obsahové difference činí 11,2 %. Rozdílná je však sorpce tohoto těžkého kovu. Zatímco u smrku je koakční rozdíl -83 %, u buku +36 %.

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
604,02	231,00	696,74	25,80

Houba se na obou hostitelích liší obsahem železa o 16 %. Značně rozdílná je však sorpce ze dřeva obou hostitelů, přičemž václavka na buku čerpá z dřevního substrátu výrazně vysoké množství železa (diference 2600 %). U prvního koakčního systému rozdíl činil 161 %. Václavka je významným akumulátorem železa, několikanásobně větším než daní choroši. Nejvyšší obsah železa byl zjištěn ve václavce z buku (0,07 %).

V á p n í k

Troudnatec pásovaný	smrk ztepilý	troudnatec kopytovitý	buk lesní
2 246,67	2 920,00	4 533,33	2 973,33

Oba choroši se obsahem vápníku liší o 102 %, přičemž bohatší tímto prvkem je troudnatec kopytovitý. Koakční obsahové poměry u obou systémů jsou vcelku vyrovnané (−23 %, +52 %).

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
13 598,89	2 920,00	12 973,33	2 973,33

Houba na obou hostitelích má téměř stejný obsah vápníku, obsahová diference činí pouze 4,8 %. Selektivní sorpce tohoto lehkého prvku ze dřeva smrků i buku jsou výrazné (+366 %, +336 %). Václavka je na vápník velmi bohatá, několikanásobně více než daní choroši. Nejvíce je tento prvek akumulován v plodnicích václavky parazitující na smrku ztepilém (1,3 %).

M a n g a n

Troudnatec pásovaný	smrk ztepilý	troudnatec kopytovitý	buk lesní
29,07	56,40	13,73	36,20

Plodnice obou chorošů vykazují 112% obsahovou diferenci tohoto těžkého kovu. Oba druhy ho akumulují v nižší koncentraci než je dřevní substrát hostitelů (−49 %, −62 %).

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
323,17	56,40	191,50	36,20

Plodnice obou hub vykazují obsahovou diferenci tohoto prvku 68,7 %.

Značná sorpce tohoto těžkého kovu ze dřeva je u obou hostitelů. Koakční obsahový rozdíl činí +473 %, +429 %. Václavka obsahuje několikanásobně vyšší obsah manganu než plodnice daných chorošů, přičemž největší obsah byl zjištěn u václavky na smrku (0,03 %).

M ě ě

Troudnatec pásovaný	smrk ztepilý	troudnatec kopytovitý	buk lesní
5,80	2,74	13,87	3,47

Plodnice obou chorošů se obsahem tohoto těžkého kovu výrazně liší (139 %). Současně jejich sorpce ze dřeva hostitelů je výrazná, zvláště u buku. Obsahové koakční rozdíly činí 112 % a 240 %.

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
27,21	2,74	23,80	3,47

Plodnice obou václavek mají obsah mědi vcelku vyrovnaný, diference činí 14,3 %. Václavka na obou hostitelích vykazuje velmi značnou

sorpci tohoto prvku ze dřevního substrátu. Koakční obsahový rozdíl činí +893 %, +586 %. Plodnice václavky jsou výrazně bohatší na měď než daní choroši. Největší obsah byl zjištěn u václavky na smrku (0,0027 %).

Z i n e k

Troudnatec pásovaný	smrk ztepilý	troudnatec kopytovitý	buk lesní
95,60	50,05	54,67	37,20

Plodnice obou chorošů se obsahem tohoto těžkého kovu liší o 75 %. Troudnatec pásovaný sorbuje tento prvek z hostitele výrazněji (+91 %) než troudnatec kopytovitý (+47 %).

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
204,11	50,05	87,37	37,20

Plodnice obou václavek se liší obsahem zinku o 133,6 %. Tento výrazný rozdíl se projevil i v sorpci tohoto těžkého kovu. Výraznější byl u václavky na smrku (+308 %), u buku +135 %). Václavka na smrku má ze všech dřevokazných hub nejvyšší obsah zinku (0,02 %).

S o d í k

Troudnatec pásovaný	smrk ztepilý	troudnatec kopytovitý	buk lesní
456,07	475,53	252,73	423,73

Obsahová difference tohoto lehkého kovu v plodnicích obou chorošů činí 80 %. Jeho sorpce ze dřevního substrátu hostitelů dosahuje 96 % a 60 % s obsahovými koakčními rozdíly -4 %, -40 %.

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
108,89	475,53	117,74	423,73

Obsah sodíku v plodnicích obou václavek je velmi vyrovnaný a obsahová difference činí pouze 8 %. Obdobně jako u chorošů je tento prvek velmi málo resorbován ze dřeva hostitelů, dosahuje 23 % a 28 % jeho koncentrace, koakční rozdíly jsou -77 % a -72 %. Zajímavé je, že všechny studované dřevokazné houby čerpají ve srovnání s ostatními mineráliemi menší množství tohoto prvku z dřevního substrátu hostitelů, zvláště u václavky.

H l i n í k

Troudnatec pásovaný	smrk ztepilý	troudnatec kopytovitý	buk lesní
40,00	23,33	33,33	28,00

Obsahová difference tohoto lehkého kovu v plodnicích obou chorošů je nízká (20 %). Koakční obsahové rozdíly +71 % a +19 % ukazují na zvýšenou sorpci hliníku chorošem pásovaným.

Václavka obecná	smrk ztepilý	václavka obecná	buk lesní
396,66	23,33	674,88	28,00

Plodnice obou hub se liší obsahem hliníku o 70,5 %. Byla prokázána značná sorpce tohoto lehkého kovu ze dřeva obou hostitelů. U smrku dosahuje koakční rozdíl hodnoty +1596 %, u buku dokonce +2310 %. Václavka na buku obsahuje několikanásobně vyšší obsah hliníku než studované choroši a je výrazným akumulátorem tohoto prvku (0,067 %).

K ř e m í k

troudnatec pásovaný 8,33	smrk ztepilý 18,67	troudnatec kopytovitý 8,00	buk lesní 10,67
--------------------------------	--------------------------	----------------------------------	--------------------

Plodnice obou chorošů obsahují velmi vyrovnané množství tohoto nekovu, difference činí pouze 4 %. Jeho sorpce ze dřeva hostitelů je malá, dosahuje 45 % a 74 % obsahu tohoto živného substrátu. Koakční obsahový rozdíl činí —55 %, —26 %.

Václavka obecná 173,81	smrk ztepilý 18,67	václavka obecná 367,44	buk lesní 10,67
------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------

Obsahový rozdíl křemíku v plodnicích obou václavek je výrazný, činí 111,4 %. Byla prokázána značně vysoká sorpce tohoto nekovu ze dřeva obou hostitelů, zvláště z buku lesního. U prvního koakčního systému činí rozdíl 831 %, u druhého 3344 %. Václavka na buku je nejbohatší křemíkem (0,036 %), jinak tato houba má vyšší obsah křemíku než choroši.

SELEKTIVNÍ SORPCE PRVKŮ PARAZITY ZE DŘEVA HOSTITELŮ

Selektivní sorpce prvků je specifickou druhovou vlastností různých rostlin, vycházející ze strukturálních, fyziologických a biochemických vlastností daného taxonu. Čím nižší je koncentrace prvků v živném prostředí — vodě, půdě, tím výraznější je jejich selektivní sorpce. Kumulace zdánlivě probíhá proti koncentračnímu spádu. Vodní rostliny obsahují 100—1000× větší obsah prvku než je jeho obsah ve vodě (H o a g l a n d 1948). Tyto obecné závěry byly prokázány i při selektivní sorpci prvků myceliovým systémem dřevokazné houby ze dřevního substrátu hostitele.

Následující hodnoty v % u jednotlivých koakčních systémů uvádějí obsahovou diferenci prvků mezi plodnicí dřevokazné houby a dřevem hostitele, jehož prvkový obsah je 100 %. U každého systému je uvedena posoupnost v sorpci jednotlivých prvků. Možno konstatovat, že u václavek jsou zřetelnější selektivní sorpce téměř všech prvků než u chorošů. Jejich plodnice dosahují koncentračních násobků obdobných jako u vodních rostlin. Zvláště typické je to pro K, Al, Si, Cu, Mg, Mn. U chorošů vysokou sorpci vykazují hořčík a draslík.

A: troudnatec pásovaný	smrk ztepilý	B: troudnatec kopytovitý	buk lesní
Mg + 2 193 0/0		Mg + 906 0/0	
K + 400 0/0		K + 287 0/0	
Cu + 112 0/0		Cu + 240 0/0	
Zn + 91 0/0		Ca + 52 0/0	
Al + 71 0/0		Zn + 47 0/0	
S + 55 0/0		Fe + 36 0/0	
P + 4 0/0		Al + 19 0/0	
Na — 4 0/0		S — 4 0/0	
Ca — 23 0/0		P — 20 0/0	
Mn — 49 0/0		Si — 26 0/0	
Si — 55 0/0		Na — 40 0/0	
Fe — 83 0/0		Mn — 62 0/0	

A: Mg > K > Cu > Zn > Al > S > P > Na > Ca > Mn > Si > Fe

B: Mg > K > Cu > Ca > Zn > Fe > Al > S > P > Si > Na > Mn

A: václavka
obecná

smrk
ztepilý

B: václavka
obecná

buk lesní

K	+	15 163	‰
Al	+	1 596	‰
Mg	+	1 161	‰
Cu	+	893	‰
Si	+	831	‰
Mn	+	473	‰
Ca	+	366	‰
Zn	+	308	‰
S	+	163	‰
Fe	+	161	‰
P	+	43	‰
Na	—	77	‰

K	+	6 459	‰
Si	+	3 344	‰
Fe	+	2 600	‰
Al	+	2 310	‰
Cu	+	586	‰
Mg	+	547	‰
Mn	+	429	‰
Ca	+	336	‰
Zn	+	135	‰
P	+	57	‰
S	+	37	‰
Na	—	72	‰

A: K > Al > Mg > Cu > Si > Mn > Ca > Zn > S > Fe > P > Na

B: K > Si > Fe > Al > Cu > Mg > Mn > Ca > Zn > P > S > Na

KVANTIFIKACE BIOELEMENTŮ V PLODNICÍCH DŘEVOKAZNÝCH HUB

Z hlediska rostlinné fyziologie je možno podle Rubina (1966) jednotlivé bioelementy v plodnicích dřevokazných hub kvantifikovat následujícím přehledem. Ze schématu vyplývá, že u václavek téměř všechny prvky s výjimkou Cu a Zn mají charakter makroelementní. Naproti tomu u chorošů má šest prvků makroelementní a šest mikroelementní charakter, vcelku ve shodě s obecně fyziologickými poznatky.

Plodnice troudnatce kopytovitého na buku lesním

P > Ca > K > Mg > S > Na > Zn > Fe > Al > Cu > Mn > Si	
makrokvantum (6)	mikrokvantum (6)

Plodnice troudnatce pásovaného na smrku ztepilém

P > Mg > S > Ca > K > Na > Zn > Al > Fe > Mn > Si > Cu	
makrokvantum (6)	mikrokvantum (6)

Václavka obecná na smrku ztepilém

K > P > Ca > S > Mg > Fe > Al > Mn > Zn > Si > Na > Cu	
makrokvantum (11)	mikrokvantum (1)

Václavka obecná na buku lesním

K > P > Ca > S > Mg > Fe > Al > Si > Mn > Na > Zn > Cu	
makrokvantum (10)	mikrokvantum (2)

$10^1 - 10^{-1}$ ‰ prvku v sušině = makroelement, $10^{-2} - 10^{-5}$ ‰ prvku v sušině = mikroelement, 10^{-6} — méně ‰ prvku v sušině = ultramikroelement.

MINERÁLNÍ OCHUZOVÁNÍ HOSTITELSKÝCH LESNÍCH DŘEVIN

Poznatky v akumulaci anorganogenů v biomase daných dřevokazných hub umožňují kvantifikovat minerální ochuzování hostitelských lesních dřevin.

Nárůstem 100 kg dehydratované biomasy troudnatce pásového je smrk ztepilý ochuzen o 1694 g fosforu, 277 g hořčíku, 255 g síry, 225 g vápníku, 170 g draslíku, 46 g sodíku, 9,6 g zinku, 4,0 g hliníku, 3,9 g železa, 2,9 g manganu, 0,8 g křemíku, 0,6 g mědi. Celkově je hostitel ochuzen o 2 kg 731 g minerálií.

Nárůstem 100 kg dehydratované biomasy troudnatce kopytovitého je buk lesní ochuzen o 981 g fosforu, 453 g vápníku, 282 g draslíku, 277 g hořčíku, 250 g síry, 25 g sodíku, 5,5 g zinku, 3,5 g železa, 3,3 g hliníku, 1,4 mědi, 1,4 manganu, 0,8 g křemíku. Celkově je hostitel ochuzen daným parazitem o 2 kg 286 g minerálií.

Nárůstem 100 kg dehydratované biomasy václavky obecné je smrk ztepilý ochuzen o 5179 g draslíku, 2335 g fosforu, 1360 g vápníku, 433 g síry, 176 g hořčíku, 60 g železa, 39 g hliníku, 32 g manganu, 20 g zinku, 17 g křemíku, 11 g sodíku, 2,7 g mědi. Celkem je hostitel ochuzen o 9 kg 662 g minerálií.

Nárůstem 100 kg dehydratované biomasy václavky obecné je buk lesní ochuzen o 4779 g draslíku, 1916 g fosforu, 1297 g vápníku, 357 g síry, 178 g hořčíku, 70 g železa, 67 g hliníku, 39 g křemíku, 19 g manganu, 12 g sodíku, 8,7 g zinku, 2,4 g mědi. Celkem je hostitel ochuzen o 8 kg 743 g minerálií.

ZÁVĚR

Na základě anorganických analýz 12 významných fyziologickoekologických biogenních prvků (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, Al, Si) v biomase plodnic důležitých dřevokazných hub — václavky obecné, troudnatce pásovaného a troudnatce kopytovitého a dřeva jejich hostitelů smrku ztepilého a buku lesního bylo dosaženo těchto hlavních výsledků:

1. Minerální složení plodnic dřevokazných hub je odlišné a podle charakteru prvků je rozdílné od dřeva jejich hostitelů.

2. Dřevokazné houby odebírají z hostitele jednotlivé bioelementy v různém množství, které je specifické pro daný taxon.

3. Bylo prokázáno, že selektivní sorpce prvků významná při minerální výživě rostlin z půdního nebo vodního prostředí se uplatňuje i při holoparazitismu dřevokazných hub, u nichž živným substrátem je deuteroksylém. Václavky vykazují zřetelně výraznější selektivní sorpci téměř všech prvků než choroši. Jejich plodnice dosahují vysokých koncentračních hodnot, zvláště u K, Al, Si, Cu, Mg, Mn. U chorošů vysokou sorpci vykazuje hořčík a draslík.

4. U václavek téměř všechny prvky s výjimkou Cu a Zn mají makroelementní charakter. Naproti tomu u chorošů má šest prvků makroelementní a šest mikroelementní charakter, vcelku ve shodě s obecně fyziologickými poznatky.

5. Václavka obecná odebírá smrku ztepilému největší množství minerálií — 9 kg 662 g na 100 kg sušiny plodnic, dále následuje václavka obecná na buku lesním — 8 kg 743 g, troudnatec pásovaný na smrku ztepilém — 2 kg 731 g, a troudnatec kopytovitý na buku lesním — 2 kg 286 g. Václavka se ukázala z daného hlediska výrazně škodlivějším parazitem než choroši.

6. Všechny dřevokazné houby v rámci holoparazitismu značně ochuzují hostitelské dřeviny o minerální živiny. Jejich deficiencie jsou vedle intoxikace příčinou fyziologických poruch a poškozování dřevin.

7. Získané poznatky mají význam z hlediska fytopatologického a ochrany dřevin, mohou sloužit k zpřesňování živných médií při pěstování

vání explantátů z dřevokazných hub. Dále umožňují indikaci prvků v emisní oblasti nebo v geochemickém prostředí. V neposlední řadě mají význam z hlediska potravinářského, neboť ukazují kvantitu kovů i nekovů v jedlé vřesovce v souvislosti s hygienickými normami.

Literatura

- BABIČKA, J.: Houby a stopové prvky. Mykologický slovník. 1973, s. 5-8, 83-85
- BUBLINEC, E.: Hlavné složky kolobehu bioprvek mezi půdou a lesným porostem v typických ekosystémech střednej Európy. Lesnictví 27 (8), 1981, s. 715-726
- DRBAL, K. — KALAC, P. — ŠEFLOVÁ, A. — ŠEFL, J.: Obsah stopových prvků železa a manganu v některých druzích jedlých hub. Česká mykologie 29, (2), 1975, s. 110-114
- FIEDLER, H. I. — HÖHNE, H.: Obsah živin v lesných drevinách. Zborník vedeckých prác Lesnickej fakulty VŠLD Zvolen, VII, 1966, s. 45-65
- HOAGLAND, D. R.: Lectures on the inorganic nutrition of plants. 1948, Waltham, 2. vydání
- KLIMO, E.: Struktura a chemické složení opadu v ekosystému uměle založeného smrkového porostu. Lesnictví 27 (8), 1981, s. 675-688
- LEPŠOVÁ, A. — MEJSTŘÍK, V.: Metal contents in fruit bodies of fungi. Česká mykologie 37, (2), 1983, s. 127-128
- MAŇKOVSKÁ, B.: Kontaminace buku a dubu hořčíkem, sírou, fluórem, olovem, kadmíem a zinkem v blízkosti magnisitových závodů. Biológia 36, 1981, s. 481-487
- MATERNA, J.: Kupfer-, Zink- und Manganhalte in Fichtenbeständen. Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin Tag., 50, 1962a, s. 45-52
- MAUER, O.: Využití nekompostované smrkové kůry pro přímé hnojení v lesních školkách. Lesnictví, 27, (8), 1981, s. 675-688
- MENŠÍK, P.: Stanovení obsahu biogenních mikro a makroelementů plamenovou atomovou absorpcí v rostlinném materiálu. Acta UPO FRN 55, 1977, s. 113-121
- MENŠÍK, P.: Photometrische Bestimmung vom Phosphor im biologischen Material. Acta UPO FRN 67, 1980, s. 131-137
- MLODECKI, H. a kol.: Zawartość aminokwasów egzogennych, wapnia, fosforu, żelaza i substancji tłuszczowych w niektórych grzybach jadalnych. Roczniki PZH 19, 1968, s. 239-244
- NĚMEC, A.: Biochemie lesních dřevin. Praha, 1948
- NOVÁČEK, F.: Anorganogenakkumulation in Samen und Sämlingen vom Mittelmährischen Hügellandesökotypus und des Gesenke — Subalpinen Ökotypus der gemeinen Fichte *Picea abies* (L.) Karst. Acta UPO FRN 59, 1978, s. 33-45
- NOVÁČEK, F.: Ekologické aspekty v akumulaci anorganogenů v biostrukturách moravských ekotypů *Picea abies* (L.) Karst. Dny rostlinné fyziologie 3, Praha, Sborník referátů, 1983, s. 247-248
- NOVÁČEK, F.: Morfostrukturální, morfotopografické a ekofyziologické aspekty minerálního složení odpadní biomasy lesních dřevin v interakci s jejím biotechnologickým zpracováním. Acta UPO FRN 81, 1984, s. 87-146
- NOVÁČEK, F.: Minerální ochuzování lesních dřevin hemiparazitickým ochmetem evropským (*Loranthus europaeus* Jacq.) a jmelím jehličnanovým (*Viscus laxum* Boiss. et Reut.). Lesnictví 31, (LVIII), 2, 1985, s. 145-154
- NOVÁČEK, F. — ŠIGUTOVÁ, E.: Accumulation of anorganogens in biostructures Polyporaceae and their host forest woody plants. Acta UPO FRN 84, 1985, s. 127-147
- NUSHIMOTO, T. — FUJITA, K. — FUTUKAWA, H. a kol.: Accumulation of heavy metals (cadmium, zinc, and their uptakes) by Shitake mushroom (*Lentinus edodes*) and Nameko mushroom (*Pholiota glutinosa*) through polluted bed logs. Bull. Cov. For. exp. Stat. 298, 1977, s. 1-37
- RUBIN, B. A.: Fyziologie rostlin. Academia Praha, 1966
- SAWADA, M.: Studies on chemical components of wild mushroom and toadstools in Japan. Bull. Tokyo Univ. Forests. 59, 1965, s. 33-162
- SECCHI, G.: Mushrooms in food. Ann. Fac. Econ. Commer., Univ. Studi Messina 4, 1966, s. 623-632
- STONE, E. L.: Microelement Nutrition of Forest Trees. Review. Preliminary Draft. Department of Agronomy, Cornell University, 1967

ŠCIVRINA, A. N. a kol.: Biosyntétičeskaja dějatelnost' vyššich gribov. Nauka Leningrad, 1969
 TICHÝ, V.: O některých problémech lignifikovaných Mycobiont. Sborník referátů. Dny rostlinné fyziologie II, 1980, s. 28-38
 TRESHOW, C.: Nutrition of the cultivated mushroom. Dans Bot. Ark., 11, 1944, s. 1-180
 WARCHILOVÁ, I.: Akumulace anorganogenů v biostrukturách lesních dřevin a jejich parazitických hub. Diplomová práce, 1984, s. 95

Došlo dne 21. 2. 1986

НОВАЧЕК, Ф. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc). Минеральное обеднение лесных древесных пород дереворазрушающими грибами. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 211-226.

На основе аналитических анализов 12 важных физиологическо-экологических биогенных элементов (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, Al, Si) в биомассе плодовых тел важных дереворазрушающих грибов — опёнка обыкновенного, трутовика ложного и трутовика настоящего — была уточнена квантификация минерального обеднения древесных пород-хозяев — ели обыкновенной и бука лесного. Упомянутые паразиты древесных пород селективно поглощают из дейтерооксилены хозяина отдельные биоэлементы и накапливают их в плодовых телах. Наибольшее количество минеральных элементов отнимает опёнок обыкновенный у ели обыкновенной — 9 кг 662 г на 100 кг сухого вещества плодового тела, затем следует опёнок обыкновенный на буке лесном — 8 кг 743 г трутовик ложный на ели обыкновенной — 2 кг 731 г и трутовик настоящий на буке лесном — 2 кг 286 г. У опёнка было установлено гораздо более отчетливое селективное поглощение ионов, чем у трутовиков, причем это поглощение обуславливает также хозяин. У опёнка различие в содержании между плодовым телом и древесиной достигает значения порядка $10^{40}\%$. Опёнок обыкновенный оказался в этом отношении более вредоносным паразитом, чем трутовики, особенно у ели обыкновенной. Из трутовиков более вредным оказывается трутовик ложный, паразитирующий также на ели. Работа представляет ценность с фитопатологического, физиологического, а затем и продовольственного аспекта, в особенности в связи с потреблением в пищу опёнка из областей, страдающих от промышленных выбросов. Работа позволяет уточнить питательную среду для культивации экплантов из дереворазрушающих грибов.

защита лесов; дендрофизиология; голопаразитизм; минеральное питание; опёнок; трутовик

NOVÁČEK, F. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc). Mineral Depletion of Forest Tree Species by Wood-attacking Fungi. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 211-226.

Inorganic analyses of twelve important physiologico-ecological biogenous elements (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, Al, Si) were made for the biomass of sporophores of important wood-attacking fungi — *Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm., *Fomes marginatus* (Pers. ex Fr.) Gill and *Fomes fomentarius* (L. ex Fr.). Applying the results of these analyses, mineral depletion of host tree species — Norway spruce (*Picea abies* Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) — was quantified in a precise way. The above-mentioned holoparasites selectively deplete various bioelements from the host deuterioxylen and accumulate them in the sporophores. The largest amounts of minerals are taken from Norway spruce trees by *A. mellea* — 9 kg 662 g per 100 kg sporophore dry matter, followed by *A. mellea* from European beech — 8 kg 743 g, *F. marginatus* from Norway spruce — 2 kg 731 g and by *F. fomentarius* from European beech — 2 kg 286 g. Ion selective sorption in *A. mellea* was found to be much more expressive than in the polypores; the sorption is also influenced by the host plant. A difference in the mineral contents between the sporophore and the wood makes $10^{40}\%$ if expressed in terms of the order. Considering this fact, *A. mellea* was demonstrated to be a much more injurious parasitic fungus than the polypores, especially with respect to Norway spruce. Of the two polypores, *F. marginatus* parasitizing also in spruce trees, is more injurious. This study is important from the phytopathological and

physiological aspects and also if considering the human consumption of *A. mellea* fungi — especially in the air-polluted areas. Applying the results of this study, nutrient media for the cultivation of explants from wood-attacking fungi can be formulated in a preciser way.

forest protection; dendrophysiology; holoparasitism; mineral nutrition; *Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kumm.; *Fomes*

NOVÁČEK, F. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc). *Mineralische Verarmung von Waldholzarten durch holzerstörende Pilze*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 211-226.

Aufgrund anorganischer Analysen von 12 bedeutsamen physiologisch-ökologischen biogenen Elementen (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, Al, Si) in der Biomasse von Fruchtkörpern wichtiger holzerstörender Pilze — Hallimasch, Porlinge (*Fomes*-Arten auf Fichte und Rotbuche) wurde die Quantifizierung der mineralischen Verarmung der Wirtsholzarten präzisiert. Die erwähnten Holoparasiten sorbieren selektiv aus dem Deuteroxylem des Wirtes einzelne Bioelemente und akkumulieren sie in den Fruchtkörpern. Die größte Menge von Mineralien entnimmt der Hallimasch der Gemeinen Fichte — 9 kg 662 g auf 100 kg Trockensubstanz des Fruchtkörpers, weiter folgt Hallimasch auf Rotbuche — 8 kg 743 g, *Fomes* auf der Gemeinen Fichte — 2 kg 731 g und auf der Rotbuche 2 kg 286 g. Bei Hallimasch wurde eine wesentlich größere selektive Ionensorption nachgewiesen als bei Porlingen, wobei diese Sorption auch durch den Wert beeinflusst wird. Bei Hallimasch erreicht größenordnungsmäßig die Gehaltsdifferenz zwischen Fruchtkörper und Holz Werte von $10^4\%$. Der Hallimasch hat sich von diesem Standpunkt aus gesehen als wesentlich schädlicherer Parasit erwiesen als Porlinge, insbesondere auf der Gemeinen Fichte. Unter den Porlingen ist die ebenfalls auf der Fichte parasitierende *Fomes*-Art schädlicher. Die Studie ist aus phytopathologischer, physiologischer und auch aus Nahrungsphysiologischer Sicht bedeutsam, insbesondere bei der Konsumierung von Hallimasch aus Emissionsgebieten. Die Studie macht es ferner möglich, die Zusammensetzung von Nährmedien bei der Anzucht von Explantaten aus holzerstörenden Pilzen zu präzisieren.

Forstschutz; Dendrophysiologie; Holoparasitismus; Mineralstoffernährung; Hallimasch; Porlinge der Gattung *Fomes*

Adresa autora:

Doc. RNDr. František Nováček, CSc., přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Leninova 26, 771 46 Olomouc

VÝZNAM HOUBY *THYSANOPHORA PENICILLIOIDES* (ROUM.) KENDRICK V LESNICTVÍ

A. Příhoda

PŘÍHODA, A. (Praha). Význam houby *Thysanophora penicillioides* (Roum.) Kendrick v lesnictví. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 227-234.

Houba *Thysanophora penicillioides* je známa už více než 100 let. Popsána byla nejprve v rodu *Penicillium*, pak *Haplographium* a konečně v novém rodu *Thysanophora* (Kendrick 1961). Roste jako saprofyt na jehlicích smrku, borovice a tisů. V Československu ji zjistila Kotýnková (1963) též jako přidruženou houbu v chodbičce kůrovce *Pityogenes chalcographus* na borovici *Pinus nigra*. Na Slovensku rostla v jehlicích smrkových sazenic zničených kořenovou hnilobou nebo larvami chroustů. Hojná byla na smrkovém klestu zmýcených stromů, které zničil kůrovec *Ips typographus*. Osidluje ještě zelené jehličí, jehož vývoj byl přerušen hmyzem nebo houbovými nákazami. Rychlým rozkladem jehlic znemožňuje vývoj plodnic hub rodu *Lophodermium*. V lesním hospodářství ji lze pokládat za užitečnou.

mykologie lesnická; rozklad jehličí; kůrovci

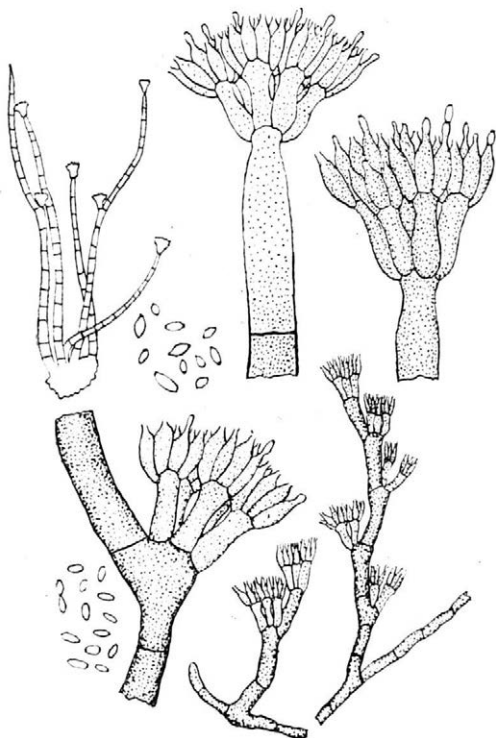
Houba *Thysanophora penicillioides* (Roum.) Kendrick je známa už více než 100 let. Na opadlých a zahnívajících borových jehlicích ji našel už v roce 1851 G. T. Preuss v okolí města Hoyerswerda severovýchodně od Drážďan a popsal ji jako dva druhy rodu *Penicillium*. Mladé stadium s jednoduchými, pouhým okem sotva viditelnými konidiofory popsal jako *Penicillium fuscipes*, dobře vyvinuté stadium s lomenými konidiofory jako *Penicillium flexuosum*. V tomto stadiu sbíral houbu také Koning poblíž Bussum v Nizozemí. Lindau (1907) uvádí Preussem popsané houby pod jmény *Haplographium fuscipes* (Preuss) a *Haplographium flexuosum* (Preuss). U druhého podává podrobnější popis doplněný podle Oudemans. Jménem *Haplographium* je označil Saccardo (1886).

V roce 1886 zaznamenal tuto houbu ve Skotsku Trail na rozkládajících se smrkových jehlicích a nazval ji roku 1889 *Rhipidocephalum abietis* genus and species novae, ale bez platného popisu, takže jde o tzv. nomen nudum. O rok později ji popsal C. Roumeguère (1890) rovněž z odumírajícího smrkového jehličí pod platným jménem *Haplographium penicillioides* sp. n. Sbíral ji na podzim roku 1889 v lese Charny (Côte d'Or) ve Francii. V roce 1890 ji uvedl ve sbírce Fungi selecti exsiccati, LIII^e Centurie s popisem v Revue mycol. 12, s. 61—69.

V roce 1961 ji podrobně prostudoval Kendrick a zařadil do nového rodu, který nazval *Thysanophora*. Současně popsal nový druh tohoto rodu *Thysanophora longispora* Kendrick, který našel na jehlicích tsugy kanadské. U houby zachytil na pěkných fotografiích i perokresbách její různá vývojová stadia, zvláště pak sklerocia, která byla popsána pod jménem *Sclerotium glaucoalbidum* Desm. a někdy na první pohled dosti připomínají vřekaté plodničky hub rodu *Ceratocystis*. Zjis-

til a vyfotografoval je také na jehlicích tisů. Píše o této houbě, že se často vyskytuje v trouchnivějících jehlicích jehličnatých dřevin.

Houbu studovali i další mykologové v Evropě a Americe. Popisuje a zobrazuje ji např. Ellis (1971). Sledovali také, zda není pro jehličí fytopatogenní, ale žádná známka o infekci touto houbou v živých jehlicích zatím nebyla zaznamenána, takže saprofytický způsob jejího života



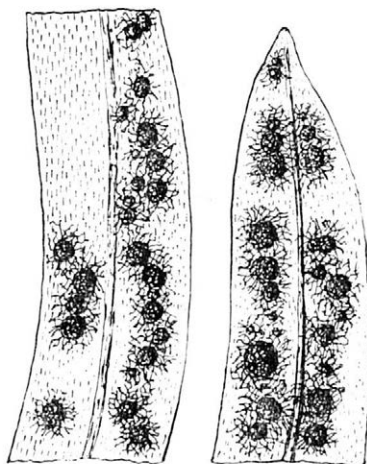
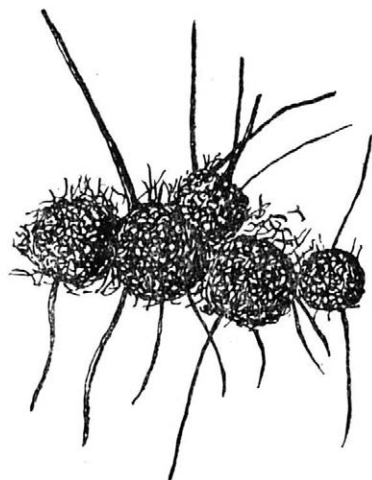
1. *Thysanophora penicillioides* podle Kendricka 1961. — *Thysanophora penicillioides* after Kendrick 1961

se dosud jeví jako dostatečně prokázaný, i když houba osidluje jehličí ještě zelené. Za podmínek příznivých pro houbu je procento infikovaných jehlic velmi značné.

V Československu studovala tuto houbu E. Kotýnková (1963). Získala ji při studiu hub ve společnosti kůrovců, když za nejsterilnějších podmínek vybrala z chodbičky v borovici černé od Mnichovic u Prahy lýkožrouta lesklého (*Pityogenes chalcographus* L.), kterého dala na sladinkový agar v Petriho misce. Brouk zanechal při pohybu na agaru ve stopách výtrusy této houby, kterou pak vypěstovala v čisté kultuře a dobře popsala: „Kolonie jsou vláknité, bezbarvé, pomalu rostoucí, za 14 dní mají průměr 4–5 cm. Okraj kolonií je laločnatý. Spodní strana se později barví do hněda až černa. Na svrchní straně se tvoří četné konidiofory, čímž kolonie dostávají práškovitý, špinavě zelený vzhled. Konidiofory v délce 500–1000 μm jsou složeny z jedné řady tmavohnědých buněk, dole jsou 6–12 μm tlusté, nahoře 4–7 μm . Na konci nesou 3–6 metul, na každé nasedá 3–6 fialid, kde se endogenně tvoří konidie. Fialidy jsou lahvicovité bez límečků, 10–12,5 $\times$ 2,6–3,5 μm velké. Z fialid unikají snadno rozpadavé řetízky konidií světle hně-

dých, citrónových, jemně ježatých (což je patrné pouze pod imerzí), $2,3 - 3 \times 3,5 - 5,2 \mu\text{m}$ velkých.“

Protože tento popis nebyl nikde uveřejněn, zaslouží si zveřejnění alespoň na tomto místě. Z vynikající diplomové práce E. K o t ý n k o v é, úrovní převyšující mnohé práce kandidátské, byly totiž zveřejněny jen vybrané části (K o t ý n k o v á — S y c h r o v á 1966). O houbě *Thysa-*



2. Sklerocia houby *Thysanophora penicillioides*, popsané jako *Sclerotium glaucoalbidum* Desm. Podle Kendrickových fotografií. — Sclerotia of the *Thysanophora penicillioides* fungus, described as *Sclerotium glaucoalbidum* Desm. After Kendrick's photographs

3. Sklerocia houby *Thysanophora penicillioides* na jehlicích tisů. Podle Kendrickovy fotografie. — Sclerotia of the *Thysanophora penicillioides* fungus in yew needles. After Kendrick's photograph

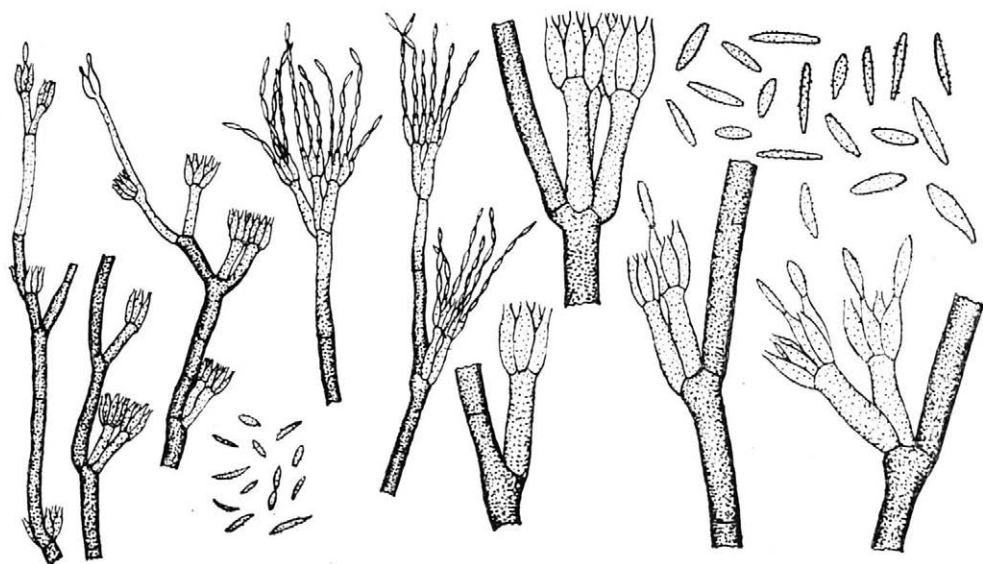
nophora penicillioides je tam jen nepatrná zmínka v odstavci o druhotné mykoflóre v chodbách kůrovců.

Britský mykolog D. W. M i n t e r, který v Československu studoval mikroskopické houby na jehlicích, větévkách a šiškách borovic, našel houbu na odumřelých větévkách borovice lesní a uvádí, že v Čechách pravděpodobně není vzácná. Cituje dvě položky této houby z herbářů Národního muzea v Praze a dvě vlastní položky, uložené v Herbarium of the Commonwealth Mycological Institute v Kew z Československa (M i n t e r 1981).

VLASTNÍ POZOROVÁNÍ

Na Slovensku jsem zjistil tuto houbu prvně v lesní školce u Gelnic 15. 10. 1980, kde obsadila jehlice smrkových sazenic hynoucích na ko-

řenovou hnilobou způsobenou mikroskopickou houbou *Cylindrocarpon radicolica* Wollenweber. Z kulovitých nebo poněkud elipsoidně zploštělých sklerocií vyrůstaly jednoduché konidiofóry 185–262 μm vysoké a 7–10 μm tlusté, článkované, hnědé, jen na vrcholku světlejší až bezbarvé. Na vrcholku nesly trs metul s fialidami 14 – 16 $\times$ 2 – 3 μm velkými, nesoucími šedavé konidie 3 $\times$ 1,5 – 2 μm velké.



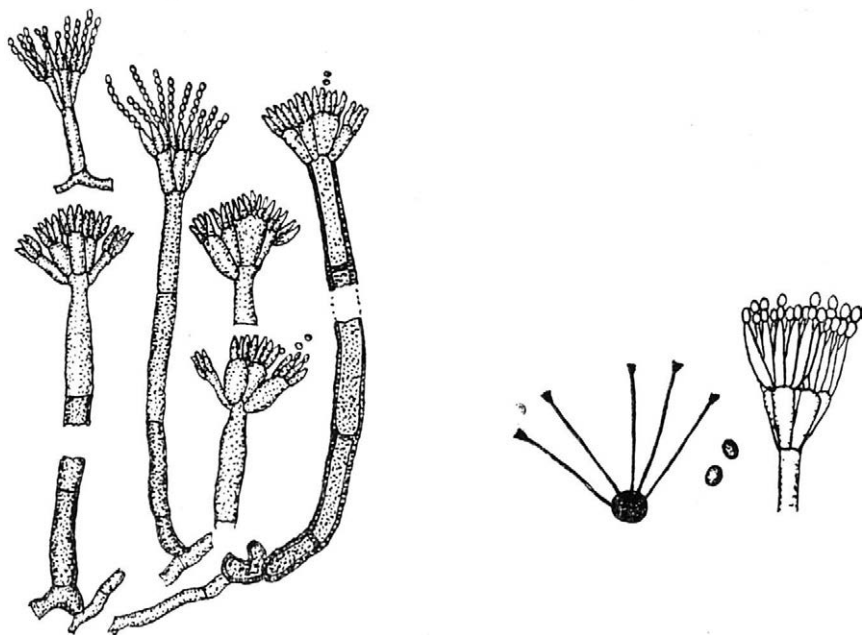
4. *Thysanophora longispora* Kendrick z jehlic *Tsugy kanadské*. Podle Kendricka. — *Thysanophora longispora* Kendrick isolated from the needles of Canadian hemlock. After Kendrick

Houba *Cylindrocarpon radicolica*, která byla vlastní příčinou hynutí sazenic, je na Slovensku velmi hojná. Hešková a Varínský (1981) ji nacházeli ve všech školkařských substrátech. J. Heško a A. Hešková se o ní zmiňují v závěrečných zprávách výzkumných úkolů. Podle Heška často napadá sazenice oslabené herbicidními přípravky, pro které znamená použití herbicidů určitý šok, a proto doporučuje kombinovat herbicidy s ošetřením fungicidními přípravky. Mimo školky jsem zjistil tuto houbu i na smrčcích z přirozeného zmlazení, které vyrostly na chudém a pravděpodobně i poněkud toxickém minerálním substrátu v čerstvém zářezu vzniklém při stavbě lesní cesty u Banské Hodruše.

Thysanophora penicillioides se pak pravidelně objevovala v jehličích smrkových sazenic z lesní školky u Žarnovice, které měly kořenový systém zničený ponravami chroustů až na krátké, nanejvýš 2–3 cm zbylé pahýlky kořenů, ke kterým se do zmrzlé povrchové vrstvičky půdy ponravý nedostaly.

Velmi hojná byla tato houba na smrkovém klestu s dosud zeleným jehličím ze zmýcených stromů napadených lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) a někdy i jinými druhy kůrovcovitých brouků v Levočských horách. Při vyšetřování větví ze smrkového klestu (většinou se slunným jehličím) v laboratoři ve vlhkých komůrkách jsem pozoroval, že houba neobsazovala všechno vadnoucí a dosud zelené jehličí sou-

časně, ale nejdříve se objevila na jehlicích, jejichž vývoj byl nějak přerušen. Byly to např. jehlice napadené minujícími housenkami drobných motýlů, jako *Batrachedra pinicolella* Dup. (za určení vděčím J. Patočkovi) nebo odumírající po napadení sypavkou smrkovou (*Lophodermium piceae* /Fuckel/ Höhnel). Později, když ostatní předtím zdravé jehličí začalo vadnout a zasychat, se rozšířila na většinu jehlic. Záhy



5. *Thysanophora penicillioides* podle Ellise 1971. — *Thysanophora penicillioides* after Ellis 1971

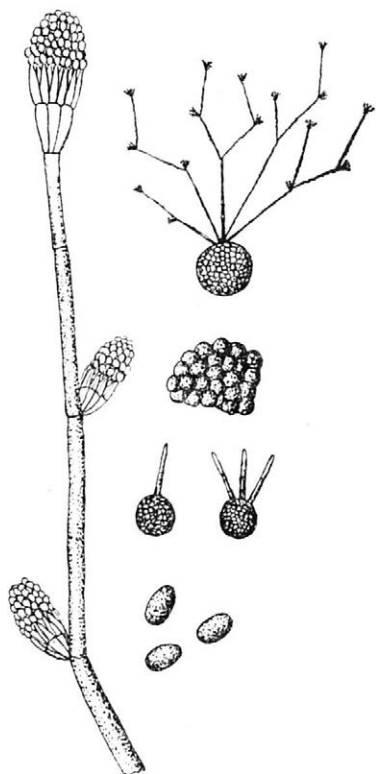
6. *Thysanophora penicillioides* z hynoucích sazenic u Gelnice na Slovensku. Sklerocium s konidiofory, konidie a vrcholek konidiofóru. Orig. Příhoda. — *Thysanophora penicillioides* isolated from withering plants from a locality near Gelnica in Slovakia. Sclerotium with conidiophores, conidia and the top of a conidiophore. The original by Příhoda

však byla laboratoř zamořena houbou *Thysanophora penicillioides* tak, že druhotně osidlovala jehličí většiny vzorků uložených ve vlhkých komůrkách. Jejimi konidii byl totiž kontaminován i filtrační papír, volně uložený v laboratoři a používaný do vlhkých komůrek.

Houba rostoucí na slunném jehličí klestu z vrcholových částí smrku byla lépe vyvinuta než na jehličí z hynoucích sazenic. Sklerocia byla 40—50 μm velká, složená z buněk o průměru 7 μm . Z nich vyrůstaly trsy konidiofórů lomených a někdy i jednoduše rozvětvených, připomínající houby pomocného rodu *Stachybotrys*. Skoro kulovité nebo poněkud oválně protáhlé konidie byly 3—4 $\times$ 1,5—3,5 μm velké. Houba ze stinného drobného jehličí hynoucích sazenic odpovídala vývojovému stadiu, které popsal prvně Preuss jako *Penicillium fuscipes*, houba ze slunného jehličí zmýcených stromů pak vývojovému stadiu popsanému prvně jako *Penicillium flexuosum* Preuss.

Protože houba byla podezřívána z primárního cizopasnictví na smr-

kových jehlicích jako původce hromadného žloutnutí jehličí na východním Slovensku (bez přesnějšího určení), odebral jsem vzorky v okolí Smolníku z živých smrků první věkové třídy přímo na místě do zcela nových igelitových sáčků, které jsem na místě dobře zavázal, v pracovně vzdálené od zamořené laboratoře do nich přidal sterilní filtrační papír ovlhčený tak, aby sáčky sloužily podobně jako vlhká komůrka a pone-



7. *Thysanophora penicillioides* z klestu zmýceného smrku. Vlevo vrcholek konidiofóru, vpravo nahoře sklerocium s lomenými konidiofory, pod tím buňky sklerocia, mladá sklerocia a konidie. Orig. Příhoda. — *Thysanophora penicillioides* isolated from the loppings of a felled spruce-tree. On the left there is a conidiophore top, on the right the sclerotium with broken conidiophores is above, below are sclerotium cells, young sclerotia and conidia. The original by Příhoda

chal při běžné teplotě v této pracovně. Na jednotlivých jehlicích se objevily drobné plísňovité chomáčky, které patřily houbám z pomocného rodu *Verticillium*, ty však nevyrůstaly z jehlic, ale z mrtvých mšic nebo jejich vajíček na povrchu jehlic. Houba podezřívána z „nové choroby jehličí“ a ztotožňovaná s houbou s konidiovým stadiem typu *Leptographium* (tvoří skvrny ve smrkovém dřevě jako poloambrosiová houba kůrovcovitých brouků) z takto odebraného a pokud možno sterilně uchovaného jehličí nevyrůstla.

ZÁVĚR

Houba *Thysanophora penicillioides* (Roum.) Kendrick je podle dosavadních poznatků poměrně hojným saprofytem smrkového a borového jehličí (popř. i tenčích borových větévek) v Evropě i Severní Americe a byla zaznamenána i na jehlicích tisů. U smrku osidluje ještě zelené jehličí, jehož vývoj byl nějak přerušen, např. po poškození hmyzem — minujícími housenkami drobných motýlků — nebo po napadení sypavkou smrkovou (*Lophodermium piceae* /Fuckel/ Höhnelt). Protože

tato sypavka se vyvíjí v plodném stadiu asi rok a houba *Thysanophora penicillioides* rozloží jehlice mnohem rychleji, znemožní tím tvorbu vřec-
katých plodniček sypavkové houby, a tím omezuje její rozmnožování,
takže z tohoto hlediska ji lze pokládat za užitečnou. Hromadně osidluje
klest čerstvě zmýcených stromů a je prvním článkem v jeho minerali-
zaci, což z lesnického hlediska je též užitečným projevem. Ve školkách
osidluje jehličí sazenic hynoucích na kořenové hniloby nebo po zničení
kořenového systému larvami hmyzu, a tím rovněž omezuje rozvoj jiných,
příležitostně cizopasných hub na jehličí. Protože osidluje ještě poměrně
čerstvé zelené jehličí, není vyloučeno, že po značném oslabení jehlič-
natých dřevin by se mohla stát i příležitostným sekundárním parazitem,
ale zatím to nebylo spolehlivě prokázáno. Byla zjištěna i jako součást
druhotné mykoflóry v chodbičkách kůrovců, ale nebylo zjištěno, že by
působila tracheomykózu. Její vývojové stadium popsané jako *Sclerotium*
glaucoalbidum Desm. je nutno odlišovat od plodniček vřec-
katých hub rodu *Ceratocystis*, kterým se na první pohled podobá a její konidiové
stadium od ambrosiových a poloambrosiových hub popsáných v pomoc-
ném rodu *Leptographium*. Houba se řadila dříve do pomocného rodu
Haplographium, který se považuje za konidiová stadia terčoplodných
saprofytických hub rodu *Hyaloscypha*, systematicky velmi vzdáleného od
rodu *Ceratocystis*. Na jehlicích nevyvolává příznaky jako sypavkové hou-
by rodu *Lophodermium*, ale jehlice osidluje až druhotně a znemožňuje
tím další vývoj těchto sypavkových hub.

Literatura

- ARX, J. A.: The genera of fungi sporulating in pure culture. Vaduz, 1974, s. 1-315
BAINIER, G.: Mycothèque de l'École de Pharmacie 29. *Haplographium fuscipes*
(Preuss). Bull. Soc. mycol. France 24, 1908, s. 152-155
DENIS, R. W. G.: British Ascomycetes, Lehre, 1968
ELLIS, M. B.: Dematiaceous Hyphomycetes. Kew, 1971
HEŠKOVÁ, A. — VARÍNSKY, J.: Krátke informácie z lesníckeho výskumu, VÚLH
Zvolen, 1981
HUGHES, S. J.: Conidiophores, conidia and classification. Can. J. Bot., 31, 1953
KENDRICK, W. B.: Hyphomycetes of conifer leaf litter. *Thysanophora* gen. nov.
Can. J. Bot., 39, 1961, s. 817-832
KOTÝNKOVÁ, E.: Houby ve společnosti kůrovců. Diplomová práce z katedry bo-
taniky přírodovědecké fakulty University Karlovy v Praze, Praha, 1963, s. 1-123
KOTÝNKOVÁ-SYCHROVÁ, E.: Mykoflóra chodeb kůrovců v Československu. Čes.
Mykol., 20, 1966, s. 43-53
LINDAU, G.: Fungi imperfecti. Hyphomycetes. In Rabenhorst's Kryptogamen-Flora
von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, Pilze VIII., Leipzig, 1907, s. 1-852
MINTER, D. W.: Mikroskopické houby na jehlicích, větvičkách a šiškách borovic
v Československu. Čes. Mykol., 35, 1981, s. 90-101
PREUSS, G. T.: Uebersicht untersuchter Pilze besonders aus der Umgegend von
Hoyerswerda. Linnea, 24, 1851, s. 99-153
ROUMEGUÈRE, C.: Fungi selecti exsiccati, LIII^e Centurie. Rev. Mycol (Toulouse),
12, 1890, s. 61-69
SACCARDO, P. A.: Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum, IV., Pavia,
1886
SUROVEC, D. — NOVOTNÝ, J.: Nová choroba ihličí smreka. Zprávy VÚLHM,
30 (2), 1985, s. 6-8
TRAILL, J. W. H.: Report for 1886 on the fungi of the east of Scotland. Scot.
Naturalist, 9, 1888, s. 39-42
TRAILL, J. W. H.: Micromycetes II. Scot. Naturalist, 10, 1889, s. 57-76
TRAILL, J. W. H.: Report for 1889 on the fungi of the east of Scotland. Scot.
Naturalist, 10, 1889, s. 257-281

Došlo dne 20. 11. 1985

ПРШИГОДА, А. (Praha). Значение гриба *Thysanophora penicillioides* (Roum.) Kendrick в лесном хозяйстве. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 227-234.

Гриб *Thysanophora penicillioides* известен свыше 100 лет. Вначале он был описан в роде *Penicillium*, потом *Haplographium* и, наконец, в новом роде *Thysanophora* (Кендрик 1961). Гриб растет как сапрофит на хвое ели, сосны и тиса. В Чехословакии его обнаружила Коты́нкова (1963) как побочный гриб в ходах короедов *Pityogenes chalcographus* на сосне *Pinus nigra*. В Словакии он рос в хвое еловых саженцев, уничтоженных корневой гнилью или личинками хрущей. Его много было в хворосте срубленных еловых деревьев, которые повредил короед *Ips typographus*. Гриб заселяет еще зеленую хвою, развитие которой было прекращено насекомыми или грибными болезнями. Быстрым разложением хвои он не позволяет развиваться плодовому телу грибов рода *Lophodermium*. В лесном хозяйстве его можно считать полезным.

лесная микология; разложение хвои; короеды

PŘÍHODA, A. (Praha). The Importance of the *Thysanophora penicillioides* (Roum.) Kendrick Fungus in Forestry. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 227-234.

The *Thysanophora penicillioides* fungus has been known for more than 100 years. First it had been described within the *Penicillium* genus, then *Haplographium* and finally within the new genus *Thysanophora* (Kendrick 1961). It grows as a saprophyte on spruce, pine and yew needles. In Czechoslovakia, it was found out by Kotýnková (1963) also as an associate fungus in the gallery of the bark beetle *Pityogenes chalcographus* in *Pinus nigra*. In Slovakia it grew in the needles of spruce plants destroyed by root rot or common cockchafer larvae. Its occurrence was abundant in spruce loppings of the felled trees that were destroyed by the bark beetle *Ips typographus*. It colonizes the needles that are still green, but the development of which has been interrupted by insects or fungal diseases. It causes a rapid breakdown of needles, preventing the development of the sporophores of the fungi of the *Lophodermium* genus. This fungus can be taken for useful in the forest management.

forest mycology; needles breakdown; bark beetles

PŘÍHODA, A. (Praha). Bedeutung des Pilzes *Thysanophora penicillioides* (Roum.) Kendrick in der Forstwirtschaft. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 227-234.

Der Pilz *Thysanophora penicillioides* ist seit mehr als 100 Jahren bekannt. Er wurde zuerst in der Gattung *Penicillium*, dann *Haplographium* und schließlich in der neuen Gattung *Thysanophora* (Kendrick 1961) beschrieben. Er wächst als Saprophyt auf Nadeln der Fichte, der Kiefer und der Eibe. In der Tschechoslowakei wurde er durch Kotýnková (1963) auch als beigesellter Pilz in einem Gang des Borkenkäfers *Pityogenes chalcographus* auf der Schwarzkiefer *Pinus nigra* festgestellt. In der Slowakei wuchs er auf den Nadeln der durch Wurzelfäule oder durch Maikäferlarven vernichteten Fichtenpflanzen. Zahlreich war er auf Fichtenreisig von gefällten Bäumen, die durch den Borkenkäfer *Ips typographus* vernichtet wurden. Er besiedelt noch grüne Nadeln, deren Entwicklung durch Insekten oder durch Pilzinfektionen unterbrochen wurde. Durch schnelle Nadelzersetzung macht er die Entwicklung von Fruchtkörpern der Pilze der Gattung *Lophodermium* unmöglich. In der Forstwirtschaft kann er als nützlich angesehen werden.

forstliche Mykologie; Nadelzersetzung; Borkenkäfer

Adresa autora:

Doc. Ing. Antonín Příhoda, 252 67 Tuchoměřice 26

URČENIE HMOTNOSTNO-GEOMETRICKÝCH PARAMETROV STROMU A KMEŇA SMREKA

M. Mikleš, R. Svitok

MIKLEŠ, M. — SVITOK, R. (Lesnícka fakulta VŠLD, Zvolen). *Určenie hmotnostno-geometrických parametrov stromu a kmeňa smreka*. Lesníctví, 33, 1987 (3) : 235—244.

Pri projektovaní lesných strojov a mechanizmov je potrebné mať dostatok informácií o pracovnom procese — prevádzkových podmienkach, z čoho vyplýva zaťaženie stroja a jeho mechanizmov. Predmetom práce lesného stroja je strom alebo kmeň. Preto pri konštrukcii strojov vystupuje požiadavka poznať charakteristiky stromov a kmeňov. V podstate ide o hmotnostno-geometrické parametre stromov a kmeňov. Medzi tieto patria: hmotnosť stromov (kmeňov) a ich jednotlivých častí, súradnice ťažiska, geometrické rozmery stromov (kmeňov) a ich jednotlivých častí. Na základe experimentálnych meraní boli tieto parametre určené pre smrek a nájdené ich závislosti od prsného priemeru stromu $d_{1,3}$ a výšky stromu, resp. dĺžky kmeňa.

technika lesnícka; mechanizácia lesnícka; lesná ťažba; pracovný proces; smrek

Pre správnu konštrukciu mechanizmov používaných v lesnom hospodárstve na ťažbu a sústreďovanie dreva vzniká nevyhnutnosť určenia hmotnostno-geometrických charakteristík stromov a vytvorenie informačných prehľadov — tabuliek, ktoré obsahujú dynamické charakteristiky stromov. K týmto charakteristikám patria: hmotnosť stromov a ich jednotlivých častí, súradnice ťažísk, rozmery stromov a ich častí, na základe čoho možno vypočítať hmotný moment zotrvačnosti stromov a ich častí. Hmotný moment zotrvačnosti je základným parametrom patriacim k dynamickým charakteristikám stromov a kmeňov.

PREHLAD SÚČASNÉHO STAVU

Problematika určovania hmotnostno-geometrických parametrov je v súčasnosti dostatočne rozpracovaná u nás i v zahraničí.

Predmetná problematika je podrobne rozpracovaná v učebniciach dendrometrie (napr. Korf V. 1972) a v rade výskumných prác tohto odboru (napr. Hubáč K. 1964, 1973, Čermák V. 1978). V prácach sa nachádzajú údaje o hrúbkach, výškach a objemoch jednotlivých stromov a kmeňov, a to v závislosti od štádiového vývoja porastu, ale nie sú priamo použiteľné pre konštrukčnú prax.

Tieto údaje sa používajú pri prácach Lesoprojektu pre stanovenie objemu zásob dreva v jednotlivých porastoch. Nie je ich však možné používať priamo na určenie dynamických charakteristík stromu.

V zahraničí v súčasnosti existuje už mnoho prác, ktoré sa zaoberajú dynamickými charakteristikami stromu i kmeňa. Predovšetkým sú to práce sovietskych a kanadských autorov: Deberdejev (1966), Zakrevskij (1973), Adamovich (1970, 1975, 1979), Dunfield (1974), Keen (1963), Lynch (1978).

Tieto „inžinierske“ charakteristiky sú už podkladom k projektovaniu lesných strojov.

Pri konštrukcii lesných strojov je nevyhnutne potrebné poznať rozloženie hmotnosti v závislosti od výšky stromu, lebo ovplyvňuje dynamické zaťaženie pracovných prvkov stroja.

EXPERIMENTÁLNE ZISŤOVANIE HMOTNOSTNO-GEOMETRICKÝCH PARAMETROV

METODIKA PRÁCE

Merania fyzikálnych charakteristík stromov a kmeňov sme uskutočnili pre našu hospodársky dôležitú drevinu smrek (120 kusov). Merania prebiehali na Školskom lesnom podniku Vysokej školy lesníckej a drevárskej vo Zvolene, polesie Budča, dielec 774, drevina smrek.

Pracovný postup pri zisťovaní fyzikálnych charakteristík stromov. Použité mechanizačné prostriedky, pomôcky a pracovníci: dvaja piliči s JMP — Husqvarna 480, LKT 80, príp. UKT 6748, nákladné auto Tatra 148 s hydromanipulátorom (Hiab 670, Fiskars 9000), pilič s JMP na odvetvovanie stromov, pomocník pri meraniach (pásmo, kovová priemerka, dynamometer).

Merania sme vykonávali v smrekových porastoch, ktoré boli určené k ťažbe (v blízkosti bolo dostatočne priestrané odvozné miesto), a to u tých stromov, ktoré vyhovovali hlavne po objemovej stránke, nakoľko tu bolo obmedzenie týkajúce sa nosnosti hydromanipulátora. Merania sme robili na odvoznom mieste.

U približených stromov sme zistili dendrometrické údaje, a to: hrúbku $d_{1,3}$, dĺžku stromov, výšku nasadenia koruny, šírku koruny, dĺžku koruny, percento poškodenia koruny.

Pri určovaní ťažiska boli použité reťazové úväzky (pre zvýšenie presnosti určenia polohy ťažiska). Úväzok obopínal kmeň a bol upevnený v drápku hydromanipulátora. Ťažisko sme určovali pokusne presúvaním úväzku až do ustálenia stromu (kmeňa) vo vodorovnej polohe. Zmerali sme hrúbku stromu v ťažisku a vzdialenosť ťažiska od čela. Dynamometrom sme zistili jeho hmotnosť. Ďalej sme zistili hmotnostno-geometrické parametre kmeňa. Zisťovali sme tieto veličiny (obr. 1): hrúbku $d_{1,3}$, hrúbku v strede kmeňa $d_{hsd/2}$, hrúbku v ťažisku stromu a kmeňa d_{hT} , d_{hd} , vzdialenosť ťažiska stromu a kmeňa od miesta rezu h_T , h_d , dĺžku stromu h_s , dĺžku kmeňa h_{sd} , vzdialenosť merania šírky koruny h_{DK} , šírku koruny D_K , výšku nasadenia koruny h_{OK} , dĺžku koruny l_K , hmotnosť stromu a kmeňa m , m_d .

Spracovanie podkladov získaných meraním v teréne

Objemy sme zisťovali pre smrek podľa Sortimentáčnych tabuliek pre ihličnaté dreviny (Hubač 1973), a to objem kmeňa bez kôry (V_d) na základe hrúbky $d_{1,3}$ a výšky stromu, v časti — Stromové sortimentačné tabuľky.

Ďalej sme zistili objemové hmotnosti pre každý kmeň osobitne, a to podľa vzťahu:

$$\varrho = \frac{m_d}{V_d}, \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$$

kde: ϱ — objemová hmotnosť,
 m_d — hmotnosť kmeňa (kg),
 V_d — objem kmeňa (m^3).

Použili sme priemernú objemovú hmotnosť pre smrek $793 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Objem stromu sme počítali podľa vzťahu:

$$V = \frac{m}{\varrho}, \quad (\text{m}^3)$$

kde: V — objem stromu,
 m — hmotnosť stromu (kg),
 ϱ — objemová hmotnosť ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$).

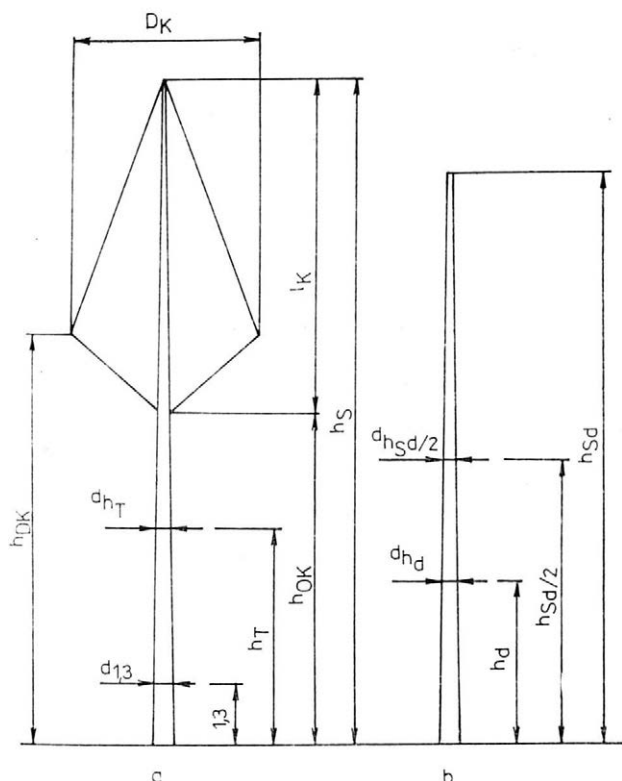
Vypočítaný objem bol korigovaný podľa skutočného stavu poškodenia koruny.

Zisťovanie stredov korún. Vzdialenosť po stred koruny od miesta rezu sme v teréne nemerali, ale vypočítali sme ju podľa vzťahu:

$$h_{SK} = h_{NK} + \frac{l_K}{2}, \quad (\text{m})$$

kde: h_{SK} — vzdialenosť stredu koruny od miesta rezu (m),
 h_{NK} — výška nasadenia koruny (m),
 l_K — dĺžka koruny (m).

1. Označenie určovaných veličín pre smrek. — Symbols of the characteristics determined in spruce



Zisťovanie plochy korún. Tvar koruny v pozdĺžnom reze sme brali zjednodušené, u smreka rovnoramenným trojuholníkom. Plochu koruny u smreka (P_K) sme počítali zo vzťahu:

$$P_K = \frac{D_K \cdot l_K}{2}, \quad (\text{m}^2)$$

kde: l_K — dĺžka koruny (m),
 D_K — šírka koruny (m).

Príprava podkladov pre spracovanie. Zostavili sme prehľady na vyjadrenie závislosti medzi výsledkami získanými terénnymi meraniami a vypočítanými hodnotami. U hrúbky $d_{1,3}$ sme zvolili interval 2 cm, u výšky interval 2 m.

Na základe týchto prehľadov boli stanovené súradnice x a y pre výpočet polynómov 1. až 3. stupňa počítačom, pričom súradnice x boli hrúbkové stupne $d_{1,3}$ alebo výškové stupne a súradnice y sledované hmotnostno-geometrické charakteristiky. Prehľady vyjadrovali tieto vzťahy: hmotnosť a výšku ťažiska v závislosti od $d_{1,3}$ a) pre smrek — strom (obr. 2), b) pre smrek — kmeň (obr. 4); hmotnosť a výšku ťažiska v závislosti od výšky a) pre smrek — strom (obr. 3), b) pre smrek — kmeň (obr. 5); vzdialenosť stredu koruny a miesta merania najväčšej šírky koruny od miesta rezu v závislosti od $d_{1,3}$ (obr. 6); vzdialenosť stredu koruny a miesta merania najväčšej šírky koruny od miesta rezu v závislosti od výšky (obr. 7); najväčšiu šírku koruny a plochu koruny v závislosti od $d_{1,3}$ (obr. 8); najväčšiu šírku koruny a plochu koruny v závislosti od výšky stromov (obr. 9).

Namerané údaje boli štatisticky spracované so súčasným určením základných charakteristík: aritmetický priemer, stredná chyba priemeru, smerodajná odchýlka, rozptyl, variačný koeficient.

Výška ťažiska v závislosti od $d_{1,3}$ a od výšky stromu

Všetky úlohy riešiacie mechaniku stromu sa nezaobídu bez poznania hmotnostno-geometrických údajov, ktoré majú veľký význam v procese vzájomného pôsobenia ťažbový stroj — strom. Ich význam spočíva napríklad v tom, že sila, ktorou pôsobí koruna a kmeň, môže byť nahradená výslednicou G , pôsobiacou v ťažisku stromu v bode T so súradnicami x_T, y_T .

Ako vyplýva z grafického znázornenia, výška ťažiska u kmeňa (stromu) v závislosti od $d_{1,3}$, ako aj od výšky prebieha podľa rovníc uvedených v grafoch, pričom tieto platia pre rozpätie: $d_{1,3} = 22$ až 48 cm, $h_s = 16$ až 28 m, $h_{sd} = 12$ až 26 m.

Priemerná výška ťažiska meraných stromov:

$$h_T = 0,344 \cdot h_s,$$

kde: h_T — výška ťažiska stromu (m),

h_s — výška stromu (m).

Štatistické charakteristiky:

variačný koeficient	= 3,866
rozptyl	= 0,00017
stredná chyba priemeru	= 0,00173
smerodajná odchýlka	= 0,0133

Pre kmeň:

$$h_d = 0,340h_{sd},$$

kde: h_d — výška ťažiska kmeňa (m),

h_{sd} — výška kmeňa (m).

Štatistické charakteristiky:

variačný koeficient	= 3,235
rozptyl	= 0,000123
stredná chyba priemeru	= 0,00144
smerodajná odchýlka	= 0,0110

Priemerná výška ťažiska kmeňa v závislosti od výšky stromu:

$$h_d = 0,263h_s.$$

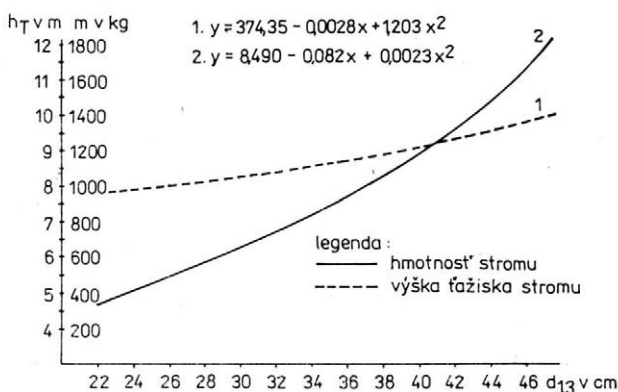
Štatistické charakteristiky:

variačný koeficient	= 13,992
rozptyl	= 0,0013
stredná chyba priemeru	= 0,0048
smerodajná odchýlka	= 0,0368

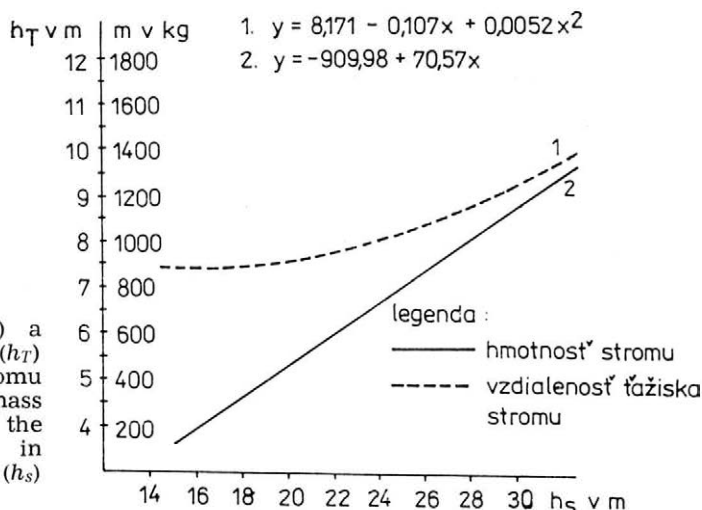
Hmotnosť stromu (kmeňa) v závislosti od $d_{1,3}$ a od výšky stromu

Hmotnosť stromov (kmeňov) v závislosti od $d_{1,3}$ a výšky prebieha podľa rovníc uvedených na obr. 2, 3, 4, 5.

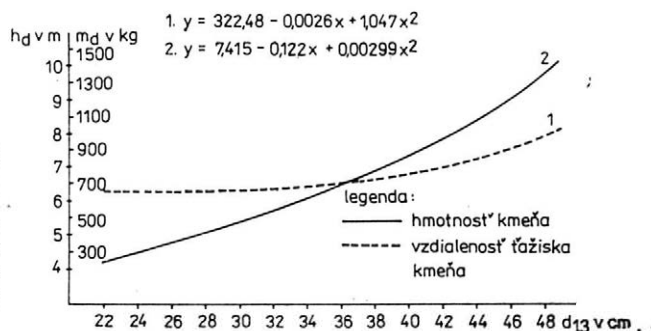
2. Hmotnosť stromu (m_s) a výška ťažiska stromu (h_T) v závislosti od hrúbky ($d_{1,3}$) pre smrek. — Tree mass (m_s) and the height of the center of tree mass (h_T) in relation to tree diameter ($d_{1,3}$) for spruce

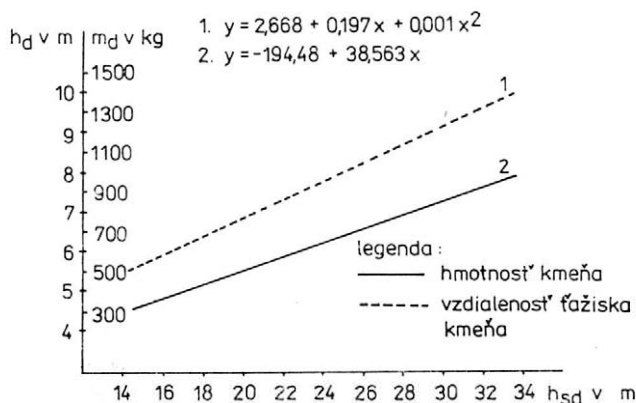


3. Hmotnosť stromu (m_s) a výška ťažiska stromu (h_T) v závislosti od výšky stromu (h_s) pre smrek. — Tree mass (m_s) and the height of the center of tree mass (h_T) in relation to tree height (h_s) for spruce



4. Hmotnosť kmeňa (m_d) a výška ťažiska kmeňa (h_d) v závislosti od hrúbky ($d_{1,3}$) pre smrek. — Stem mass (m_d) and the height of the center of stem mass (h_d) in relation to diameter ($d_{1,3}$) for spruce





5. Hmotnosť kmeňa (m_d) a výška ťažiska kmeňa (h_d) v závislosti od dĺžky (h_{sd}) kmeňa pre smrek. — Stem mass (m_d) and the height of the center of stem mass (h_d) in relation to stem length (h_{sd}) for spruce

Hmotnosť kmeňa možno vyjadriť priemernou hodnotou:

$$m_d = 0,822m_s,$$

kde: m_d — hmotnosť kmeňa (kg),
 m_s — hmotnosť stromu (kg).

Štatistické charakteristiky:

variačný koeficient	= 10,596
rozptyl	= 0,0076
stredná chyba priemeru	= 0,0113
smerodajná odchýlka	= 0,0871

Priemerná výška ťažiska koruny:

$$\frac{h_K}{h_s} = 0,632,$$

kde: h_K — výška ťažiska koruny (m),
 h_s — výška stromu (m).

Výška ťažiska koruny je priemerne 0,632 výšky stromu.

Charakteristika koruny v závislosti od $d_{1,3}$ a výšky stromu

Vzťahy medzi vzdialenosťou stredu koruny a miestom rezu, šírkou a plochou koruny v závislosti od hrúbky $d_{1,3}$ a výšky stromu sú uvedené v grafoch (obr. 6, 7, 8, 9).

Priemerná vzdialenosť stredu koruny od miesta rezu v závislosti od výšky stromu:

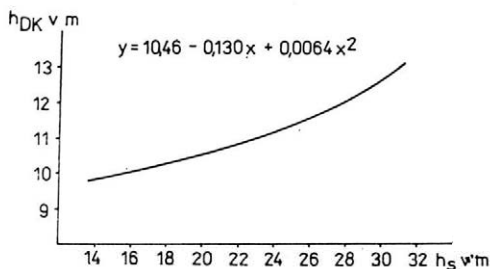
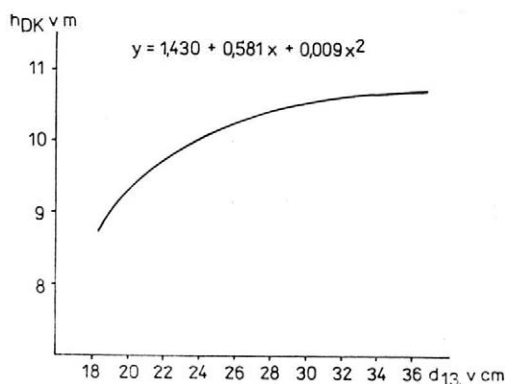
$$h_{DK} = 8,611 h_s,$$

kde: h_{DK} — vzdialenosť stredu koruny od miesta rezu (m),
 h_s — výška stromu (m).

Štatistické charakteristiky:

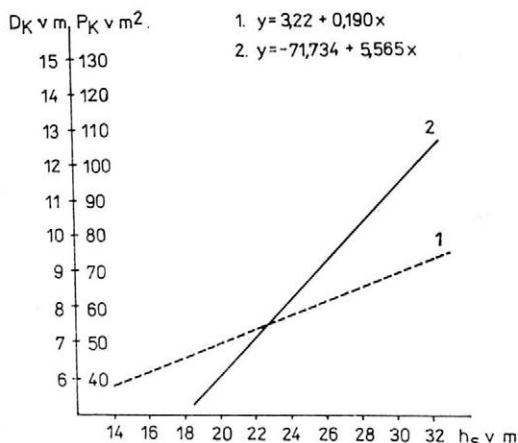
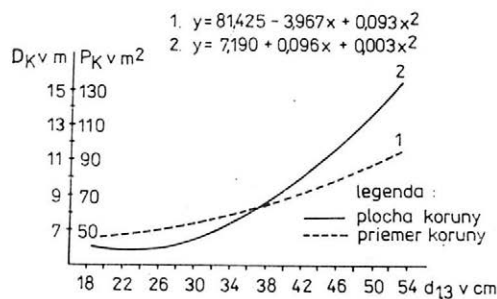
variačný koeficient	= 6,023
rozptyl	= 0,00135
stredná chyba priemeru	= 0,00479
smerodajná odchýlka	= 0,0368

Priemerná výška miesta najväčšej šírky koruny sa nachádza vo vzdialenosti 0,183 výšky stromu pod stredom koruny.



6. Vzdialenosť stredu koruny (h_{DK}) v závislosti od hrúbky ($d_{1,3}$) pre smrek. — The distance of the crown center (h_{DK}) in relation to diameter ($d_{1,3}$) for spruce

7. Vzdialenosť stredu koruny (h_{DK}) v závislosti od výšky stromu (h_s) pre smrek. — The distance of the crown center (h_{DK}) in relation to tree height (h_s) for spruce



8. Priemer koruny (D_K) a plocha koruny (P_K) v závislosti od hrúbky ($d_{1,3}$) pre smrek. — The diameter of crown projection (D_K) and crown projection area (P_K) in relation to diameter ($d_{1,3}$) for spruce

9. Priemer koruny (D_K) a plocha koruny (P_K) v závislosti od výšky stromu (h_s) pre smrek. — The diameter of crown projection (D_K) and crown projection area (P_K) in relation to tree height (h_s) for spruce

DISKUSIA

Na základe experimentálnych meraní boli zostrojené grafy vyrovnávajúcich polynómov vyjadrujúce vzťahy medzi fyzikálnymi charakteristikami stromov a kmeňov smreka.

Pri skúmaní korelačnej závislosti na základe nameraných hodnôt sa ukázalo ako najvhodnejšie vyjadriť korelačnú závislosť medzi znakmi polynómami 1. a 2. stupňa. Uvedené funkcie sú vždy uvedené pri ich grafickom znázornení.

Na meranie stupňa lineárnej, resp. nelineárnej závislosti bol použitý index korelácie. Z tabuliek I a II, kde sú zmienené vypočítané hodnoty uvedené, môžeme konštatovať tesnosť korelácie, resp. vhodnosť vyrovnávajúcej krivky. V tabuľke I sa nachádzajú

I. Výška ťažiska, hmotnosť, výška stredu koruny, šírky koruny a plocha koruny v závislosti od $d_{1,3}$ pre smrek (koeficienty rovnice vyrovňavajúceho polynómu, štatistické charakteristiky). — The height of the center of mass, mass, the height of tree-crown center, crown width and crown projection area in relation to $d_{1,3}$ for spruce (coefficients of the equation of a smoothing polynomial, statistical characteristics)

	A_0	A_1	A_2	Kvadratická odchýlka	Reziduálny rozptyl	Index korelácie	Platí pre rozpätie $d_{1,3}$
h_T	8,490	-0,08297	0,002329	54,862	0,9625	0,32154	18 až 52 cm
m_s	374,35	-0,002821	1,203	142 550,0	2500,88	0,9789	18 až 52 cm
h_d	7,415	-0,1223	0,002999	50,765	0,8905	0,3556	18 až 52 cm
m_d	322,487	-0,0026	1,047	106 213,0	1863,392	0,9778	18 až 52 cm
h_{DK}	1,430	0,5812	0,00907	142,245	2,495	0,2154	18 až 52 cm
D_K	7,190	0,09607	0,00334	89,766	1,575	0,4214	18 až 52 cm
P_K	81,425	-3,967	0,09315	14 487,7	254,17	0,5467	18 až 52 cm

II. Výška ťažiska, hmotnosť, výška stredu koruny, šírka koruny a plocha koruny v závislosti od výšky stromu (h_s), resp. dĺžky kmeňa (h_{sd}) pre smrek (koeficienty rovnice vyrovňavajúceho polynómu, štatistické charakteristiky). — The height of the center of mass, mass, the height of tree-crown center, crown width and crown projection area in relation to tree height (h_s), or to stem length (h_{sd}), for spruce (coefficients of the equation of a smoothing polynomial, statistical characteristics)

	A_0	A_1	A_2	Kvadratická odchýlka	Reziduálny rozptyl	Index korelácie	Platí pre rozpätie h_s, h_{sd}
h_T	8,171	-0,1074	0,00524	214,799	3,768	0,1407	16 až 28 m
m_s	-909,985	70,573	∅	1 941 010,0	33 465,69	0,6575	16 až 28 m
h_d	2,668	0,1969	0,001319	31,07	0,5451	0,6821	12 až 25 m
m_d	-184,483	38,563	∅	1 737 270,0	29 952,87	0,5323	12 až 25 m
h_{DK}	10,46	-0,1303	0,006416	247,351	4,340	0,1615	16 až 28 m
D_K	3,222	-0,1906	∅	98,359	1,695	0,3143	16 až 28 m
P_K	-71,734	5,565	∅	11 472,1	197,794	0,6669	16 až 28 m

h_T — výška ťažiska stromu, m_s — hmotnosť stromu, h_d — výška ťažiska kmeňa, m_d — hmotnosť kmeňa, h_{DK} — vzdialenosť stredu koruny, D_K — priemer koruny, P_K — plocha koruny.

štatistické charakteristiky závislostí geometricko-hmotnostných parametrov stromu (kmeňa) od hrúbky $d_{1,3}$. Z indexu korelácie je zrejmé, že ide o veľký stupeň korelačnej závislosti predovšetkým u hmotnostných parametrov, stredný stupeň korelácie je medzi šírkou, resp. plochou koruny a $d_{1,3}$. Malý stupeň korelácie je medzi výškovými parametrami (h_T, h_d, h_{DK}) a $d_{1,3}$.

V tabuľke II sú štatistické charakteristiky geometricko-hmotnostných parametrov stromu (kmeňa) od jeho výšky (dĺžky). Z indexu korelácie vidíme väčší stupeň strednej korelačnej závislosti pre hmotnostné parametre od výšky (dĺžky) stromu (kmeňa). Takisto je to so závislosťou ťažiska kmeňa od jeho dĺžky. Pomerne veľmi malý stupeň korelácie sa javí medzi výškou ťažiska stromu, výškou stredu koruny a výškou (dĺžkou) stromu (kmeňa).

Z uvedeného vyplýva, že stanovené rovnice regresných kriviek nie sú veľmi vhodné pre určovanie polohy ťažiska stromu a ukazuje sa značný vplyv variability koruny. Početnosť uvedeného súboru sa tiež ukazuje ako nedostatočná, preto by bolo potrebné v ďalšej etape v uvedenom výskume pokračovať. Pre zabezpečenie všeobecných regresných rovníc treba vykonávať merania v rôznych lokalitách, aby sa tým zaistila použiteľnosť v projekčných a konštrukčných prácach na lesných strojoch. Pretože ide o jednorázové meranie v jednom poraste, treba výsledky brať ako vstup do uvedenej problematiky.

ZÁVER

Získané hmotnostno-geometrické parametre stromov a kmeňov by mali slúžiť ako podkladový materiál pri projektovaní lesných viacoperačných ťažbových strojov. Niektoré získané údaje možno použiť priamo, niektoré je možné vypočítať (napr. hmotný moment zotrvačnosti) a ďalšie bude potrebné určiť meraním, napr. ohybovej tuhosti stromu (kmeňa), frekvencie vlastných kmitaní. Tým sa získajú podklady pre vyšetrovanie vzájomného pôsobenia lesný stroj — strom (kmeň).

Literatúra

- ADAMOVICH, L. L.: Centre-of-gravity positions of open and stand-grown second growth Western conifers. Am. Soc. Agric. Eng. Paper, 1970, č. 70-617. Mimeo, 30 s.
- ADAMOVICH, L. L.: Engineering characteristics of Canadian trees: centre of gravity and green weight components of four species in Interior British Columbia. Can. For. Serv., 1975, FMI Inf. Rep. FMR — X — 74, 78 s.
- ADAMOVICH, L. L.: Engineering characteristics of Canadian trees: centre of gravity and green weight components of three conifers in Interior British Columbia on poor growing sites. Can. For. Serv., 1975, FMI Ing. Rep. FMR — X — 82, 67 s.
- ADAMOVICH, L. L.: Engineering characteristics of Canadian trees: Douglas — fir and Western hemlock in Interior British Columbia, FERIC Techn. Note 1979, č. TN — 27, 51 s.
- ČERMÁK, J. — HUBAČ, K.: Sortimentné tabuľky pre listnaté dreviny, 1978, Príroda, Bratislava, 203 s.
- DEBERDEJEV, A. A.: K voprosu o centre tjažesti i momente inercii dereva, Lesnoj žurnal, 1966, č. 6, Archangelsk, s. 60-66
- DUNFIELD, J. D. a kol.: Engineering characteristics of trees — dimensions and weight of trees east of the Canadian Rocky Mountains. 1974, FMI Rep. FMR — X — 60, 77 s.
- HUBAČ, K. — ŠEBÍK, L.: Tabuľky kmeňových profilov a sortimentačné tabuľky. Zborník vedeckých prác VŠLD, 1964, s. 19
- HUBAČ, K.: Sortimentné tabuľky pre ihličnaté dreviny. 1973, Príroda, Bratislava, 222 s.
- KEEN, R. E.: Weights and centres of gravity involved in handling pulpwood trees. Pulp and Paper Research Institute of Canada. Woodlands Research Index, 1963, č. 147, 93 s.
- KORF, V. a kol.: Dendrometrie, 1972, SZN Praha, 314 s.
- LYUNCH, T. B. — MAX, T. A. — BURKHART, H. E.: Prediction equations for centres of gravity and moments of inertial of loblolly pine stems. Pacific Northwest Forest and Range Experimental Station, 1978, Portland, Oregon.
- STUROS, J. A.: Theoretical methods for estimating moments of inertia of trees and boles. USDA Forest Service Research Paper 1973, NC — 96, 10 s.
- ŠMELKO, Š. — WOLF, J.: Statistické metódy v lesníctve. 1977, Príroda, Bratislava, 300 s.
- ZAKREVSKIJ, P. B.: Opredelenije momenta inercii i položenija centra tjažesti dereva. Trudy CNIIME, 1972, č. 123, Chimki, s. 103-111

Došlo dne 3. 2. 1986

МИКЛЕШ, М. — СВИТОК, Р. (Lesnická fakulta VŠLD, Zvolen). *Определение массо-во-геометрических параметров дерева и ствола ели*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 235-244.

При проектировании лесных машин и механизмов необходимо располагать достатком информации о рабочем процессе и производственных условиях, из чего вытекает нагрузка машины и ее механизмов. Предметом работы лесной машины является дерево или ствол. Поэтому при конструировании машин выдвигается требование познания характеристики деревьев и стволов. В сущности речь идет о массо-во-геометрических параметрах деревьев и стволов. К ним относятся: масса деревьев (стволов) и отдельных их частей, координаты центра тяжести, геометрические размеры деревьев (стволов) и их отдельных частей. На основе экспериментальных измерений эти параметры были для ели установлены и были найдены их зависимости от диаметра дерева на высоте груди $d_{1,3}$ и высоты дерева, т. е. длины ствола.

лесная техника; лесная механизация; рубка леса; рабочий процесс; ель

MIKLEŠ, M. — SVITOK, R. (Lesnická fakulta VŠLD, Zvolen). *Determination of the Mass and Geometric Parameters of Spruce Tree and Stem*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 235-244.

Designing the constructions of forest machines and mechanisms, it is necessary to have enough information on the working process — practical operating conditions: this will indicate the load of the machine and its mechanisms. The subject for the work of a forest machine is a tree or a stem. Therefore the characteristics of trees and stems must be known to comply with the requirements of machine construction. They are mainly the mass and geometrical parameters of trees and stems that are to be investigated: mass of trees (stems) and their parts, coordinates of the center of mass, geometrical dimensions of trees (stems) and their parts. Applying the results of experimental measurements, these parameters were determined for spruce and their relations to the breast-height diameter of tree $d_{1,3}$ and tree height, and/or stem length, were stated.

forest machinery; forest mechanization; forest exploitation; working process; spruce

MIKLEŠ, M. — SVITOK, R. (Lesnická fakulta VŠLD, Zvolen). *Bestimmung der Gewichts- und geometrischer Parameter des Baumes und des Stammes der Fichte*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 235-244.

Bei der Projektierung forstlicher Maschinen und Mechanismen sind ausreichende Informationen über den Arbeitsprozeß und über die Betriebsbedingungen notwendig, aus denen die Belastung der Maschine und ihrer Mechanismen hervorgeht. Gegenstand der Arbeit der Forstmaschine stellt der Baum oder der Stamm dar. Deswegen tritt bei der Konstruktion von Maschinen die Forderung auf, die Charakteristiken von Bäumen und von Stämmen kennenzulernen. Im Wesentlichen handelt es sich um Gewichts- und geometrische Parameter von Bäumen und von Stämmen. Zu ihnen gehören: Gewicht von Bäumen (Stämmen) und ihrer einzelnen Teile, Koordinaten des Schwerpunkts, geometrische Dimensionen von Bäumen (Stämmen) und ihrer einzelnen Teile. Aufgrund experimenteller Messungen wurden diese Parameter für die Fichte bestimmt und ihre Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser $d_{1,3}$ und von der Baumhöhe, bzw. von der Stammlänge gefunden.

Forsttechnik; forstliche Mechanisation; Forstnutzung; Arbeitsprozeß; Fichte

Adresa autorov:

Ing. Milan Mikleš, CSc., Ing. Roman Svitok, CSc., Katedra lesnej fažby a mechanizácie, Vysoká škola lesnícka a drevárska, 960 53 Zvolen

VYJÁDRĚNÍ TLOUŠŤKOVÉ STRUKTURY POROSTU WEIBULLOVOU FUNKCÍ

I. Kupka

KUPKA, I. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Vyjádření tloušťkové struktury porostu Weibullovou funkcí*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 245-254.

K vyjádření tloušťkové struktury porostu se používá v lesnictví matematicko-statistických funkcí. Weibullova funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti (Weibull 1939) prokázala svou konzistencí, nestranností a vydatností vhodnost k tomuto účelu. Odhad parametrů je možný buď metodou, kterou navrhl Dubey (1967), nebo iterační procedurou, kterou uvádí Cohen (1965). Tato iterace byla použita v programu na mikropočítači Sinclair. Program má i s daty pro jeden porost velikost 2 kB a celý výpočet trvá necelou jednu minutu. Předpokládá se, že Weibullova funkce bude použita při tvorbě funkčního modelu porostu.

hospodářská úprava lesů; modely; tloušťková struktura porostu

V současné hospodářskoúpravnické praxi se používá k charakteristice porostu průměrných hodnot jeho taxačních veličin. Z nich se však mnoho nedozvíme o velikosti rozptylu těchto hodnot v porostě. Také vývoj porostu, který je charakterizován změnami těchto hodnot v čase, je pro některé účely výzkumného a experimentálního charakteru tímto způsobem popsán jen neúplně. Je známou skutečností, že změny taxačních porostních veličin jsou ovlivňovány nejen růstem jednotlivých stromů, ale i výchovou. Smyslem úmyslných pěstebních zásahů je redukovat určité stromové třídy a změnit strukturu porostu tak, aby byly vytvořeny optimální růstové podmínky pro hlavní porost. Vytěžením nejtenčích stromů dojde samozřejmě k většímu přírůstu průměrné tloušťky a výšky porostu, než by tomu bylo v případě, kdyby byl porost ponechán svému přirozenému vývoji. Změny taxačních veličin v čase tedy v našich hospodářských lesích nevyjadřují jen dynamiku vývoje porostu, ale i charakter pěstebních zásahů. Tento metodologický problém se řeší např. tím, že se zjišťují taxační veličiny jen pro určitou část porostu, která má největší naději, že dospěje do mytního věku. Jinou možností je zachytit vždy stromový inventář v jeho tloušťkové a výškové struktuře včetně vytěžených stromů v pravidelných časových intervalech a získat tak velmi přesný obraz vývoje konkrétního porostu. Tento způsob se používá k řešení některých modelových otázek vývoje porostu. Také v růstových tabulkách, které jsou modelem průměrného vývoje stejnověkých nesmíšených porostů určité geografické oblasti, je číselně vyjádřen výškový a tloušťkový vývoj středního (popř. i horního) kmene, množství živých stromů a sumace těchto údajů pro celý porost. Růstové tabulky jsou tedy modelem vývoje porostu, postaveném na předpokladu o neměnnosti vnějších podmínek i způsobu výchovy — což je předpoklad ve většině případů oprávněný. Jsou však situace, kdy by bylo žádoucí znát vývoj porostu při podstatně jiných podmínkách. Tyto otázky pak mohou být řešeny modelováním vývoje porostu.

Tvorba matematických modelů vývoje porostu je velmi slibný směr moderního lesnictví, umožňující řešit řadu složitých otázek vývoje porostu jeho simulací na počítači.

Může tak být studován např. vliv rozdílné pěstební péče na porost, negativní vliv imisí anebo otázka vývoje smíšených porostů.

Vývoj porostu je určený jednak inherentní potencií stromu, jednak ekosystému, v kterém strom existuje. Ekosystém lze popsat jako soubor interaktivních komponent s ohraničenými možnostmi, které jsou řízeny daným souborem pravidel. Model je kvantitativním popisem tohoto systému, vyjádřeným jedním nebo více matematickými vztahy. Jednotlivé komponenty modelu jsou tedy matematické rovnice kvantifikující tuto relaci. Celý model je vždy kompromisem mezi přesností a jednoduchostí. Tím, že určí odpověď systému s poměrně vysokou pravděpodobností, umožňuje testování alternativních způsobů hospodaření. Model lesa může být vytvořen na různých úrovních (stromu, porostu, hospodářského souboru, LHC nebo státu).

Zajímavým pokusem v této oblasti je model porostní sortimentace, který vypracoval Bartelheimer (1984). Algoritmus řešení lze popsat takto: zjištění tloušťkové struktury porostu, regresní odvození výšek v tloušťkových třídách, vyjádření tvaru kmene v tloušťkových třídách pomocí tloušťky ve výšce 0.1 celkové výšky, sortimentace podle požadovaných čepových tlouštěk a délek, sumarizace v rámci porostu.

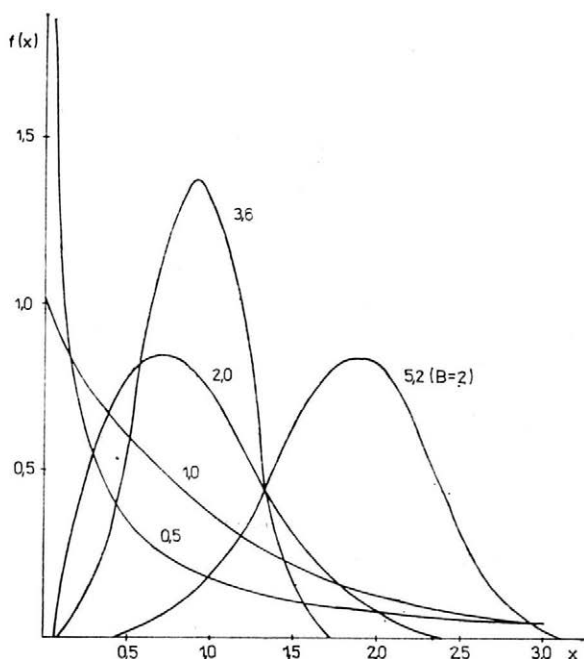
Zajímavý je i pokus Kopřivy (1942) využít rozboru tloušťkové struktury porostu k řešení praktických otázek ve výchově porostů. Na základě grafického vyrovnání frekvenční tloušťkové křivky konkrétního porostu zjistil počty kmenů, které je třeba v jednotlivých tloušťkových třídách odstranit. Pokusil se tak na základě jednoduchého modelu (za vzorový model považoval souměrnou frekvenční křivku) řešit otázky výchovy porostu.

Z dosud uvedeného je zřejmé, že tloušťková struktura porostu a její správné vyjádření hraje v oblasti modelů porostu klíčovou úlohu.

DOSAVIDNÍ STAV MODELOVÉHO ŘEŠENÍ TLOUŠŤKOVÉ STRUKTURY POROSTU

Otázkou tloušťkové struktury porostů se u nás podrobně zabýval Halaj (1957, 1978). K vyrovnání empirických dat použil Charlierovu funkci. Petráš (1984) řešil podobný problém pro modřínové porosty pomocí funkce beta, která se zdá být pro tyto účely vhodnější. Je totiž mnohem pružnější, neblíží se asymptoticky k ose x , ale protíná ji ve dvou předem volitelných bodech, jež přibližně odpovídají minimální a maximální hodnotě tlouštěk v porostu. Její vhodnost dokázalo více autorů, např. Zöhrer (1970), který publikoval i program ve Fortranu pro výpočet parametrů této funkce, Andrae (1984) a Gadow (1984). Další často používanou statistickou funkcí rozdělení hustoty pravděpodobnosti pro modelování tloušťkové struktury porostu je funkce gama, kterou použil Svalov (1984), Harter a Moore (1965) a v upravené podobě Kupka (1985). Nejslibnější funkcí hustoty rozdělení se zdá být Weibullova funkce (Weibull 1939), kterou autor použil k vyjádření únavy materiálu ve strojírenství. V současné době je však využívána k vyjádření biologických jevů. Např. Ganina (1984) ji použila k posouzení tloušťkové struktury borových porostů a smíšených listnatých porostů s převahou lípy s charakterem výběrného lesa. Little (1983) ji zase použil pro smíšené jehličnaté porosty tsugy a duglasky v západní Kanadě. Rovněž Bailey a Dell (1973) a Gadow (1984) ji použili k vyjádření tloušťkové struktury borových nebo duglaskových porostů. Krug, Nordheim a Giese (1984) použili Weibullovu funkci jako přírůstové funkce. K odhadu parametrů vycházeli přitom z distribuční Weibullovu funkce jako funkce růstové. Yang (1978) ji rovněž použil jako funkci růstovou. Schreuder a Swank (1974) použili Weibullovu distribuční funkci pro porosty vejmutovky a borovice kadidlové nejen pro vyjádření tloušťkového vývoje porostu, ale i pro její kruhovou základnu, korunovou projekci a množství biomasy.

1. Vliv parametru C na tvar Weibullový funkce ($B = 1$).
 — The influence of parameter C on the shape of Weibull function ($B = 1$)



Ve všech těchto příkladech se ukázalo, že Weibullova funkce je dostatečně pružná, aby vystihla všechny reálně existující tloušťkové struktury lesních porostů a přitom svou konzistencí, nestranností a vydatností je dobře řešitelná.

DEFINICE A ODHAD PARAMETRŮ WEIBULLOVY FUNKCE

Weibullova funkce hustoty rozdělení má tvar:

$$f(x) = (C/B) (X/B)^{C-1} \text{EXP} \{-(X/B)^C\} \quad (1)$$

$$X \geq 0, B > 0, C > 0$$

kde: C — parametr tvaru,
 B — parametr měřítka.

Někdy je také uváděna v obecnějším tvaru, kde parametr A vyjadřuje posun hodnot nezávisle proměnné od počátku. Jde o minimální hodnotu nezávisle proměnné v daném souboru dat:

$$g(x) = (C/B) [(X-A)/B]^{C-1} \text{EXP} \{ -[(X-A)/B]^C \} \quad (2)$$

$$X \geq A, B > 0, C > 0$$

Jak již bylo uvedeno, určuje hodnota parametru C tvar křivky. Pro interval $0 < C < 1$ má tvar zrcadlově obráceného f , pro hodnotu $C = 1$ je exponenciální funkcí:

$$f(x) = (1/B) \text{EXP} (-X/B), X \geq 0, B > 0 \quad (3)$$

Pro interval $1,0 < C < 3,6$ je levostranně asymetrická, pro hodnotu $C = 3,6$ je souměrná a pro hodnoty $C > 3,6$ je pravostranně asymetrická. Hodnoty parametrů spolu samozřejmě souvisí a výrazně pravostranné asymetrie lze dosáhnout při změně parametru měřítka B .

Distribuční Weibullovu funkci získáme integrací funkce (1):

$$\begin{aligned}
 F(x) &= \int_0^x (C/B) (t/B)^{C-1} \text{EXP} \{ - (t/B)^C \} dt \\
 &= \int_0^x \text{EXP} \{ - (t/B)^C \} d [(t/B)^C] \\
 &= 1 - \text{EXP} \{ - (X/B)^C \}
 \end{aligned} \quad (4)$$

Dubey (1967) prokázal, že dobré výsledky ve vyrovnání empirických dat Weibullovou funkcí lze získat odhadem parametrů této funkce z hodnot její distribuční funkce (4) pro vhodně zvolené kvantily: $0 < R < 1$, $0 < T < 1$, kdy platí:

$$\hat{B} = \text{EXP} \{ [\ln(X_R) - \ln(X_T) \ln(-\ln(1-R)) / \ln(-\ln(1-T))] / [1 - \ln(-\ln(1-R)) / \ln(-\ln(1-T))] \} \quad (5)$$

$$\hat{C} = \ln \{ \ln(1-R) / \ln(1-T) \} / \ln \{ X_R / X_T \} \quad (6)$$

Dubey (1967) uvádí, že nejvhodnější hodnoty kvantilů pro odhad parametru B je $R = 0,4$ a $T = 0,82$ a hodnoty $R = 0,17$ a $T = 0,97$ pro odhad parametru C . I když je předností této metody možnost výpočtu i na jednoduché kalkulačce s přirozenými logaritmy, není vyrovnání empirických dat tak dobré jako iterační metodou (Cohen 1965), jak se lze přesvědčit testem χ^2 .

Cohen (1965) řeší odhad parametrů ze soustavy dvou rovnic, které vzniknou parciální derivací (podle parametru B a parametru C). Eliminací parametru B dostaneme po úpravě rovnici:

$$\left\{ \sum_{i=1}^n X_i^{C^*} \cdot \ln(X_i) \right\} / \left\{ \sum_{i=1}^n X_i^{C^*} \right\} - (1/C^*) - (1/n) \left\{ \sum_{i=1}^n \ln(X_i) \right\} = M, \text{ pro } M \rightarrow 0, \quad (7)$$

kterou je nutno řešit iterací parametru C^* . Jakmile je znám odhad parametru C , určí se parametr B takto:

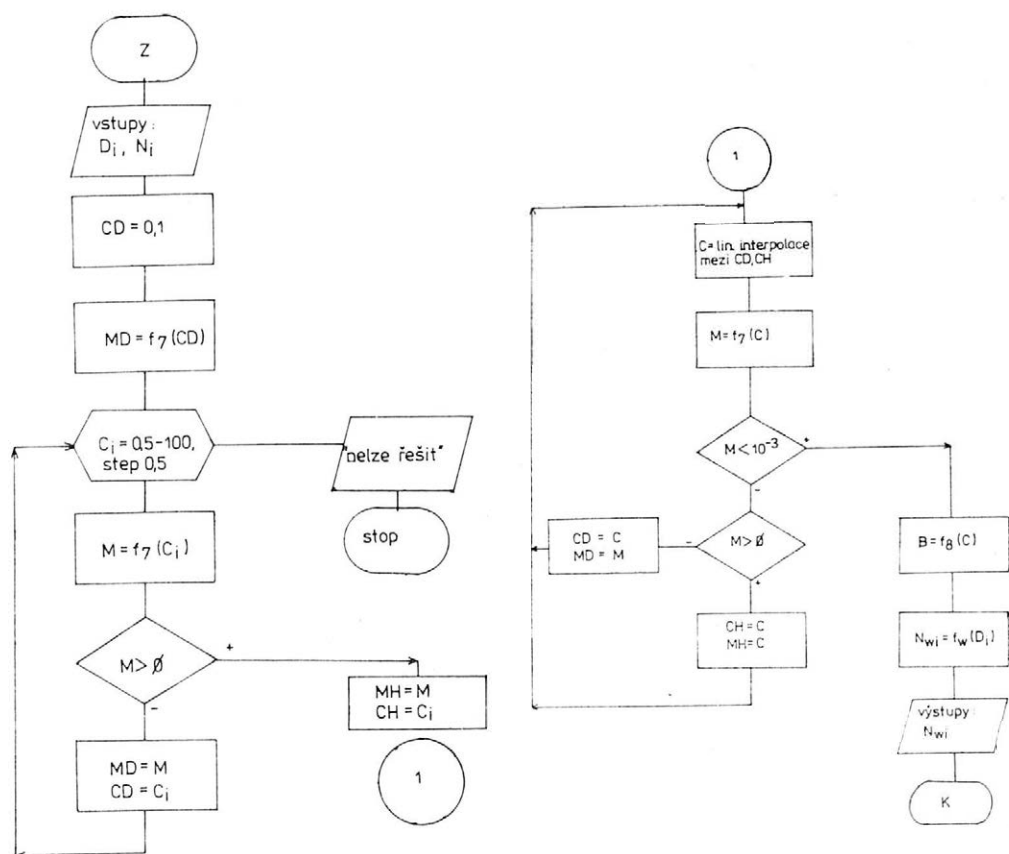
$$B^* = \left\{ (1/n) \cdot \sum_{i=1}^n X_i^{C^*} \right\}^{1/C^*} \quad (8)$$

Pro odhad parametrů byl použit mikropočítač Sinclair. Program, který i s daty pro jeden porost má velikost necelé 2 kB, je napsán v jazyku Basic. Vývojový diagram tohoto programu je uveden na obr. 2. Při iteraci se předpokládá přibližně lineární vztah mezi hodnotami parametru C a minimalizovanou hodnotou funkce (7). Ve skutečnosti je to mírně konkávní logaritmický vztah. Algoritmus je dostatečně efektivní, hodnota M rychle konverguje k nule, což je patrné z tabulky 1, kde jsou uvedeny hodnoty iterací C a M pro data uvedená v tabulce II.

Pro lepší fitování empirických hodnot Weibullovou frekvenční funkcí provádí program tuto úpravu: jednotlivé vypočtené četnosti se násobí opravným koeficientem (K), což je poměr sumy empirických četností a četností vypočtených podle vztahu (2).

I. Hodnoty parametru C a minimalizované funkce M jako výsledek iterační procedury. — The values of parameter C and minimized functions M as a result of iteration procedure

C	1	1,5	2,0	2,5	2,43117	2,42195
M	-0,7849	-0,3697	-0,137	0,0218	0,00299	0,00040



2. Vývojový diagram pro odhad parametrů Weibullové funkce iterací. — Flow chart for the estimate of the parameters of Weibull function by iteration

V tomto konkrétním případě se takto vypočtené hodnoty ještě zaokrouhlují na celá čísla. Nejdříve se tedy stanoví četnosti tloušťek takto:

$$N'_{wi} = f_w(d_i) \cdot \sum_{i=1}^j N_i, \quad (9)$$

kde: N'_{wi} — vypočtená četnost tloušťek d_i ,
 $f_w(d_i)$ — Weibullova frekvenční funkce definovaná vztahem (2),
 $\sum_{i=1}^j N_i$ — suma empirických četností tloušťek.

Dále se stanoví poměr empirických a vypočtených četností:

$$K = \sum_{i=1}^j N_i / \sum_{i=1}^j N'_{wi}, \quad (10)$$

kde: K — opravný koeficient,
 $\sum_{i=1}^j N_i$ — suma empirických četností tloušťek,
 $\sum_{i=1}^j N'_{wi}$ — suma četností tloušťek vypočtených podle vztahu (9).

II. Porovnání odhadu parametrů Weibullový funkce metodou Dubey (5,6) a Cohen (7,8) při vyrovnání frekvenční tloušťkové křivky šedesátiletého smrkového porostu — kontrolní plochy bez pěstebních zásahů. — Comparison of the estimate of Weibull function parameters by the method after Dubey (5,6) and Cohen (7,8) — smoothed frequency diameter curve of 60-year spruce stand; control areas without silvicultural treatments

Tloušť. třída	N_{emp}	$N_{W(5,6)}$	$N_{W(7,8)}$
8	0,43	4,10	1,00
10	3,27	6,76	4,66
12	11,56	10,04	8,95
14	14,93	12,91	12,91
16	14,11	14,75	14,95
18	13,87	14,96	15,25
20	11,21	13,32	13,71
22	12,11	10,25	10,95
24	7,35	6,76	7,78
26	5,73	3,69	4,94
28	3,12	1,64	2,80
30	1,10	0,61	1,40
32	1,10	0,19	0,64
34	0,11	0,02	0,26
Celkem	100	100	100
Str. tloušťka v cm	18,34	17,28	18,34
Směr. odchylka	5,031	4,908	4,972
Míra nesouměrnosti A	0,4356	0,1674	0,3507
Míra zahrocenosti E	-0,4079	-0,4528	-0,2400
Hodnota χ^2	—	13,187	3,328

Výsledné tloušťkové četnosti jsou potom dány vztahem:

$$N_{wi} = N'_{wi} \cdot K \quad (11)$$

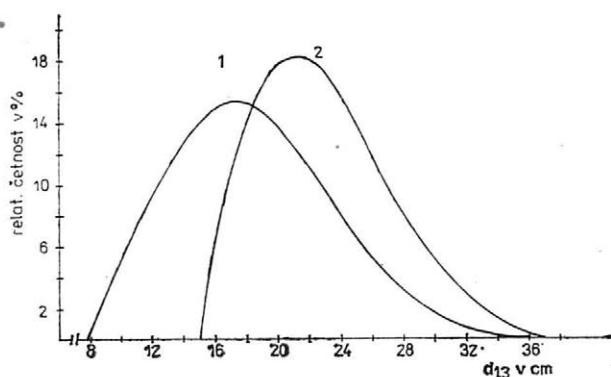
kde: N_{wi} — výsledné četnosti tlouštěk d_i ,
ostatní symboly viz (9) a (10).

Srovnání výsledků dosažených oběma metodami umožňuje tabulka II. Z ní je mimo jiné patrné, že první metoda (Dubey 1967) dává horší vystižení míry nesouměrnosti, i když zase poněkud lepší výsledek v míře zahrocenosti. Rozhodující pro srovnání obou metod jsou však výsledky testu χ^2 , které jednoznačně ukazují, že druhá metoda (Cohen 1965) je vhodnější. Proto se jí při dalších výpočtech přidržíme.

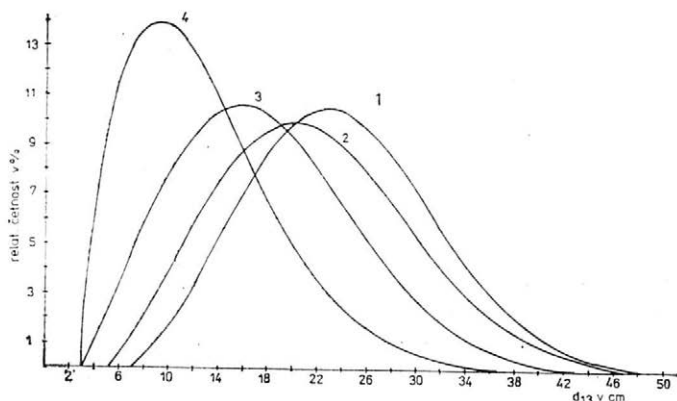
INTERPRETACE HODNOT PARAMETRŮ

Každá probírka, která je silnější než slabá, mění tloušťkovou strukturu porostu. Zatímco frekvenční tloušťková křivka neprobíraného porostu je jen velmi mírně levostranně asymetrická (kompetici se vylučují jen vyložené potlačené stromy podružného porostu), je frekvenční tloušťková křivka porostu mírně probíraného mnohem výrazněji

3. Tloušťkové struktury neprobíraného (1) a probíraného (2) smrkového porostu vyjádřené Weibullovou funkcí. — Diameter structures of unthinned (1) and thinned (2) spruce stand expressed by Weibull function



4. Tloušťkové struktury smrku ve smíšeném porostě smrku s borovicí vyjádřené Weibullovou funkcí. Zastoupení smrku: (1) 75–100 %, (2) 50–75 %, (3) 25–50 %, (4) méně než 25 %. — Diameter structures of spruce in a mixed spruce-pine stand expressed by Weibull function. Spruce proportions: (1) 75–100 %, (2) 50–75 %, (3) 25–50 %, (4) less than 25 %



III. Srovnání frekvenčních tloušťkových křivek šedesátiletého smrkového porostu (LZ Vlašim, 500 m n. m.) na ploše bez pěstebních zásahů (1) a se slabou probírkou (2). — Comparison of the frequency diameter curves of 60-year spruce stand (Vlašim forest farm, 500 m above sea level) growing on the area without silvicultural treatments (1) and with mild thinning (2)

Smrkový porost	Bez zásahu (1)	Slabá probírka (2)
Tloušťkové rozpětí v cm	7–37	15–37
Střední tloušťka v cm	18,34	22,87
Směr. odchylka	4,972	4,30
Míra nesouměrnosti	0,3507	0,5669
Míra zahrocenosti	–0,2400	–0,1101
Parametry Weibullový funkce:		
A	7	15
B	12,81761	9,01531
C	2,42195	1,8875

levostranná (obr. 3). Hodnota parametru C tedy výrazně klesá s růstem míry nesouměrnosti.

Druhým příkladem, kterým chceme ukázat vhodnost Weibullový funkce jako frekvenční tloušťkové křivky, je vývoj tloušťkové struktury smrku ve smíšeném porostu s borovicí. Se stoupajícím zastoupením se smrk dostává postupně z podúrovně a vytváří

IV. Srovnání frekvenčních tloušťkových křivek smrku ve věku 90–100 let (průměr 56 pok. ploch) ve smíšeném porostě s borovicí (LZ Nové Hradky, 450 m n. m.). — Comparison of the frequency diameter curves of spruce at the age of 90–100 years (average values from 56 experimental areas) in a stand mixed with pine (Nové Hradky forest farm, 450 m a. s. l.)

Smrk	Procentuální zastoupení smrku			
	75–100 (1)	50–75 (2)	25–50 (3)	méně než 25 (4)
Tloušťkové rozpětí v cm	7–49	5–47	3–43	3–37
Střední tloušťka v cm	24,09	21,98	17,95	12,67
Směr. odchylka	7,267	7,695	7,249	6,049
Míra nesouměrnosti	0,3225	0,3801	0,4717	0,8313
Míra zahrocenosti	–0,2539	–0,25445	–0,14037	0,48838
Parametry Weibullový funkce:				
A	7	5	3	3
B	19,29817	19,24175	16,9388	10,9182
C	2,50625	2,325	2,1594	1,6406

hlavní porost. S rostoucím zastoupením se tedy frekvenční tloušťková křivka stává méně levostranně asymetrickou (klesá míra nesouměrnosti), což se projevuje růstem hodnoty parametru C (obr. 4, tab. IV). Vztah mezi mírou nesouměrnosti a parametrem C Weibullový funkce je téměř lineární (nepřímo úměrný). Bohužel zatím není k dispozici dostatek empirického materiálu, aby mohl být tento vztah potvrzen.

ZÁVĚR

Pro posouzení vlivu změněných podmínek ať už úmyslných, nebo neúmyslných na vývoj porostu je třeba mít k dispozici porostní model, který nám umožní předpovídat s jistou pravděpodobností odezvu porostů na tyto změny. Takový porostní model, pokud má adekvátně vyjadřovat skutečnost, nevystačí se středními taxačními veličinami, které běžně používá praxe hospodářské úpravy lesů. Jednotlivé stromové třídy se nepodílejí stejně na tvorbě zásoby porostu a hlavně mají jinou dynamiku svého vývoje. I když bude nutno stavět tento model na řadě předpokladů a zjednodušení, hlavně pokud se týká vzájemné interakce jednotlivých komponent modelu, přece bude mít podle našeho názoru značný gnoseologický význam.

Jednou ze základních komponent porostního modelu je jeho tloušťková struktura. Tabelární vyjádření této struktury v modelu je však těžkopádné. Mnohem vhodnější je vyjádřit tloušťkovou strukturu funkčním vztahem, který umožňuje generovat příslušné četnosti pro libovolné tloušťky. K řešení tohoto problému byla v lesnictví použita řada matematicko-statistických funkcí. S rozvojem výpočetní techniky je možno stále více používat i složitější funkce, které mají ze statistického hlediska vhodnější vlastnosti. Jednou z nich je i Weibullova funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti, která se používá stále častěji v biologických disciplínách. Tato funkce se velmi dobře přimyká ke všem reálně existujícím porostním tloušťkovým strukturám, takže se lze pokusit o biologickou interpretaci hodnot parametrů této funkce.

Je zřejmé, že Weibullova funkce může dobře splnit požadavek matematické formulace tloušťkové struktury porostu a být tak použita při tvorbě porostního modelu.

Literatura

- ANDRAE, F.: Schätzung des Grundflächenzuwachses bei Stichprobeninventuren. Berichte der Univ. f. Bodenkultur Wien Heft 6, 1984, s. 14-22
- BAILEY, R. T. — DELL, T. R.: Quantifying diameter distributions with the Weibull function. Forest Science 19, 1973, N. 2, s. 97-104
- BARTELHEIMER, P.: Ein Modell für die Sortengliederung bei Bestandesbewertungen nach Ertragsstufen. Allg. Forstzeitschrift, 39, 1984, N. 4, s. 71-74
- COHEN, A. C. Jr.: Maximum likelihood estimation. Technometrics, 7, 1965, N. 4, s. 579-584
- DUBEY, S. D.: Some percentile estimators for Weibull parameters. Technometrics, 9, 1967, s. 119-129
- GANINA, N. V.: Raspredelenije derevjev po diametru s pomoščju funkcii Vejbullla. Lesovedenie, 1984, č. 2, s. 65-70
- GADOW, K.: Die Erfassung von Durchmesservertellungen in gleichaltrigen Kiefernbeständen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 103, 1984, č. 6, s. 360-374
- HALAJ, J.: Matematicko-štatistický prieskum hrúbkovej štruktúry slovenských porastov. Lesn. čas., 3, 1957, č. 1, s. 39-74
- HALAJ, J.: Výškový rast a štruktúra porastov. Bratislava, Veda 1978, 282 s.
- HARTER, H. L. — MOORE, A. M.: Maximum likelihood estimation of the parameters of Gamma and Weibull populations from complete and censored samples. Technometrics, 7, 1965, s. 639-643
- KOPŘIVA, F.: Probírky pod zorným úhlem biometrických metod. Lesnická práce, 21, 1942, s. 145-154
- KRUG, A. G. — NORDHEIM, E. V. — GIESE, R. L.: Determining initial values for parameters of a Weibull model: A case study. Forest Science, 30, 1984, č. 3, s. 573-582
- KUPKA, I.: Matematický model rozložení četností tloušťek v porostu. Zprávy lesn. výzkumu, 1985, č. 3
- LITTLE, S. N.: Weibull diameter distributions for mixed stands of western conifers. Can. Journal of for. research, 13, 1983, č. 1, s. 85-89
- SCHREUDER, H. T. — SWANK, W. T.: Coniferous stands characterized with Weibull distribution. Can. Journal of for. research, 4, 1974, č. 4, s. 518-523
- SVALOV, S. N.: Primenenije obobščennogo gamma-raspredelenija dlja modelirovanija strojenja drevostojev. Lesnoj Žurnal, 1984, č. 2, s. 10-13
- WEIBULL, W.: A statistical theory of the strength of material. Ing Vetensk Akad Handl, 153, 1939, s. 17
- YANG, R. C.: The potential of Weibull type function as flexible growth curves. Can. Journal of for. research, 8, 1978, s. 424-431
- ZÖHRER, F.: Das Computerprogram Betkla. Hamburg, 1970

Došlo dne 30. 8. 1985

КУПКА, И. (Вýзкунný ústav lesního hospodárství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). **Выражение структуры диаметров стволов лесонасаждения функцией Вейбулла.** Lesnictví, 33, 1987 (3) : 245-254.

Для выражения структуры диаметров стволов лесонасаждения в лесном хозяйстве применяются математико-статистические функции. Вейбуллова функция плотности распределения вероятности (Weibull 1939) своей консистенцией, объективностью и эффективностью засвидетельствовала свою пригодность для данной цели. Оценка параметров возможна либо по методу, предложенному Dubey -em (1967), либо итерационной процедурой, которую описывает Cohen (1965). Эта итерация была применена в программе на микровычислителе Сенклэр. Программа вместе с данными для одного насаждения имеет размер 2 кБ и все вычисление продолжается нецелую минуту. Функция Вейбулла будет предположительно применена при создании действующей модели лесонасаждения.

лесоустройство; модели; структура диаметров стволов в лесонасаждении

KUPKA, I. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *The Diameter Structure of Forest Stand Expressed by Weibull Function*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 245-254.

Mathematico-statistical functions are used to express the diameter structure of forest stand in the forest management. It has been demonstrated by the consistency, impartiality and efficiency of Weibull function of probability distribution density (Weibull 1939) that this function is suitable for this purpose. The estimate of the parameters can be made either by the method after Dubey (1967) or by the iterative procedure mentioned by Cohen (1965). This iteration was used in the program for the Sinclair microcomputer. The program with the data for one forest stand has the size 2 kB and the computation is made in less than a minute. It is assumed that Weibull function will be applied to the formation of the functional model of forest stand.

forest cultural treatments; models; diameter structure of forest stand

KUPKA, I. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Darstellung der Durchmesserstruktur von Beständen mit Hilfe der Funktion von Weibull*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 245-254.

Zur Darstellung der Durchmesserstruktur des Bestandes werden im Forstwesen mathematisch-statistische Funktionen angewandt. Die Weibullsche Funktion der Dichte der Wahrscheinlichkeitsverteilung (Weibull 1939) hat durch ihre Konsistenz, Objektivität und Ausgiebigkeit ihre Eignung zu diesem Zwecke erwiesen. Die Schätzung von Parametern kann entweder mit Hilfe der von Dubey (1967) vorgeschlagenen Methode erfolgen, oder mit Hilfe der von Cohen (1965) angeführten Iterationsprozedur. Diese Iteration wurde in einem Programm auf dem Computer Sinclair angewandt. Das Programm erreicht einschließlich der Daten für einen Bestand eine Größe von 2 kB und die ganze Berechnung dauert weniger als eine Minute. Es wird vorausgesetzt, daß die Weibullsche Funktion bei der Bildung eines Funktionsmodells eines Bestandes angewandt wird.

Forsteinrichtung; Modelle; Durchmesserstruktur von Beständen

Adresa autora:

Ing. Ivo Kupka, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav

METODY A PROBLÉMY ŘEŠENÍ TECHNOLOGICKÉ OPTIMALIZACE TĚŽEBNÍ ČINNOSTI

L. Filipský

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Metody a problémy řešení technologické optimalizace těžební činnosti*. Lesnictví, 33, 1987, (3): 255–266.

Článek podrobně popisuje metodu a její algoritmy pro řešení technologické optimalizace těžební činnosti prostřednictvím předem definovaných kompletních technologií. Tato metoda je velmi jednoduchá, rychlá a vysoce efektivní a je prakticky použita v projektu TOT (technologická optimalizace těžeb), a to s velmi dobrými výsledky. Dále jsou navrženy a diskutovány některé metody optimalizace prostřednictvím dílčích technologií. I když lze exaktně nalézt formálně optimální kombinace s minimálními celkovými nároky a efektivním využitím daných kapacit, nejsou dořešeny otázky praktické technologické použitelnosti. Ve srovnání s předchozí metodou se tyto postupy jeví zatím jako zbytečně složité a pracné a celkově méně vhodné.

ekonomika lesnická; těžební činnost; plánování

Projekt TOT prodělal postupně řadu úprav a změn a jeho vývoj v podstatě odráží i vývoj teorie, metod a algoritmů řešení daného problému. Experimenty a praktické zkoušky v poloprovozu na počítači potvrdily, že navržená koncepce a celkový přístup k řešení je správný a perspektivní a že umožňuje získávat dobré a prakticky plně využitelné výsledky. Z hlediska programového provedení se však ukázalo, že bude vhodné nově upravit původní optimalizační metody a algoritmy, a tím podstatně zrychlit a zefektivnit vlastní výpočet. Metoda testování a kapacitního uspokojování kompletních technologií pro každý druh mechanizačního prostředku samostatně zvlášť (ve verzi TOT - 1982) přinášela některé komplikace a výsledek byl získáván až po mnohonásobném průchodu souboru dat počítačem.

Tento příspěvek navazuje na práci pracovníků ÚHÚ Vojenských lesů a statků J. Dobiáš, B. Louly a J. Uhra (1982), ve které byly navrženy základní principy a celková koncepce řešení problematiky technologické optimalizace těžební činnosti. Praktické ověření a uplatnění těchto myšlenek bylo uskutečněno v automatizovaném projektu TOT — Technologická optimalizace těžeb (přesněji technologická optimalizace těžební činnosti).

Nový způsob řešení, uplatněný ve verzi TOT - 1985, je velmi jednoduchý a umožňuje získat výsledek při jediném průchodu části souboru počítačem. Zároveň byla dána možnost uživateli samostatně subjektivně vytvářet vhodné kompletní technologie z technologií dílčích a popř. i měnit jejich konstanty. Původní princip autorsky pevně daných kompletních technologií byl opuštěn. Nově uplatněná metoda je zcela exaktní a vždy je pro konkrétní zadání nalezeno skutečně minimální řešení, tj. vždy jsou určeny nejefektivnější reálné technologie (kompletní) v souboru jakožto celku a lepší řešení již nelze nalézt.

Tento nový postup v řešení problému nastolil i některé další otázky a problémy, a to nejen z hlediska algoritmů, ale také z hlediska celkového náhledu a celkové filozofie řešení — co je vlastně optimálním řešením problému. Zejména je ještě třeba znovu posoudit a uvážit otázku, zda je třeba optimalizovat již *a priori* hotové kompletní techno-

logie nebo optimalizovat samostatně dílčí technologie a teprve pak hledat jejich nejvhodnější reálné kombinace. Celkově se ukazuje, že jde o problém značně obecnější, týkající se technologické stránky nejen těžební činnosti, ale i oblastí jiných, a to i mimo obor lesnictví.

Cílem tohoto článku je jednak teoreticky popsat užité metody technologické optimalizace specifické pro těžební činnost, jednak poukázat i na některé širší souvislosti a možnosti.

DÍLČÍ A KOMPLETNÍ TECHNOLOGIE

Pojem dílčí a kompletní technologie byl definován a vysvětlen v předchozí práci (Filipský 1987). Zde zopakujeme pouze hlavní zásady a vlastnosti.

Dílčí technologie je v podstatě dílčí ucelený technologický postup, který je matematicky popsán rovnicí (polynomem) a definičními podmínkami a pro jeho použitelnost v porostu p musí být současně splněny předem dané omezující podmínky $o_1, o_2, \dots, o_{12}$. Každá dílčí technologie je vázána na max. jeden mechanizační prostředek M . Dílčí technologie byly definovány u ÚHÚ VLS včetně jejich úplného datového a normativního zabezpečení a jsou popsány v Katalogu dílčích technologií.

V projektu TOT jsou pro dílčí technologie t_j využívány polynomy $f_j(h)$ pro výpočet nároků N_j v normohodinách (viz Dobiáš, Loula, Uher 1982) takto:

$$\text{Těžba: } N_1 = f_1(h) P_1 T \quad (1)$$

$$\text{Vyklizování: } N_2 = f_2(h) P_2 T (1,05 + 0,05r) \quad (2)$$

$$\text{Přibližování: } N_3 = f_3(h, v) P_3 T (1,05 + 0,05r) \quad (3)$$

$$\text{Manipulace: } N_4 = f_4(h) P_4 T \quad (4)$$

$$\text{Odvoz: } N_5 = \sum_{s=1}^5 [f_5(h) T Q_s d_s], \quad (5)$$

kde: $f_j(h)$ — výpočetní polynom pro argument h ,

h — střední hmotnost v $0,01 \text{ m}^3$,

T — výše těžby v porostu v m^3 ,

P_j — přírážka v $0,01 \text{ Kčs}$,

r — stupeň terénních podmínek (1–4),

v — soustředovací vzdálenost v hm ,

s — sortiment (1–5),

d_s — odvozní vzdálenost sortimentu s v km ,

Q_s — sortimentační koeficient, určený výpočtem polynomu $g_s(d_{1,3})$ pro střed. průměr kmene $d_{1,3}$.

Kompletní technologie je tvořena vždy pěti dílčími technologiemi pro těžbu, vyklizování, přibližování, manipulaci a odvoz. Různými kombinacemi dílčích technologií tedy vznikají různé kompletní technologie, což zadává uživatel na vstupu. S volbou dílčích technologií je spjata automatická volba příslušných mechanizačních prostředků M . Pro každou zadanou kompletní technologii jsou určeny její celkové omezující podmínky $\bar{o}_1, \bar{o}_2, \dots, \bar{o}_{12}$, jakožto společná podmnožina (průnik) dílčích množin $o_1, o_2, \dots, o_{12}$ dílčích technologií. Přípustná kompletní technologie je pak taková, pro níž data porostu p splňují beze zbytku všechny podmínky $\bar{o}_k$ (Filipský 1987).

Celkový nárok $\bar{N}_i$ přípustné technologie i v normohodinách je dán součtem

$$\bar{N}_i = \sum_{j=1}^5 N_j \quad (6)$$

a podobně náklady (mzdové) v Kčs pak

$$\bar{U}_i = \sum_{j=1}^5 (R_j \cdot N_j), \quad (7)$$

kde: R_j — jednotkový tarif pro dílčí technologie t_j .

Reálná technologie je taková kompletní přípustná technologie, pro níž jsou zabezpečovány reálné kapacity K_{M_j} všech mechanizačních prostředků M_j , vyplývajících z dílčích technologií t_j . Pojem reálné technologie však vyžaduje další upřesnění.

Cílem optimalizačního výpočtu je nalézt pro každý porost p optimální reálnou technologii i , tj. takovou, která vykazuje minimální celkový nárok $\bar{N}_i$ při splnění některých dalších podmínek v celém souboru. Hledáme tedy v každém porostu technologii $i_{\min.}$, pro níž je $\bar{N}_i$ min., přičemž v okamžiku testování její reálnosti musí existovat kladné kapacity $K_{M_j} > 0$ pro všech pět mechanizačních prostředků M_j .

METODA OPTIMALIZACE KOMPLETNÍCH TECHNOLOGIÍ

Popisovaná metoda optimalizace kompletních technologií je prakticky použita v aktuální verzi projektu TOT-1985. Prioritu v přidělování kapacit mech. prostředků získávají vždy technologie i s nejnižšími jednotkovými nároky $\bar{f}_i$ v normohodinách na 1 m³ těžby T .

Předpokládáme, že pro řešení dané úlohy LHC uživatel sám subjektivně navrhne a na vstupu zadal po dřevinách DR₁—DR₄ vhodné (možné) kompletní technologie. Každá z nich je složena z pěti dílčích technologií $t_1, t_2, \dots, t_5$, využívajících mechanizační prostředky $M_1, M_2, \dots, M_5$. Přitom ponechme stranou otázku, zda výběr technologií uživatelem byl proveden dobře a úplně a zda existují ještě jiné vhodnější kombinace dílčích technologií, tj. ještě jiné výhodnější kompletní technologie. Vazba dílčích technologií t_j na mechanizační prostředky M_j je pevně programově dána a uživatel to nemůže ovlivnit. Nevyužívá-li některá dílčí technologie t_j žádný mechanizační prostředek, pak je $M_j = 0$, např. ruční práce bez mechanizace.

VYTVOŘENÍ SOUBORŮ

Programem (TOT) je ze vstupního souboru porostů přečtena p -tá věta dat. Pro ni jsou podle druhu dřeviny DR postupně testovány všechny zadané kompletní technologie. Jestliže pro technologii i jsou beze zbytku splněny všechny omezující podmínky $\bar{o}_1^i, \bar{o}_2^i, \dots, \bar{o}_{12}^i$, pak je daná technologie i pro porost p přípustná a je pro ni provedeno úplné vyhodnocení takto:

výpočet hmot S_s sortimentů $s = 1, 2, \dots, 5$ v m³,
určení čísel skladů pro sortimenty s ,
výpočet nároků N_j v normohodinách u U_j v Kčs pro dílčí technologie $t_1, t_2, \dots, t_5$,
výpočet celkových nároků $\bar{N}_i$ a $\bar{U}_i$.

Technologie, které nesplní některou z podmínek $\bar{o}_k$, jsou pro porost nepřipustné, dále se nevyhodnocují ani neregistrují. Po vyhodnocení všech přípustných technologií porostu p jsou tyto seříděny vzestupně podle stoupající celkové hodnoty $\bar{N}_i$ a dále pak následuje zápis do výstupních souborů.

Na výstupu jsou vytvářeny dva soubory — SOUB₁ a SOUB₂, do nichž jsou sekvencně zapisovány přípustné technologie i v pořadí seřídění podle hodnoty celkových nároků $\bar{N}_i$ v rámci každého porostu. Do souboru SOUB₁ je zapsána úplná věta dat a výsledků technologie, do souboru SOUB₂ pak jen nezbytné vybrané informace pro

optimalizační výpočet ve zkráceném tvaru

$$|| \mathcal{F}_i | i | p | N_1 - N_5 | M_1 - M_5 ||,$$

kde: i — pořadové číslo věty v souboru SOUB₂, resp. v SOUB₁,

p — pořadové číslo porostu,

$\mathcal{F}_i$ — celkový jednotkový nárok v normohodinách na 1 m³ těžby T .

$$\mathcal{F}_i = \frac{\bar{N}_i}{T} = \sum_{j=1}^5 (N_j)/T, \quad (8)$$

N_j — nároky v normohodinách dílčích technologií t_j ,

M_j — čísla mechanizačních prostředků dílčích technologií t_j .

Věty v souborech SOUB₁ a SOUB₂ jsou zapsány ve stejném pořadí a obsahují stejné pořadové číslo i technologie. Po propočtení všech n_p porostů obsahují oba soubory celkem $n_i = i$ vět.

SETRŽIDĚNÍ SOUBORU SOUB₂

Soubor SOUB₁ zůstane nadále nedotčen, využije se později pro vylučování ne-reálných technologií a tisky výsledků. Pro optimalizační výpočet se použijí pouze krátké věty ze SOUB₂. V něm je třeba všechny věty přetřídít podle výše jednotkových nároků $\mathcal{F}_i$, a to bez ohledu na jejich organizační příslušnost k odvozním místům OM a porostům p i bez ohledu na čísla i . Klíčem třídění L je tedy pouze hodnota $\mathcal{F}_i$, tj.

$$L = [\mathcal{F}_i]. \quad (9)$$

Z praktického hlediska je však vhodné provést ještě před tříděním určitá opatření ke zvýšení priority těch porostů, pro něž byla nalezena pouze jediná přípustná technologie. Protože přidělení kapacit mechanizačních prostředků M_j proběhne v pořadí setřídění podle $\mathcal{F}_i$, je žádoucí zařadit věty takových porostů na začátek souboru. Toho lze jednoduše dosáhnout umělým snížením hodnoty $\mathcal{F}_i$

$$\mathcal{F}'_i = \mathcal{F}_i - c, \quad (10)$$

např. $c = \text{konst.} = 1000$.

Po třídění podle $\mathcal{F}_i$ lze soubor SOUB₂ schematicky znázornit takto:

klíč

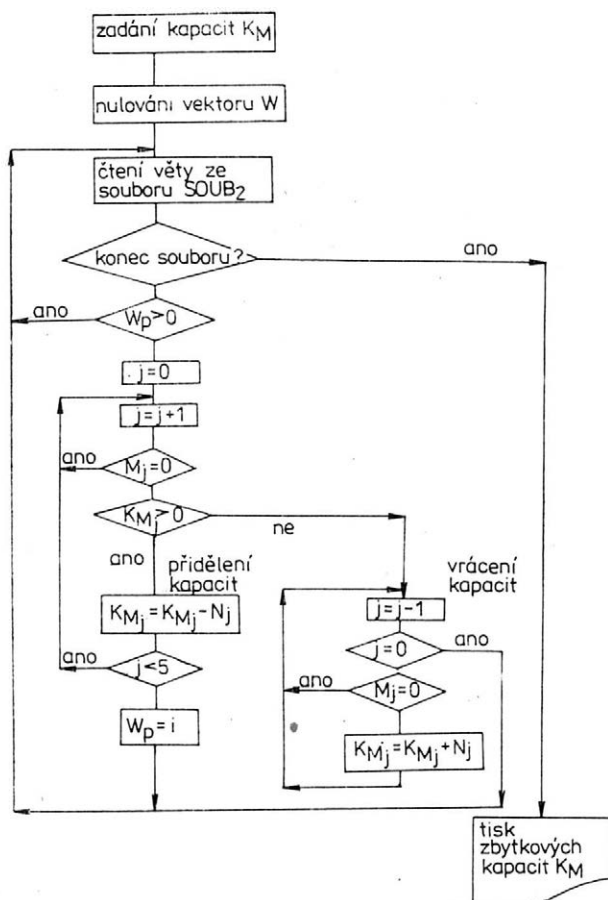
- | | | | |
|---------------------|------------|---|--|
| $\mathcal{F}_i < 0$ | 1. skupina | — | u_1 vět porostů s jedinou přípustnou technologií |
| $\mathcal{F}_i > 0$ | 2. skupina | — | u_2 vět porostů s více přípustnými technologiemi |

přičemž $u_1 + u_2 = n_p$. Je nutno zdůraznit, že pro úmyslné snížení hodnot $\mathcal{F}_i$ v 1. skupině vět není žádný teoretický důvod a vždy jde o úmyslné vědomé narušení minima. Praktickým důvodem je však skutečnost, že se velmi výrazně sníží pravděpodobnost výskytu porostů, pro něž nebude možno zabezpečit žádnou reálnou technologii v důsledku omezenosti kapacit mechanizačních prostředků. Proto jsou tyto porosty úmyslně uspokojeny jako prvé v pořadí.

TECHNOLOGICKÁ OPTIMALIZACE

Pro celkem n_p porostů zvolme nulový vektor w , jehož všechny prvky $w_1, w_2, \dots, w_{n_p}$ jsou nulové. V případě, že pro porost p je nalezena reálná technologie, provede se předefinování $w_p = i$, tedy $w_p > 0$. Vyskytne-li se dále testování některé technologie tohoto porostu p , pro něž je již $w_p > 0$, pak se tato technologie ignoruje, protože minimální (optimální) technologie byla již v předchozím nalezena. Zmenšováním počtu m nevyhodnocených porostů s hodnotou $w_p = 0$ roste počet ignorovaných vět a rychlost

1. Diagram optimalizačního algoritmu (program TOT8A). — Diagram of the optimization algorithm (TOT8A program)



algoritmu narůstá. Jestliže se počítačem registruje zmenšující se počet m nedořešených porostů, je možno po dosažení $m = 0$ vyhodnocení ukončit a dosud nepřečtený zbytek souboru ignorovat, protože pro všechny porosty byly nalezeny optimální (minimální) reálné technologie.

Cílem optimalizačního výpočtu je tedy nalézt pro každý porost p pouze prvou reálnou technologii, která je zároveň technologií minimální s uplatněním maximální efektivity v celém souboru, jejíž číslo se registruje v proměnné w_p . Jestliže pro přečtenou větu i ze vstupního souboru SOUB₂ je $w_p = 0$, pak nutno postupně testovat existující zbytkové kapacity K_{M_j} mechanizačních prostředků M_j všech pěti dílčích technologií $t_1, t_2, \dots, t_5$.

Je-li při tom $K_M > 0$, pak se zbytková kapacita zmenší o nárok N_j příslušné dílčí technologie t_j

$$K_{M_j} = K_{M_j} - N_j. \quad (11)$$

Jestliže však pro některou dílčí technologii $t_{j'} = t_j$ je kapacita již vyčerpána, tj. $K_{M_j} \leq 0$, pak tuto dílčí technologii již nelze kapacitně uspokojit. Tím se celá kompletní technologie stává nereálnou a nadále pro ni zůstává zachováno $w_p = 0$. Je-li přitom $j' > 1$, pak nutno vrátit zpět již přidělené nároky N_j předchozích dílčích technologií $t_1, \dots, t_j$, podle vztahu pro $j = 1, 2, \dots, j'$

$$K_{M_j} = K_{M_j} + N_j. \quad (12)$$

Celkovou funkci popsaného algoritmu lze výstižně znázornit diagramem na obr. 1, na němž vynikne jeho jednoduchost a účelnost. Tento diagram v podstatě představuje celý optimalizační program (TOT 8A), který je velmi krátký a jeho činnost značně rychlá. Na vstupu se zadají počáteční skutečné kapacity K_M všech mechanizačních

prostředků M , na výstupu se tiskne pouze krátká tabulka zbytkových kapacit K_M . Soubor SOUB₂ zůstává zcela nedotčen, takže celý výpočet lze rychle opakovat pro nej-různější varianty zadání kapacit K_M . V této souvislosti je třeba připomenout, že stejný fyzický mechanizační prostředek může být technologicky různě použit, tedy pod různými čísly M , např. pro vyklizování, přibližování i odvoz. Při výpočtu ve více variantách jde tedy o to experimentálně stanovit proporce skutečných kapacit K_M , zejména u prostředků M stejného typu.

Pro získání přijatelného výsledku v tabulce zbytkových kapacit K_M jsou v proměnných w_p zaznamenána čísla i minimálních (optimálních) technologií porostů p .

SUMARIZACE A NALEZENÍ NÁHRADNÍCH TECHNOLOGIÍ

Vektor w je předán navazujícímu programu (TOT8B) a v sekvenčním souboru SOUB₁ lze pohodlně nalézt věty optimálních reálných technologií $i = w_p$ postupně pro každý porost p . Nároky $\bar{N}_i$ v normohodinách a $\bar{U}_i$ v Kčs pro těžbu, vyklizování, přibližování, manipulaci a odvoz i sortimenty S_s a těžby T_p v m³ možno sumarizovat po technologiích, po odvozních místech OM_k a LHC, expedičních skladech e atd.

Skupina p technologií porostu je určena stejnou hodnotou $p = \text{konst.}$ ve větách a pořadové číslo věty i specifikuje tři skupiny technologií v porostu takto:

- $i < w_p$ — jednoznačně nereálná technologie,
- $i = w_p$ — optimální reálná technologie,
- $i > w_p$ — technologie, které je třeba dále hodnotit.

Pro uživatele je vhodné uvést v každém porostu nejen jedinou optimální reálnou technologii, ale i některé méně výhodné náhradní technologie. Jejich reálnost je však třeba vyřešit až dodatečně, rozhodne-li uživatel subjektivně o jejich skutečném praktickém použití. Označme je tedy pojmem „reálné“ v uvozovkách a v dalším je třeba chápat je s touto výhradou.

Technologie $i > w_p$ nebyly dosud nijak vyhodnocovány a testovány, ale z principu setříděnosti vyplývá, že jejich celkový nárok $\bar{N}_i$ je vyšší než u technologie optimální $i = w_p$. Avšak jejich dílčí nároky N_j^i pro některá j mohou být nižší a obecně jsou vázány na stejné nebo jiné mechanizační prostředky M_j^i .

Bylo by možné vytisknout ve výstupní sestavě všechny technologie $i > w_p$ a ponechat výběr a kapacitní dořešení na uživateli. Vhodnější však bude vyloučit ty technologie, které mají vyšší nárok N_j^i stejného prostředku M_j z technologie optimální. Ve skupině p mohou být tedy nalezeny „reálné“ technologie, pro něž je $i > w_p$. Protože kapacity K_{M_j} byly testovány a přiděleny pouze optimálním reálným technologiím $i = w_p$, pro něž je definice jasná, je definování „reálnosti“ pro ostatní méně efektivní technologie v porostu p diskutabilní. Touto otázkou se však dále nezabývejme a uvedme zde jen konvence, prakticky uplatněné v projektu TOT.

Technologie $i > w_p$ je považována za „reálnou“ jen tehdy, splňují-li její dílčí nároky N_j^i tyto podmínky vzhledem k nárokům N_j^1 optimální reálné technologie $i = w_p$:

a) obsahuje-li technologie i stejný mechanizační prostředek M_v^1 jako optimální reálná technologie, pak nárok této technologie i nesmí být celkově vyšší než u optimální, tj.

$$\sum_{j=1}^5 N_{M_v^i}^i = \sum_{j=1}^5 N_{U_v^1}^1; \quad (13)$$

b) jestliže se mechanizační prostředek M_j^i v optimální technologii nevyskytuje, je testování jeho reálnosti ignorováno.

Z uvedených zásad plynou pro uživatele tato praktická pravidla pro konkrétní provozní použití reálných technologií:

a) Optimální (prvé) technologie v porostech lze přímo použít.

b) Je-li z nějakého důvodu nutno použít namísto optimální jinou náhradní (následující) „reálnou“ technologii ze sestavy TOT 8B, pak u mechanizačních prostředků M_j , které se neobjevily v optimální technologii, nutno prověřit a dopočítat odčerpání nároků N_i z tabulky výsledných zbytkových kapacit, pokud tyto existují.

Uvedený způsob řešení je exaktní a pro uživatele v podstatě přijatelný, dořešení náhradních technologií je spíše výjimečné.

Popsaná metoda je celkově jednoduchá, přesná a rychlá v programovém provedení. Testování a hodnocení přípustnosti či reálnosti je konáno vždy pro kompletní technologii jakožto nedělitelný celek, a proto je výsledek do značné míry podmíněn subjektivním vytvořením technologií, tj. zda byly zadány opravdu nejvhodnější kombinace dílčích technologií.

Zmíněný problém vhodnosti zadání technologií je vysvětlen formálně na příkladu: Předpokládáme, že pro porost p byly nalezeny tři přípustné kompletní technologie 3201–3203, jejichž dílčí technologie t_j jsou vázány na mechanizační prostředky M_j uvedené v přehledu:

i		$M_1 - M_5$				
3201	<u>6</u>	32	29	39	0	,
3202	0	<u>23</u>	29	40	<u>44</u>	
3203	5	24	27	<u>41</u>	0	

Přitom prostředky $M = 6,23,41$ nemají v této fázi výpočtu již kladné kapacity $K_M > 0$ a jsou vyznačeny podtržením.

V důsledku nedostatku kapacit některých (podtržených) prostředků jsou všechny tři technologie nereálné, takže pro porost p nelze nalézt reálné řešení. Reálné technologie by však bylo možno vytvořit jinou kombinací dílčích technologií s nepodtrženými mechanizačními prostředky za předpokladu, že tato kombinace je technologicky přípustná, v daném případě např. 5-32-29-39-44.

Na základě uvedeného příkladu se přímo nabízí otázka, zda by nebylo lépe optimalizovat dílčí technologie samostatně mimo rámec kompletních technologií a teprve pak se pokusit objektivně nalézt jejich nejvhodnější kombinace s testováním přípustnosti.

METODY OPTIMALIZACE DÍLČÍCH TECHNOLOGIÍ

PŘÍPRAVNÉ OPERACE

Optimalizace na úrovni dílčích technologií nebyla dosud prakticky použita ani ověřována. Předem je jasné, že každá přípustná dílčí technologie musí tvořit samostatný prvek pro vyhodnocování, ze strojového hlediska tedy samostatnou větu, která musí být vždy jednoznačně identifikovatelná. Praktickým důsledkem této skutečnosti je, že oproti předchozímu budou rozsahy souborů obsáhlejší a algoritmy i programy složitější. Protože reálné kompletní technologie budou vytvářeny až nakonec a je žádoucí, aby to bylo provedeno automatizovaně objektivními metodami, vyvstává řada dalších problémů s testováním přípustnosti tvořených kombinací, jejich číselným označováním a kódováním v rámci každého porostu atd. Tyto otázky přesahují rámec této práce a je třeba je řešit zvlášť.

Vycházejme z toho, že pro každý porost p je nejprve třeba určit všechny přípustné dílčí technologie t_j^i takové, pro něž data porostu splňují dílčí omezující podmínky $o_1^j, o_2^j, \dots, o_{12}^j$. Prakticky to znamená pro každý porost p testovat všechny dílčí technologie t_j^i podle katalogu a pro přípustné vypočítat nároky N_j^i v normohodinách podle vztahů (1) až (5).

Výstupní věta dílčí technologie by zřejmě musela obsahovat alespoň tyto základní informace:

$$|| i | p | t | N | M | T | \mathcal{J} ||$$

kde: i — pořadové číslo věty dílčí technologie ve výstupním souboru,
 p — pořadové číslo porostu,
 t — číslo dílčí technologie v katalogu, z něhož lze dále určit číslo skupiny j , při $1 \leq j \leq 5$,
 N — nárok technologie t v normohodinách pro porost p ,
 M — číslo mechanizačního prostředku,
 T — výše těžby v m^3 pro porost p ,
 $\mathcal{J}$ — jednotkový nárok N/T v normohodinách na $1 m^3$ těžby T .

Uspořádání pořadí vět v souboru závisí na použité metodě optimalizace a bude pro jednotlivé případy uvedeno dále.

Pro vlastní řešení optimalizace je třeba zadat na vstupu kapacity $K_M > 0$ mechanizačních prostředků, které jsou k dispozici. Cílem řešení je nalézt pro každý porost p v každé skupině $j = 1, 2, \dots, 5$, jedinou reálnou technologii t_j^i , jejíž nárok v normohodinách N_j^i je při definovaných podmínkách minimální a je plně zabezpečen reálnými kapacitami $K_{M_j^i}$. K tomu je možno použít některé metody, jejichž princip je v dalším pouze naznačen.

OPTIMALIZACE PO POROSTECH

Předpokládáme, že pro daný porost p bylo ve skupinách $j = 1, 2, \dots, 5$ nalezeno a seříděno celkem n_j přípustných dílčích technologií t_j^i s nároky N_j^i v normohodinách mechanizačních prostředků M_j^i . Pro řešení uvažujeme tento příklad, obsahující hodnoty N_j^i a M_j^i v řádcích pro technologie t_j^i pro porost p např. takto:

i	Skupina j									
	těžba		vykliz.		přibliž.		manip.		odvoz	
1	N_1^1	M_1^1	N_2^1	M_2^1	N_3^1	M_3^1	N_4^1	M_4^1	N_5^1	M_5^1
2	N_1^2	M_1^2	N_2^2	M_2^2	N_3^2	M_3^2	N_4^2	M_4^2	N_5^2	M_5^2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	$N_1^{n_1}$	$M_1^{n_1}$	.	.	.	.	.	.	$N_5^{n_5}$	$M_5^{n_5}$
			$N_2^{n_2}$	$M_2^{n_2}$	$N_3^{n_3}$	$M_3^{n_3}$	$N_4^{n_4}$	$M_4^{n_4}$		

Pro přehlednost a zjednodušení symboliky v dalším výkladu označme hodnoty N_j^i , resp. M_j^i , pouze pořadovými čísly i ve sloupcích takto:

1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	n_5
n_1	.	.	n_4	
	.	.		
	n_2	n_3		

V každé skupině je testujeme postupně pro $i = 1, 2, \dots, n_j$ kapacitu $K_{M_j^i}$ příslušného mechanizačního prostředku M_j^i . Je-li nalezeno $K_{M_j^i} > 0$, pak technologie t_j^i se stává optimální (minimální) reálnou dílčí technologií pro porost p ve skupině j a provedeme pro ni odpočet nároku N_j^i , takže zbytková kapacita je

$$K_{M_j^i} = K_{M_j} - N_j^i \quad (14)$$

a je možno přejít k testování další skupiny $j + 1$ pro porost.

Je zřejmé, že nejlepším řešením pro porost je podle předchozího přehledu kombinace 1-1-1-1-1, což ovšem nemusí být vždy reálné vzhledem ke kapacitám K_M . Jestliže např. pro manipulaci ($j = 4$) není k dispozici zbytková kapacita $K_{M_4^i} > 0$, pak nutno hledat řešení v testování kombinace 1-1-1-2-1, 1-1-1-3-1 atd.

Jestliže v některém sloupci j nelze nalézt vůbec kladnou zbytkovou kapacitu $K_{M_j^i}$, pak pro daný porost p nelze sestavit žádnou reálnou kompletní technologii. Znovu zde zdůrazněme, že otázka výsledného testování přípustnosti kombinace dílčích technologií je ponechána záměrně stranou.

Tato metoda a její programový algoritmus jsou poměrně jednoduché a formálně exaktní. Je ovšem nutno uvést, že pořadí vyhodnocování porostů probíhá podle jejich pořadí ve vstupním souboru. Stanovit předem prioritu porostů s jejich následným setříděním není dosti dobře možné, protože nelze objektivněji specifikovat klíč tohoto třídění.

Protože metoda hledá reálné minimum v rámci každého porostu izolovaně bez ohledu na efektivnost v celém souboru, nelze ji v této formě využít. Nicméně lze na ní dobře ukázat způsob hledání nejvhodnějších kombinací.

OPTIMALIZACE PO DÍLČÍCH TECHNOLOGIÍCH

Tato metoda již zohledňuje efektivní využití kapacit K_M v souboru jakožto celku. Princip je v tom, že se vytvoří skupiny technologií stejných čísel $t = \text{konst.}$ a každá taková skupina se vyhodnocuje samostatně.

V každé skupině $u = 1, 2, \dots, t_{\max}$ jsou seřazeny věty dílčích technologií z porostů podle stoupajících nároků $\mathcal{J}_j^i$, takže přidělování kapacity jediného příslušného mechanizačního prostředku M_u proběhne v pořadí efektivnosti využití. Klíč třídění L je tedy definován dvěma hodnotami

$$L = [t_j, \mathcal{J}_j^i], \quad (15)$$

přičemž jednotkový nárok $\mathcal{J}_j^i$ se vypočte relativně

$$\mathcal{J}_j^i = \frac{N_j^i}{T_p}. \quad (16)$$

Protože pro každý porost p nutno nalézt pět optimálních (minimálních) dílčích technologií t_j^i ve skupinách $j = 1, 2, \dots, 5$, nutno předem připravit dvě dvourozměrná pole $w(n_p, 5)$ a $H(n_p, 5)$ pro celkem n_p porostů v souboru. V poli w budou registrována čísla vět technologií, a proto ho na počátku vynulujeme, tj. $w_{p,j} = 0$. V poli H bude sledován vývoj minimálních hodnot pro porosty p , a proto ho na počátku naplníme velkými kladnými hodnotami, např. $H_{p,j} = \text{konst.} = +1000$.

Pro skupinu u technologií t^i stanovíme podle definice z čísla t_u hodnotu j a příslušný mechanizační prostředek M_u . Dále pak postupně testujeme věty i technologií t_u^i setříděných podle stoupající hodnoty $\mathcal{J}_j^i$. Dílčí technologie t_u^i se stává pro porost p optimálně reálnou tehdy, je-li k dispozici příslušná kapacita K_{M_u} a je-li současně jednotkový nárok N_j^i této technologie efektivnější než dosud nalezený $H_{p,j}$. Testujeme tedy relace

$$\begin{aligned} K_{M_u} &> 0 \\ N_j^i &< H_{p,j} \end{aligned} \quad (17)$$

a v případě splnění podmínek (17) vypočteme

$$\begin{aligned} K_{Mu} &= K_{Mu} - N_j^i, \\ H_{p,j} &= N_j, \quad w_{p,j} = i. \end{aligned} \quad (18)$$

Uvedeným způsobem propočteme všechny skupiny u , tj. v podstatě všechny technologie t_u podle katalogu. Pro každý porost p tak byla zjištěna čísla vět i optimálních reálných technologií v poli w a jejich minimální nároky v poli H . Prostřednictvím čísel p je pak možno zabezpečit vazbu na soubor vět porostů, dopočítat pro tyto technologie další potřebné hodnoty a vykonat závěrečné sumarizace a tisky.

I když se tato metoda může jevit jako velmi vhodná, má však zásadní nedostatek v tom, že různé dílčí technologie t_u mohou využívat stejný mechanizační prostředek M . V důsledku toho pak získají neoprávněně prioritu technologie nižších čísel u . Metoda je tedy dobře použitelná jen v případech, je-li mechanizační prostředek M vázán pouze na jedinou dílčí technologii t . I když lze formálně upravit způsob očíslování mechanizačních prostředků, je tato metoda poměrně nepraktická a použitelná jen za určitých omezení. Ukazuje se tedy, že nejlepším řešením zřejmě bude rozlišování technologií ve skupinách podle mechanizačních prostředků M , nikoliv podle technologií t .

OPTIMALIZACE PO MECHANIZAČNÍCH PROSTŘEDCÍCH

Principů předchozí metody využijme tak, že soubor vět dílčích technologií tříděním rozdělíme na skupiny u podle čísla mechanizačního prostředku M . Klíčem třídění L tedy bude

$$L = [M, \mathcal{F}_j^i]. \quad (19)$$

Podobně jako v předchozím definujeme a použijme stejným způsobem pomocná pole w a H i způsob testování a přidělování kapacit K_{Mu} . Princip a postup vyhodnocení byl již uveden.

I když tato metoda nebyla v plném rozsahu prakticky použita a ověřena, zdá se, že by umožnila získat poměrně velmi dobré a použitelné výsledky. Kapacity K_M mechanizačních prostředků, které jsou k dispozici, jsou přidělovány maximálně efektivně bez ohledu na čísla porostů p i čísla dílčích technologií t , přičemž je současně nalezena jejich nejvhodnější reálná kombinace.

HLAVNÍ PROBLÉMY A NEDOSTATKY

Všeobecně lze říci, že metody optimalizace po dílčích technologiích jsou složitější, pracnější a vyžadují i větší rozsah operační paměti počítače. Při tom ne všechny dílčí otázky jsou již zcela jasné, zejména pak způsob definování přípustnosti nalezené kombinace dílčích technologií. I když se dá využít pomocného systému vnitřního kódování technologií pomocí indexů, který byl použit ke kontrole sestavení kompletních technologií v programu TOT 4, hlavní problém však tkví jinde.

Jde totiž o to, že při ukončení vyhodnocení v zásadě libovolnou metodou, je pro každý porost nalezena jediná a pouze jediná nejvhodnější kombinace dílčích technologií, které jsou reálné a celkově minimální. Rozlišovat a snažit se určovat ještě jiné náhradní reálné dílčí technologie nemá smysl, protože není vůbec jasné, jak by měly být definovány. Ukáže-li se tedy na konci výpočtu, že u některých porostů jsou nalezené kombinace technologicky nevhodné, není už možné hledat náhradní kombinace, protože disponibilní kapacity K_M byly již převážně vyčerpány a přiděleny. Respektovat tato hlediska v průběhu výpočtu není možné ani proveditelné, tj. vhodná metoda nebyla zatím nalezena.

Ukazuje se tedy, že při optimalizaci po dílčích technologiích má smysl hovořit

pouze o jediné optimální reálné kombinaci dílčích technologií v celém souboru jakožto celku, přičemž jiná náhradní řešení nelze zatím zajistit. Proto tyto metody mají zřejmě praktický význam jen při obecnějších řešeních na modelech porostů, málo vhodné jsou pro podrobnou technologickou optimalizaci u krátkodobých plánů řízení výroby. Ve srovnání s metodou optimalizace kompletních technologií by získaný efekt zřejmě neodpovídal vysoké pracnosti a složitosti řešení. Pro projekt TOT by tyto metody zřejmě nebyly výraznějším přínosem, mohly by se však v aplikaci uplatnit při řešení koncentrace výroby projektem KCV na úrovni decennálního lesního hospodářského plánu.

ZÁVĚR

Cílem bylo ukázat vývoj myšlenek a metod, které byly uplatněny a posouzeny v průběhu řešení problematiky technologické optimalizace těžební činnosti.

Ukázalo se, že nejvhodnějším řešením je optimalizace kompletních technologií vcelku a tato metoda je také použita v konkrétním projektu TOT. Její hlavní výhody jsou v jednoznačnosti, exaktnosti a značné jednoduchosti postupu výpočtu. Z toho důvodu je popis konán velmi podrobně až na úroveň programového algoritmu, na němž lze posoudit jeho jednoduchost a efektivnost.

K odstranění subjektivních vlivů při sestavení kompletních technologií byly posouzeny a částečně zkoušeny některé metody automatizovaného nalezení nejvhodnější kombinace dílčích technologií. Ve srovnání s předchozí metodou jde o postupy pracné a obtížné a získaný efekt je zřejmě nevýrazný. V podstatě je možné a proveditelné exaktně nalézt pro každý porost kombinaci dílčích technologií s formálně minimálními skutečnými technologickými nároky a s efektivním využitím kapacit mechanizačních prostředků. Nelze však zatím zaručit, že takto nalezené kombinace jsou vždy správně technologicky použitelné.

Uvedené metody a principy lze použít nejen pro optimalizaci těžební činnosti, ale i v aplikacích, v technologiích pěstební činnosti a všude tam, kde je technologický postup členěn na dílčí procesy čerpající kapacity ze stejných zdrojů.

Literatura

- DOBIÁŠ, J. — LOULA, B. — UHER, J.: Výpočet plánu těžební činnosti. Lesnictví, 28, 1982a, č. 1
DOBIÁŠ, J. — LOULA, B. — UHER, J.: Optimalizace těžebních technologií, projekt TOT, část všeobecná. 1982b
FILIPSKÝ, L.: Technologická optimalizace těžeb. Lesnictví, 33, 1987, č. 1, s. 65-78.
KOLEKTIV: Technologická optimalizace těžeb (TOT). Příručka pro uživatele, 1985
UHER, J.: Katalog dílčích technologií. 1985

Došlo dne 15. 9. 1985

ФИЛИПСКИ, Л. (Вýzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Методы и проблемы решения технологической оптимизации лесорубной деятельности. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 255-266.

Статья подробно описывает метод и его алгоритмы для решения технологической оптимизации лесорубной деятельности при помощи заранее определенных комплексных технологий. Это метод очень простой, быстрый и высокоэффективный и на практике он применен в проекте TOP (технологическая оптимизация рубок), причем с очень хорошими результатами.

Кроме того предлагаются и обсуждаются некоторые методы оптимизации при помощи частных технологий. Хотя и можно точно найти формально оптимальные

комбинации с минимальными общими требованиями и эффективным использованием имеющихся мощностей, недорешенными остаются вопросы практической технологической применимости. По сравнению с предыдущим методом эти методики представляются пока что излишне сложными и трудоемкими и, в общем, менее пригодными.

лесная экономика; лесорубная деятельность; планирование

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady). *Methods and Problems of Solutions to the Technological Optimization of Logging*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 255-266.

There is a detailed description of a method and its algorithms of the technological optimization of logging; in advance defined complex technologies are applied to the solution of this problem. This method is simple, expeditious and efficient and is applied in practice to the TOT (technological optimization of loggings) project; the results of this application are good.

We present and discuss some optimization methods using partial technologies. Even though formally optimal combinations can be stated exactly, with the minimum overall demands and effective exploitation of the given capacities, the problems of practical technological usability have not been solved yet. In comparison with the previous method, these procedures seem to be needlessly complicated and laborious, and generally less suitable.

forest economy; logging; planning

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady). *Methoden und Probleme der Lösung der technologischen Optimierung der Nutzungstätigkeit*. Lesnictví, 33, 1987 (3) : 255-266.

Die Arbeit beschreibt eingehend die Methode und ihre Algorithmen für die Lösung der technologischen Optimierung der Nutzungstätigkeit mittels im Voraus definierter vollständiger Technologien. Diese Methode ist sehr einfach, schnell und hocheffektiv und sie wurde praktisch angewandt im Projekt TOT (technologische Optimierung der Nutzungen), und zwar mit sehr gutem Erfolg.

Ferner werden einige Methoden der Optimierung mittels Teiltechnologien entworfen und diskutiert. Auch wenn formell optimale Kombinationen mit minimalen Gesamtansprüchen und mit effektiver Ausnutzung gegebener Kapazitäten exakt gefunden werden können, sind die Fragen praktischer technologischer Anwendbarkeit nicht zu Ende geführt worden. Im Vergleich mit der vorigen Methode erscheinen diese Verfahren vorerst als unnötig kompliziert, mühsam und insgesamt weniger geeignet.

Forstökonomie; Nutzungstätigkeit; Planung

Adresa autora:

Ing. Libor Filipský, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, pracoviště Přemyslova 219, 501 68 Hradec Králové 8

POŠKOZOVÁNÍ LESNÍCH PŮD LÁTKAMI ZNEČIŠŤUJÍCÍMI ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

V posledních třech desetiletích pozorujeme vzrůst negativních účinků lidské činnosti na lesní ekosystémy. Rychlý rozvoj průmyslu, energetiky, dopravy, vznik větších průmyslových a obytných center, intenzifikace zemědělské velkovýroby přináší sebou řadu problémů pro životní prostředí. Různé druhy odpadních látek znečišťují v rozsáhlém měřítku biosféru (ovzduší, vodu a půdu) a mohou ohrozit zdárný vývoj živých organismů, od nejjednodušších mikroorganismů, rostlin, nižších a vyšších živočichů až po člověka. Lesní ekosystémy, zejména s jehličnatými dřevinami, velice citlivě reagují svým poškozením na toto znečištění. Jednou z hlavních příčin škod v lesích se stávají nečistoty v ovzduší, především látky pocházející ze spalování fosilních paliv. Střední Evropa náleží k nejvíce ohroženým oblastem. Poškozování a odumírání smrkových porostů v našich horských a podhorských oblastech, ale také borových lesů v některých krajích postihuje rozsáhlé plochy. Škody menšího rozsahu vznikají podél frekventovaných silnic a dálnic a jsou vyvolávány jednak zplodinami spalování pohonných hmot i porypovými solemi, používány k zajištění sjízdnosti v zimním období. Ojedinelá a specifická poškození lesů se objevují v okolí některých průmyslových závodů, z kterých unikají rozmanité škodlivé látky. Původcem znečištění prostředí a škod v lesích může být také zemědělská výroba s vysokými dávkami pesticidů a průmyslových hnojiv nebo s odpady z velkochovů hospodářských zvířat.

Lesní porosty mohou být oslabeny a přímo ohroženy nejen změnami chemismu prostředí, ale i druhotně vyvolanými změnami klimatických podmínek nebo také zhoršením fyzikálních vlastností a stavu půdy. Na velkých odlesněných plochách se podstatně mění teplostní a vlhkostní podmínky, zvyšují se extrémní výkyvy teploty, zesiluje účinek mrazu, větru a slunečního záření, nastává intenzivnější vysušování půdy,

v jiných případech přemokřování půdy. Na extrémních svažitých stanovištích ztráta lesních porostů může způsobit erozi půdy. Na plochách s těžkými půdami může docházet k dalšímu zhutnění půdy, k zhoršení její vzdušné a vodní kapacity. Obdobné důsledky může vyvolat na citlivých stanovištích nesprávně vedená těžba a přibližování, využívání těžkých mechanizačních prostředků za nevhodných podmínek, chybné zakládání lesních cest nebo i nadměrný rekreační provoz.

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ

Znečištění ovzduší poškozuje nejen samotné lesní porosty, může nepříznivě ovlivnit lesní půdu a také ostatní funkce lesa — vohodospodářskou, půdoochrannou, kulturní, rekreační a zdravotní. Stává se proto předmětem zájmu odborníků mnoha oborů, hospodářských a politických pracovníků i široké veřejnosti. Na znečištění atmosféry se podílí výskyt různých cizorodých příměsí ať již původu antropogenního, nebo z přírodních zdrojů. Ačkoliv dosud v celosvětovém měřítku podíl přírodních nečistot převládá (původem z mořské vody, půdy, vegetace, lesních požárů, sopečné činnosti, meteoritického původu), antropogenní znečištění ovzduší se soustřeďuje do určitých oblastí a způsobuje známé škody. Přitom se nejen zvyšují koncentrace přirozených látek v ovzduší, ale objevují se látky v biosféře původně cizí, někdy i značně toxické. Rozhodujícím zdrojem antropogenního znečištění atmosféry je spalování černého a hnědého uhlí, lignitu, ropných výrobků a zemního plynu.

Emise

Vypouštění látek různého charakteru do ovzduší se nazývá emise. Emisní látky (označované také jako exhaláty) mohou být plyné, kapalně nebo pevně skupenství, nebo mohou vytvářet složité soustavy — aerosoly. Emise z větších průmyslových zdrojů jsou pravidelně sle-

dovány jak v množství, tak i jejich složení. Méně údajů je o drobných zdrojích z menších průmyslových závodů, z komunálně bytové sféry, z dopravy a zemědělství. Informace o složení emisí poskytuje chemická analýza spalin, výfukových plynů a různých průmyslových úletů a odpadů. Množství emisních látek se vyjadřuje v objemových jednotkách (m^3) nebo v jednotkách hmotnosti (kg, t) produkovaných za určitou časovou jednotku.

Hlavními zplodinami spalování fosilních paliv je oxid uhličitý (CO_2) a vodní pára (H_2O). Oba produkty jsou přirozenou součástí atmosféry a mezi látky znečišťující ovzduší nazývané polutanty se nezařazují, i když při zvýšeném obsahu v ovzduší mohou také ovlivňovat růst rostlin. Oxid uhličitý je nezbytný při fotosyntetické asimilaci zelených rostlin. Nepřímý účinek těchto látek může spočívat například v ovlivnění teploty, vlhkosti, tvorby a četnosti mlh, ve snižování intenzity slunečního záření.

Při spalování dále vzniká řada různých látek, které při vyšších koncentracích zhoršují kvalitu životního prostředí. Z plynných produktů mají rozhodující zastoupení oxid siřičitý (SO_2), oxidy dusíku (NO_x), oxid uhelnatý (CO), uhlovodíky (C_xH_y), amoniak (NH_3), dále v menším množství fluorovodík (HF), chlorovodík (HCl), sirovodík (H_2S) a mnoho jiných látek. Tuhými produkty jsou hlavně popílek a saze. Popílek může mít v závislosti na původu paliva rozmanité chemické složení a účinky. Saze jsou v podstatě tvořeny amorfním uhlíkem a samotné kromě zaprášení povrchu rostlinám neškodí. Mají však značnou schopnost zachycovat velké množství jiných škodlivin. Část kapalných látek, které vznikají při spalování, se zachycuje v kondenzátech spalin, které jsou složitými roztoky.

Přehled o celkové emisí v ČSSR uvádí Kurfürst (in Böhm 1984) podle zastoupení hlavních látek u rozhodujících skupin zdrojů emisí v ‰:

Podle J. Materny (1984) dosahuje v ČSSR emise oxidu siřičitého přibližně 3 milióny tun ročně, oxidů dusíku (NO_x) 1 milión tun, fluorovodíku (HF) řádově desetitisíce tun ročně. Odhaduje se, že asi poloviční množství v naší republice vyprodukovaných emisí je odnášeno mimo naše území a zhruba stejné množství je k nám přinášeno ze sousedních nebo vzdálenějších států.

Emisní látky se v atmosféře rozptylují a jejich šíření je podmíněno fyzikálními vlastnostmi spalin, jejich teplotou, velikostí prachových částic, výškou zdroje, klimatickými a terénními podmínkami. Studium rozptylu emisí se zabývá meteorologie. V závislosti na vertikálním profilu teplot v atmosféře, rychlosti a směru větru, atmosférickém tlaku, vlhkosti ovzduší, konfiguraci terénu se emisní látky rozšiřují různými směry a rychlostí. Za příznivých okolností jsou přenášeny na značné vzdálenosti (sta až tisíce kilometrů), mohou být z ovzduší vymývány atmosférickými srážkami a také podléhat různým fyzikálním a chemickým změnám.

Jedním z důležitých faktorů rozptylu emisí je takzvaná stabilita atmosféry, kdy za teplotní inverze jsou podmínky pro šíření emisí zhoršeny a dochází k nárůstu koncentrací nečistot v blízkém okolí zdrojů.

Imise

Imisemi nazýváme látky znečišťující ovzduší v určitém prostředí, v našem případě v lesním ekosystému a které bezprostředně nebo také nepřímo působí na živé organismy. Koncentrace různých látek v imisích jsou podstatně nižší než v emisích a jejich stanovení je proto obtížnější. Množství imisních látek v ovzduší se obvykle vyjadřuje v miligramech nebo v mikrogramech v $1 m^3$ vzduchu, za normálního tlaku 1 atmosféry a při teplotě $0^\circ C$.

Obsah nečistot v atmosféře se může rychle měnit, proto se stanovují hod-

	tuhé látky	SO_2	NO_x	CO	uhlo- vodíky C_xH_y	jiné látky	celkem
průmysl včetně energetiky	22	27	10	3	3	3	68
ústřední a lokální topení	3	4	1	6	1	0	15
doprava	3	2	3	6	2	1	17
celkem	28	33	14	15	6	4	100

noty průměrných koncentrací imisních látek dosažené v určitém časovém úseku. Mezinárodní zdravotnická organizace (WHO) rozlišuje koncentraci okamžitou, dosaženou v čase 3 minut, koncentraci střední — půlhodinovou a denní koncentraci za 24 hodin. Účinek imisí na lesy je většinou dlouhodobý, proto jsou vyhodnocovány také průměrné koncentrace imisí za delší období, nejčastěji za rok. Vedle pozvolného působení nízkých obsahů imisních látek, které vyvolávají latentní (skrytá) nebo zjevná chronická poškození lesních dřevin, jsou rovněž nebezpečné krátkodobé vysoké koncentrace, jejichž reakce je rychlá a škody na dřevinách se objevují náhle, v několika hodinách.

V působení imisí na živé organismy můžeme rozlišovat přímé a nepřímé účinky. Přímé škodlivé účinky nastávají, když se překročí určitá koncentrace látek v prostředí a doba jejich expozice a dochází k fyziologickým poruchám. U dřevin se tyto poruchy projevují omezením růstu, plodnosti, škodami na zdravotním stavu stromů. Objevují se nekrotické změny na listech a jehličích, nastává jejich předčasný opad, postupně usychají větve i celé stromy. Mezi různými rostlinnými společenstvy, druhy, odrůdami, proveniencemi a jedinci existují často podstatné rozdíly v odolnosti vůči těmto negativním vlivům.

KYSELÉ SRÁŽKY

Nepřímé účinky imisí mohou záležet například v ovlivnění půdních vlastností a výživy dřevin, v omezení fotosyntézy a respirace při zaprášení povrchu rostlin, v snížené odolnosti vůči škůdcům, chorobám i abiotickým vlivům.

Z mnoha látek, které ohrožují životní prostředí, největší pozornost byla doposud věnována kyselým srážkám. Přirozená slabě kyselá reakce srážek s průměrným pH 5,6—5,7, která je dána chemickou rovnováhou vody a oxidu uhličitého v ovzduší, se vlivem antropogenního znečištění zvýšila (pH se snížilo). Průměrná reakce srážek v Evropě se pohybuje v rozmezí pH 4—5. Vyskytují se však i srážky kyseléjší s nižším pH, ojediněle i pod 3.

Znečištění ovzduší má v ČSSR převážně globální charakter. Výsledky měření pH atmosférických srážek získané v posledních letech v hydrometeorologických ústavech v Praze a Bratislavě prokazují, že kyselost srážek na celém území našeho státu se podstatně neliší. Roční průměr se pohybuje v rozmezí pH 4,2—4,4. Významné jsou však roz-

díly v celoročních úhrnech srážek, v horských polohách jsou značně vyšší než v nížinných oblastech.

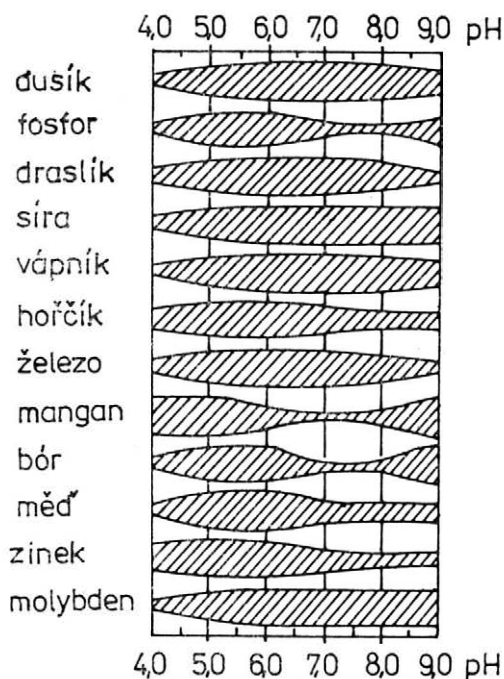
Kyselost srážek kolísá v poměrně širokém rozmezí pH a může se podstatně měnit i na jedné srážkové frontě. Na okyselení srážek se nejvíce účastní oxid siřičitý (SO_2) a oxidy dusíku (NO_x). V ovzduší se oxid siřičitý za katalytického působení slunečního záření a některých látek obsažených v atmosféře oxiduje na oxid siřičitý (SO_3). Pouze malá část emisí síry je emitována jako oxid siřičitý. Oba oxidy síry vytvářejí se vzdušnou vlhkostí roztoky kyselin — kyseliny siřičité a sirové. Různý podíl těchto kyselin bývá ještě v ovzduší neutralizován dalšími složkami znečištěného ovzduší, hlavně amonnými ionty a kationty vápníku, sodíku, draslíku, hořčíku a jiných prvků.

Obdobně reagují oxidy dusíku a vytvářejí se vzdušnou vlhkostí kyseliny, hlavně kyselinu dusičnou. I když emise dusíku nedosahují úrovně emisí síry a podstatná část sloučenin dusíku v ovzduší je přirozeného původu, v posledních letech je v Evropě pozorován jejich rychlejší nárůst (OECD 1977). Zvýšení je vysvětlováno novými technologiemi spalování uhlí za vyšších teplot, vyšší spotřebou zemního plynu a ropných produktů.

V značně omezenějším měřítku mohou kyselost srážek ovlivňovat také další látky, například chlorovodík (HCl), fluorovodík (HF) a jiné sloučeniny. Hlavní škodlivý účinek fluorovodíku nespočívá v jeho kyselé reakci, ale v samotné toxicitě fluoru, která je mnohonásobně vyšší než oxidu siřičitého.

Účinek kyselých srážek na lesní půdy

Kyselé srážky působí na lesní porosty svým přímým účinkem a také nepřímo ovlivňováním půdních vlastností. Ohrožení lesních půd kyselými srážkami, oproti pravidelně kultivovaným, hnojeným a vápněným zemědělským půdám, může mít závažnější následky. Problematika tohoto účinku upoutala značnou pozornost, zejména v nejvíce ohrožených zemích, v severní Americe a v severní a střední Evropě a intenzivně se zkoumá. Pro značnou rozmanitost lesních půd, klimatických a imisních podmínek, odlišných ekologických nároků a citlivosti různých druhů dřevin vůči imisím, můžeme předpokládat rozličné odezvy na tento vliv. Proto také poznatky získané s uměle okyselenými závlahami se nemusí shodovat s dlouhodo-



1. Relativní účinek půdní reakce na přístupnost živin (podle Lucase a Davise 1961, převzato z Baier a Baierová)

bým působením kyselých srážek v přírodních podmínkách.

Srážky jímání na volné ploše mají odlišné složení než srážky zachycované pod korunami stromů. K obohacování srážek dopadajících na půdní povrch přispívá jakýkoliv rostlinný pokryv, na kterém se zachycují různé nečistoty z ovzduší, tedy i podkorunová a paseční vegetace. Lesní porosty zadržují na svém velkém a členitém povrchu velké množství nečistot a podkorunové srážky bývají často několikanásobně bohatší obsahem různých látek i zpravidla kyselější (Lochman V. 1981 aj.). Výrazné rozdíly v chemickém složení a množství srážek byly zjištěny pod korunami různých druhů dřevin, především mezi listnáči a jehličnany (Matterna 1978). Významnou úlohu v těchto případech má ztráta olistění v době vegetačního klidu, intercepce (zadržování) srážek v korunách stromů, ve vyšších horských polohách větší podíl a rozdíly v zachycování horizontálních srážek — z mlhy, jinovatky a námrazy. K obohacování podkorunových srážek rovněž účinně přispívá vyluhování různých chemických sloučenin z povrchových tkání stromů, z jehličí, listů a kůry.

U lesních porostů s narušeným povrchem listů nebo jehličí a u agresivnějších a kyselějších srážek lze očekávat intenzivnější účinek.

Kyselé srážky (obdobně také i kyselé suchý spad) mohou působit na půdu mnohostranným způsobem, ovlivňovat kyselost půdy, přístupnost živin pro rostliny a ztráty živin z půdy, uvolňovat toxické ionty, působit na biologické procesy v půdě. Podle klasické Arrheniovy teorie jsou nositeli kyselosti vodíkové ionty, protony — H^+ (správněji oxoniové ionty H_3O^+), které se odštěpují z kyselin ve vodném roztoku. Povrch půdních částic má převážně záporný elektrický náboj a kationty jsou poutány půdními částicemi silněji než záporně nabitě částice — anionty. Vodíkové ionty vnesené kyselými srážkami do půdy mění rovnováhu mezi adsorbovanými ionty půdních částic a půdního roztoku a v závislosti na půdních vlastnostech vytěsňují kationty z povrchu půdních částic (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} aj.). Půdy sorpčně nasycené, s vysokým obsahem výměnných kationtů a vysokou sorpční kapacitou jsou vůči těmto účinkům odolnější než půdy slabě sorpčně nasycené, s nízkou sorpční kapacitou.

Vodíkové ionty z kyselých srážek rovněž uvolňují ionty z pevnějších chemických vazeb a urychlují zvětrávací procesy v půdě, při kterých se minerální látky postupně rozkládají. Důležitou úlohu při tomto rozkladu má zejména obsah snadno zvětrávacích látek v půdě, jejich rozložení v půdním profilu a zrnitostní složení půdy.

Výměnnými a zvětrávacími procesy ionty uvolněné do půdního roztoku mohou být v půdním profilu přemísťovány, odneseny z půdy perkolující (vyluhující) vodou, využity rostlinami ve výživě, znovu absorbovány půdními částicemi nebo se podílet na tvorbě sekundárních minerálů.

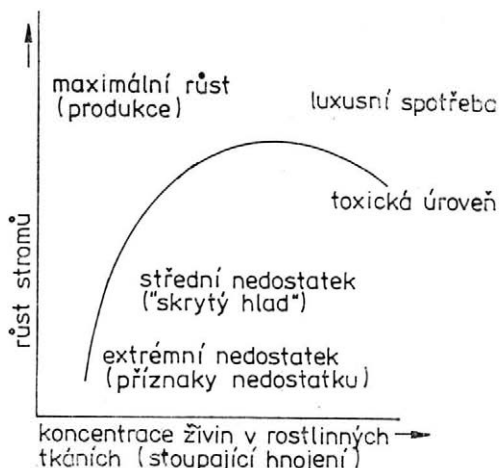
Kyselými srážkami vyvolané změny v kyselosti půd mohou ovlivnit zásoby živin a jejich přístupnost pro výživu rostlin. Relativní působení půdní reakce na přístupnost živin je podle agrochemických poznatků přehledně vyjádřeno na obr. 1. Můžeme se domnívat, že pro naše hlavní lesní dřeviny, které jsou lépe přizpůsobeny růstu v kyseljším půdním prostředí, bude optimální příjem živin posunut do kyselější sféry — k nižším hodnotám pH. Přístupnost prvků makroživin — dusíku, fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku, síry a mikroprvků molybdenu, bóru a mědi se s rostoucí kyselostí půdy snižuje. U fosforu a

některých mikroprvků — železa, manganu, bóru, mědi a zinku dochází v alkalické oblasti k zhoršení přístupnosti. Mykorrhizní společenstva, která se vyskytují na kořenech lesních dřevin, umožňují využití fosforu, dusíku a některých jiných prvků (Zn, Cu, Mo) z méně přístupných chemických vazeb pro jiné druhy rostlin hůře využitelných.

Kyselý srážky přináší do půdy některé živiny, především síru a dusík. Vzhledem k dlouhodobému a globálnímu přísunu sloučenin síry ze znečištěného ovzduší a relativně menším nárokům rostlin na její spotřebu, nelze v současné době v ČSSR předpokládat v půdě nedostatek síry. Avšak bylo prokázáno, že sloučeniny síry se zpravidla v lesních půdách nehromadí a síra přiváděná do půdy z ovzduší je z velké části z půdy vyplavována (Lochman V. 1983).

Dusík náleží k hlavním živinám, které v mírném klimatickém pásmu limitují vzrůst rostlin. Se stoupajícím spadem sloučenin dusíku se zásoba dusíku v půdě může zvyšovat. Většina dusíku v lesní půdě je vázána na organickou hmotu (až 95 % i více) a soustřeďuje se v povrchovém humusu a ve svrchní humózní vrstvě. Z hlediska výživy rostlin je důležitá především ta část dusíkatých látek, která je dostupná pro rostliny. Za zhoršených půdních a klimatických podmínek se hromadí značné množství dusíku v opadu a obtížně rozložitelném surovém humusu. Po odlesnění a také po vápnění lesních půd mohou vzniknout příznivější podmínky pro uvolňování dusíkatých látek a nastávat ztráty dusíku z půdy. V případě zasažení větších ploch to může mít za následek zhoršení kvality podzemní nebo povrchové vody.

Ochuzování půd o ionty makro i mikroživin, které byly v půdě uvolněny kyselými srážkami, je do jisté míry omezeno růstem rostlin. Rostlinná vegetace odebírá svými kořeny z půdy ionty živin a tyto živiny se po určité době vrací zpět do půdy, převážně při opadu a rozkladu odumřelých rostlinných tkání, nebo také v látkách vyloučených z živých a uhynulých částí rostlin. Rychlost koloběhu živin v různých lesních ekosystémech se může značně odlišovat, což lze pozorovat na hromadění zásoby obtížně rozložitelného povrchového humusu. Například ve smrkovém ekosystému s příznivými ekologickými podmínkami převyšuje hmotnost povrchového humusu hmotnost ročního opadu 3–5krát, za nepříznivých podmínek někdy i více než 20násobně.



2. Vztah mezi koncentrací živin v rostlinných tkáních a růstem (podle Pritchetta 1979)

Při silnějším okyselení půd se do půdního roztoku uvolňují některé ionty kovů, které mají za určitých podmínek a při vyšší koncentraci toxické účinky pro rostliny, popř. i jiné živé organismy v půdě. Toxicky může působit na rostliny většina iontů, jestliže se objeví v půdě ve velmi vysokém přebytku, i ionty prvků živin. Příkladem toho jsou půdy vzniklé na hadci s velkým množstvím hořčíku nebo zasolené půdy s vyšším obsahem sodíku, známé jsou případy škodlivého nadbytku dalších prvků (Mn, Cu, Zn, B aj.). Obecně je tento vztah vyjádřen na obr. 2 (Pritchett 1979).

Mnoho autorů se snaží vysvětlit podstatu škodlivého působení znečištěného ovzduší na lesní porosty a lesní půdy. Existují různé názory a teorie na tento problém. Avšak pro značnou složitost této otázky dosud nebyla a pravděpodobně nemůže být dána jednoznačná odpověď. V posledních letech značnou pozornost upoutaly práce B. Ulricha (1980, 1981), který upozornil na hrozící vážné nebezpečí pro lesní porosty následkem poškození lesních půd. Za rozhodující příčinu odumírání jedlí, poškozování a odumírání smrkových porostů a dalších dřevin považuje toxické účinky iontů hliníku v půdách. Podle jeho názoru ionty hliníku uvolněné v půdě ve větším množství okyselujícím účinkem kyselých srážek a působením suchých a teplých období silně poškozují kořeny dřevin. Poškození se projevuje postupným odumíráním kořání, zprvu nejjemnějších kořínků, postupně stále

tlustších kořenů, což má za následek zprvu oslabení, později poškození a nakonec uhynutí stromu.

Hliník patří mezi nejrozšířenější prvky na zemském povrchu, byl stanoven ve více než 250 minerálech, převážně v primárních a druhotných křemičitanech a v jejich zvětralinách, v jílových minerálech tvoří podstatnou složku minerálního sorpčního komplexu půd. V kyselých půdách pod pH 5 se aluminosilikáty rozkládají a postupně se uvolňují ionty $\text{Al}(\text{OH})_2^+$, AlOH^{2+} , Al^{3+} . Tyto ionty nahrazují v kyselém půdním prostředí v sorpčním komplexu ionty vápníku, hořčíku, draslíku, sodíku aj. a mohou působit škodlivě na citlivé rostliny i na půdní mikroorganismy.

Význam iontů hliníku v půdě pro poškození lesních dřevin je jinými autory zpochybňován (Rehfuess, Zöttl). Prohlašují, že jednoznačný důkaz toxicity hliníku pro lesní dřeviny nebyl dosud podán. Zöttl (1983) na příkladech různých rostlinných druhů z tropického a subtropického pásma demonstruje značnou proměnlivost v schopnosti rostlin přijímat hliník a u našich hlavních dřevin předpokládá značnou přizpůsobivost kyselým půdním podmínkám a vyššímu obsahu hliníku v půdě. Při šetrnějších ve smrkových porostech zjistil vysokou pozitivní závislost množství stanoveného hliníku v jehličí s přírůstem. Jiné experimenty s uměle okyselenými závlahami prokázaly, že mladé smrkové sazenice snesly vysoké okyselení půdního substrátu bez ztráty na přírůstu a měly vysoký obsah hliníku v jehličí. Dále se však domnívá, že vysoké nasycení půdy ionty hliníku může mít vliv na pohotovost a příjem bázeických živin dřevinami (hlavně vápníku a hořčíku).

Rehfuess (1983) rovněž odmítá názor o toxické úloze uvolněných iontů hliníku v půdě pro poškození jedle a smrku. Za rozhodující příčinu poškození lesních porostů ve střední Evropě považuje společné působení oxidu siřičitého, kyselých srážek a fotooxidačních zplodin, především ozónu (O_3). Přitom dochází k poškození povrchu jehličí a buněčných stěn, k zvýšení jejich propustnosti. Z jehličí jsou pak snáze vyplavovány různé látky, zejména nastávají ztráty iontů hořčíku a vápníku. Tímto způsobem jsou stromy oslabovány, hlavně se snižuje jejich odolnost vůči mrazu. Následkem silných mrazů je poškozováno jehličí, předčasně opadá a potom dochází k prosychání stromů. Větší škody na lesních porostech v horských oblastech vysvětluje in-

tenzivnějšími zářeními a vyššími koncentracemi ozónu v ovzduší ve vyšších polohách a silnějším vyluhováním látek z jehličí za častějších mlh a deštových dnů.

Obdobně jako hliník mohou být vysokou kyselostí mobilizovány v půdě ionty dalších prvků (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Pb, Co, Cr, Ni, As, Se aj.). Některé z těchto prvků jsou důležité mikroživiny potřebné ve velmi nízkých koncentracích k zdravému růstu a vývoji rostlin. Toxické účinky těchto prvků se projeví až při překročení určité koncentrace prvku v půdě a pravděpodobnost takového výskytu v lesních půdách je velice vzácná. Omezuje se zpravidla na nejbližší okolí některých metalurgických závodů s nedokonalým zachycováním emisí. Obsah toxických prvků v půdě může být v takových případech zvýšen o několik řádů proti přirozenému výskytu. Detoxikaci kovových prvků významně ovlivňuje obsah humusových látek v půdě. Humus vytváří s kovovými ionty složité komplexní sloučeniny s chelátovou vazbou, přičemž se škodlivé účinky omezují.

ÚČINEK PLYNNÝCH LÁTEK

Přímý škodlivý účinek plyných emisí, především oxidu siřičitého na lesní dřeviny, je dobře znám. Působení plyných a pevných látek, souhrnně označovaných jako suchý spad na lesní půdy, byla dosud věnována menší pozornost než kyselým srážkám — mokrému spadu. Avšak suchý a mokrá spad (depozici) musíme chápat jako heterogenní soustavu, protože v přírodních podmínkách nelze dobře odlišit působení jednotlivých složek znečištění ovzduší. Plyny s pevnými a kapalnými částicemi velmi malých rozměrů vytvářejí atmosférické aerosoly. V mokrému spadu bývají kromě rozpuštěných látek obsaženy také koloidní látky, suspendované prachové částice, pyl rostlin, mikroorganismy aj.

Přímá sorpce plyných látek (oxidu siřičitého) půdním povrchem byla prokázána experimentálními výzkumy (Materna, Kohout 1984). Obdobně jako v ovzduší je oxid siřičitý zachycený v půdě obvykle rychle oxidován a přeměněn až na kyselinu sírovou a sírany. Významnou roli přitom mohou mít některé druhy půdních mikroorganismů (Lettl 1985). Intenzita sorpce oxidu siřičitého půdou (a také ostatních kyselé reagujících plynů) závisí na půdních vlastnostech, zejména na vlhkosti půdy a její reakci. Větší sorpční schopnost má vlhký povrch půdy a také půdy

s alkalickou a neutrální reakcí. Je možno předpokládat, že výsledný účinek sorpce SO_2 bude obdobný jako působení kyselých srážek. Podobně mohou být poutány lesní půdou další kyselé plyny, především oxidy dusíku, fluorovodík, chlorovodík a další látky. Zdroji oxidů dusíku (NO , NO_2 aj.) jsou hlavně závody a zařízení na spalování fosilních paliv, dále unikají do ovzduší při výrobě kyselin dusičné a sírové, při výrobě dusíkatých hnojiv, při nitraci organických látek, při výrobě barviv a laků aj. Na emisi fluorovodíku a dalších sloučenin fluoru se významně podílí spalování hnědého uhlí, závody na zpracování hliníku, sklárny, keramický průmysl, cihelny, cementárny a výroba fosforečných hnojiv. Chlorovodík rovněž vzniká při spalování některých druhů uhlí, uniká také z některých průmyslových závodů, ze spaloven městských odpadů při likvidaci plastických hmot (PVC).

V blízkosti velkých zemědělských farem byly na lesních porostech pozorovány škody způsobené bioplymem, především jeho složkou — amoniakem (Pelíšek 1983). Lze předpokládat, že rozhodující vliv záleží v přímé reakci amoniaku z bioplynu na dřeviny. V půdě se amoniak váže hlavně na organickou složku a v přiměřených koncentracích může zlepšovat výživu dřevin dusíkem.

Při spalování uhlí, ropy a zemního plynu v průmyslu a dopravě vznikají různé uhlovodíky (C_xH_y), nasycené, nenasyčené a aromatické a další organické sloučeniny (aldehydy, ketony, fenoly aj.). O škodlivosti těchto organických látek pro lesní porosty je dosud málo spolehlivých zpráv.

ÚČINEK PRACHOVÝCH ČÁSTIC

Do atmosféry se lidskou činností dostává také značné množství pevných částic. Větší prachové částice rychle sedimentují v blízkosti zdrojů, jemné částice se stávají součástí atmosférického aerosolu a setrvávají v ovzduší delší dobu. Podle středního průměru částic se rozlišuje: hrubý prach ($d > 63 \mu\text{m}$), jemný prach ($10-63 \mu\text{m}$) a poléťavý (vířivý) prach ($d < 10 \mu\text{m}$).

Celkový spad prachných částic se vyjadřuje zpravidla v tunách na kilometr čtvereční za rok. Hygienická norma v ČSSR připouští $200 \text{ t.km}^{-2}.\text{rok}^{-1}$, ale v řadě případů bývá překračována.

O účinku prachových částic rozhoduje nejen jejich chemické složení, ale i velikost částic. Menší částice mají

větší aktivní povrch, reagují účinněji a mohou být proto nebezpečnější. Aerosolové částice rozmanitého původu a složení mají zpravidla elektrický náboj, pohlcují a rozptylují sluneční paprsky, mohou být také zdrojem radioaktivního záření.

Hlavní podíl na emisi prachových částic má spalování uhlí, především hnědého s větším obsahem popela. Významným zdrojem prachných emisí toxických prvků jsou metalurgické závody, zejména na zpracování barevných kovů. Vybudováním odlučovacích zařízení se podařilo emise popílku a jiných prachných průmyslových emisí oproti předchozím letům podstatně omezit. Současně se však také snížil přísun alkalických prvků, které poněkud redukovaly okyselující účinek kyselého deště a dalších kyselých imisí (SO_2 , NO_x).

Oproti původnímu zastoupení v palivu je obsah mnoha prvků v popílku vyšší. Při podrobné chemické analýze můžeme v popílku stanovit většinu prvků periodické soustavy. Některé z nich náleží k rostlinným makroživinám (Ca, Mg, K, P, S) a mikroživinám (Mn, Fe, Zn, Cu, Mo, B aj.), jiné jsou pro potřebu rostlin převážně indiferentní (Si, Ti, Al aj.), další prvky mohou mít i při velmi nízkých koncentracích škodlivé účinky (As, Cd, Pb, Hg, Sb, Se, Be aj.).

Pro zjišťování toxicity prachových částic se pozoruje a hodnotí obsah těžkých kovů. K těžkým kovům se řadí všechny kovové prvky, jejichž specifická hmotnost je větší než 5 g.cm^{-3} . Z těchto prvků se zpravidla sledují jen vybrané prvky, u kterých se předpokládá největší toxicita pro rostliny a jsou relativně nejvíce a nejčastěji zastoupeny v imisích (As, Cd, Cu, Mn, Pb, Zn aj.). Škodlivě mohou působit za zvýšených koncentrací i prvky s nižší specifickou hmotností (například B, Be, F, Se, Sr aj.).

Otázka podstaty škodlivého působení toxických prvků není dostatečně vysvětlena. V některých pracích se objevují názory na negativní vliv na činnost enzymů v živých buňkách i v půdě (Smith 1981). V mnoha případech jsou více ohroženi živočišové než rostliny, protože v jejich tkáních se mohou určitě toxické prvky hromadit a v potravních řetězcích jejich obsah zvyšovat a škodlivost stupňovat. O toxicitě zpravidla nerozhoduje celkový obsah prvku v půdním prostředí, ale jeho výskyt v aktivní formě, přístupné pro živé organismy. Předpokládá se, že společným účinkem určitých prvků se škodlivost

může zesilovat (synergický účinek) nebo také zeslabovat (antagonistický účinek).

Toxické prvky z imisí mohou nepříznivě působit na živou složku půdy — půdní edafon, a tím i na biologickou činnost půdy. Zejména mikroorganismy uskutečňují v půdě reakce, které jsou nezbytné pro růst lesních porostů nebo ho stimulují. Rozkládají organické látky a uvolňují živiny i energii vázanou v rostlinném opadu a jiných organických zbytcích, přeměňují organicky vázaný dusík, fosfor a síru na formy využitelné pro rostliny, biosyntézou vytvářejí humus a podporují tvorbu strukturních částic půdy. Závažný může být škodlivý účinek toxických prvků na mykorrhizní společenstva a symbiotické mikroorganismy poutající vzdušný dusík. Škody imisemi způsobené změnami v četnosti a zastoupení rozmanitých organismů v půdě jsou vzhledem k složitým vzájemným vztahům mnoha organismů obtížně prokazatelné.

Zvláštní skupinu prašných imisí vytvářejí prachové částice, které pocházejí z výroby cementu, vápna, ze závodů na zpracování magnezitu a jiných zdrojů. Pro většinu našich lesních půd s převážně kyselou reakcí a nižším obsahem základních živin může mít do jisté míry spád alkalických látek příznivý vliv. Kladný účinek se projevuje zlepšeným přírůstem dřevin a výskytem náročnějších druhů fytoceenózy. Může být však omezen zaprášením a poškozením povrchu rostlin. V případě nadměrného přísunu alkalických prachových částic se změně půdní reakce až do alkalické oblasti s mnoha nepříznivými následky pro půdní vlastnosti a růst lesních dřevin. Zhoršuje se půdní struktura, biologická aktivita půdy, přístupnost živin, především fosforu, železa, manganu a bóru. Zvláště škodlivě působí na půdy a lesní porosty spád magnezitového prachu ($MgCO_3$), kdy kromě alkalické reakce účinkuje toxicky nadbytek hořečnatých iontů (Šály, Mihálik 1984). Meliorační opatření u silně poškozených půd jsou nákladná, především se doporučuje sádrování půdy.

K obohacení lesních ekosystémů mohou přispět také prachové částice zemědělské půdy přinášené větrnou erozí.

VLIV DOPRAVY

V lesních porostech podél frekventovaných silnic a dálnic se objevují poškození způsobovaná zplodinami benzinových a naftových motorů a posypovými solemi. Neustálý rozvoj motorizace vytváří předpoklady pro další vzestup

těchto škod. V emisích ze spalovacích motorů jsou ze škodlivých látek nejvíce obsaženy oxid uhelnatý (CO), uhlovodíky, oxidy dusíku a v malém množství mnoho dalších látek — saze, aldehydy, ketony, olovo, kadmium aj. Pro poškozování lesních dřevin a půd mají tyto látky zpravidla menší význam, ale jejich hygienický účinek může být závažný. Proto se prosazují tendence technickými úpravami motorů a změnami ve složení pohonných hmot množství škodlivin ve výfukových plynech snižovat. Dobře známé jsou požadavky na snižování obsahu olova v benzínu. O účincích olova na lesní ekosystém, které jsou obdobné jako u jiných těžkých kovů, o zvyšování jeho obsahu v půdě a rostlinách pojednává Maňková (1982).

Výraznější škody na lesních porostech a změny ve složení půdy způsobují posypové sole (Pelíšek 1974) užívané k zajištění sjízdnosti cest v zimním období. Hlavně se používá chlorid sodný (NaCl — technická kuchyňská sůl), výjimečně poněkud méně škodlivý chlorid vápenatý nebo hořečnatý. Chlorid sodný působí škodlivě ve formě solného roztoku, který je rozstříkovan na povrch rostlin, nebo nepřímo změnami v chemismu půdy. Ve větším množství v půdě ovlivňuje půdní reakci, zvyšuje u kyselých půd pH, má vliv na sorpční vlastnosti půd, přístupnost živin i na strukturu půd. Na vyšší obsah chloridových a sodíkových iontů v půdě jsou některé dřeviny značně citlivé a při vyšších koncentracích jsou poškozovány. Škody se projevují změnami ve velikosti a barvě jehličí a listů, jejich předčasným opadem, usycháním letorostů, větviček, tlustších větví až celých stromů. V humidních oblastech je velmi dobře rozpustný chlorid sodný obvykle z půdy rychle vyplavován, proto jeho nejvyšší obsah zjišťujeme po zimním období. K omezení škod v lesních porostech přispívají opatření k zábráně odtoku zasolené vody ze silnic do lesních půd a její svod do vhodných recipientů. Dalším preventivním opatřením je výsadba ochranných pásů z odolnějších dřevin. Relativně odolnými stromy jsou (Semorádová 1984) smrk pichlavý, borovice černá, kleč, duby, trnovník akát, jasan ztepilý, pajasán žlázatý, olše, topol bílý a šedý, osika, hlošina úzkolistá, rakytník úzkolistý, vrby. Z keřů se doporučují čičovník obecný, žanovec měchýřník, kustovnice cizí, trnka, meruzalka, růže svraskalá, pámelník bílý, tušalaj obecný, tamaryšek, nízké formy vrb. Dále je však potřebné omezit solení silnic a k redukci spotřeby

soli více využívat mechanizovaný odklíz sněhu a vhodné náhradní posypové prostředky (inertní písek, kamennou drť).

VLIV DALŠÍCH LÁTEK — ODPADŮ, KALŮ, ZNEČIŠTĚNÝCH VOD

V průmyslu, v zemědělství a v komunální oblasti vzniká značné množství tuhých a kapalných odpadních látek nejrozličnějšího složení a vlastností. Pevné odpady a kaly, které se ukládají na skládky a odkaliště mohou rovněž ojedinelé ohrozit lesní porosty a půdy. Při chybném založení a udržování těchto odkládacích ploch únik různých škodlivin do sousedních lesních porostů může způsobit škody. Obdobné problémy mohou vznikat na rekultivovaných a zalesněných plochách bývalých skládek odpadů a odkališť.

Roční tvorba průmyslových odpadů v ČSSR dosahuje 14 miliónů tun. Pokud se týká jejich množství, převažuje hlušina, škvára a popílek. Průmysl produkuje řadu nejrozmanitějších odpadů od látek neškodných, jako je například písek a sklovitá struska, až po vysoce toxické odpady z chemických výrob nebo radioaktivní odpady, které se likvidují speciálními postupy a na běžné skládky odpadů se nedávají. V poslední době se stupňují požadavky, aby průmysl dále pracoval a využíval odpadní látky a ideálním cílem je dosažení bezodpadních technologií. Chemikové znají a připravili asi 5 miliónů chemických sloučenin, z nichž se však pro praktickou potřebu využívá několik desítek tisíc látek; vyskytují se mezi nimi látky pro živé organismy značně nebezpečné. Na skládkách se objevují látky silně kyselé nebo naopak silně alkalické, popř. odpadní látky ze zušlechťování kovů, kyanidy, sole chromu, barviva, rozpouštědla, saponáty, insekticidy, fungicidy, herbicidy a mnoho jiných látek. Odlišný charakter mají odpady z těžby různých minerálních surovin, hlavně z těžby uhlí a rud. Městské pevné odpady jsou směsí různorodých látek, převážně složené z domovního odpadu z provozu domácností.

Obdobné problémy způsobují odpadní kaly z čistíren odpadních vod z průmyslu, z měst a zemědělské výroby. I v těchto případech to jsou jednak kaly z biologického hlediska neškodné (například některé odpady z potravinářského průmyslu), jednak kaly s obsahem rozmanitých toxických látek. Ve velkovýkrmných skotu a vepřů vznikají ve velkém množství odpady organické povahy — kejda, která často nemůže být

bez další úpravy vrácena do půdy a její likvidace činí potíže. Nadějně je její zpracování biotechnologickým postupem na bioplyn a na lépe užítkovatelný druhotný pevný odpad, který je vhodný pro organické hnojení půd a neovlivňuje škodlivě půdu ani vodu jako kejda.

Znečištění vody vodních toků a nádrží lesní porosty a půdy zpravidla neohrožuje. Problémy se mohou vyskytnout při používání nevhodné vody k závlaze, především v lesních školkách. Proto se doporučuje pravidelná kontrola jakosti závlahové vody. Závažný může být vyšší obsah rozpustných solí ve vodě pro nebezpečí zasolení půd a obsah dalších škodlivých látek pro růst semenáčků a sazenic.

CELKOVÉ HODNOCENÍ

Účinek znečištěného ovzduší a různých odpadních látek na lesní ekosystémy může být značně rozmanitý. Hlavními škodlivými faktory pro lesní půdy jsou kyselé srážky a plynné imise kyselého charakteru. Velká pozornost je věnována škodlivým účinkům, ačkoliv i pozitivní vliv je možný (Abrahamson 1980), ovšem může být jen dočasný. Dlouhodobým působením kyselých depozic na lesní půdy vznikají různé změny v chemickém složení, ve fyzikálních a biologických vlastnostech. Intenzita změn vyvolaných v půdách může být více či méně závažná, někdy téměř nepostřehnutelná. Šály (1977) zahrnuje lesní půdy výrazně ovlivněné imisemi do zvláštní skupiny antropických půd. K těmto půdám jsou zařazovány půdy, jejichž stavba byla výrazně ovlivněna činností člověka (zahrádní půdy, rigolované půdy). Výsledky z dosavadních šetření v různých lesních oblastech ČSR s porosty silně poškozenými imisemi prokazují, že dochází k okyselování lesních půd (Jonáš 1982, Lochman 1983, Materna 1983, Pelíšek 1983, 1984, Pokorný 1984) a k zhoršování půdních vlastností, ale v mnoha případech jsou změny obtížně prokazatelné. Srovnatelné půdy pod výrazně poškozenými porosty se podstatně neliší od půd pod slabě poškozenými porosty. Domníváme se, že na převážné většině ploch poškozených imisemi má na současném stavu půd rozhodující vliv jejich přirozený vývoj a dosavadní způsob hospodaření. Vliv imisí je dosud relativně malý — druhořadý. Závažná je ovšem otázka dlouhodobého účinku, možnost kumulace nepříznivých změn v půdách a v některých případech předpokládaná nevratnost těchto změn.

Ohrožení lesních půd podstatně závisí na půdních vlastnostech, které jsou dány jejich chemickým a fyzikálním složením a biologickou činností půdy. Významný je vliv dalších ekologických faktorů, geologického podloží, klimatu, topografie terénu, lesního porostu, podkorunové nebo paseční vegetace a času. Půdy vzniklé na bohatších geologických substrátech mohou lépe odolávat kyselému spadu. Pačes (1984) uvádí pořadí nejrozšířenějších půdotvorných hornin, s klesající odolností vůči okyselení: vápence, slínovce > gabro, diabas, zeolokameny, droby — arkózy, žuly, ruly > křemenné porfyry, pískovce, křemence. Publikovány byly také práce, ve kterých byly půdy rozříděny podle odolnosti proti účinkům kyselých imisí (Ulrich 1980, Wiklander in Seip 1980). Diferenciace půd je založena především na pH půdy a na rozdílech působení vodíkových iontů v půdě. Vedle chemismu půd ovšem nesmí být opomíjen fyzikální stav půdy, mocnost půdního profilu, zrnitostní složení, obsah skeletu, vodní a vzdušný režim půd aj. Převažující důsledky vlivu imisí na půdy, a to zvyšování kyselosti, ochuzování o živiny, zhoršená humifikace, jsou obvyklé jevy ve vývoji půd v humid-

ních oblastech mírného klimatu i v lesních ekosystémech neovlivněných imisemi. Kyselý spad může v půdě ovlivňovat podle typu půdy různé degradační procesy, zejména podzolizaci, ilimerizaci, pseudoglejové a glejové pochody, rašelinění aj. Zpravidla bývá tento nežádoucí vývoj půd imisemi urychlován a degradace zesilována. Doporučená opatření k nápravě těchto půd se proto nemusí lišit od způsobů meliorace ostatních přirozeně chudých a degradovaných půd. Meliorační zásahy záležející ve vápnění, hnojení, odvodňování, mechanické nebo chemické přípravě půdy při obnově lesů musí být doplněny výběrem stanovištně vhodných a proti imisím odolnějších druhů dřevin a odpovídajícími péstebními opatřeními. Úspěšné řešení těchto problémů je podmíněno stupněm úrovně poznání ekologických podmínek, jejich vzájemných vztahů a negativních změn v nich vyvolaných lidskou činností. S pomocí integrované analýzy uvedených poznatků, reálným zhodnocením našich hospodářských a technických možností můžeme stanovit prognózy dalšího vývoje lesního hospodářství, projektovat a realizovat optimální nápravná opatření za nových, ztížených poměrů.

Literatura

- ABRAHAMSEN, G.: Acid precipitation, plant nutrient and forest growth. In: Ecological impact of acid precipitation. Sandefjord — Oslo 1980, s. 58-63
- ABRAHAMSEN, G. — DOLLARD, G. J.: Effects of acid precipitation on forest vegetation and soil. In: Air Pollution — Emission, Transport, Control and Effects. Proceedings of an international conference Jönköping 1978
- BAIER, J. — BAIEROVÁ, V.: Abeceda výživy rostlin a hnojení. Praha, 1985
- BÁRTŮ, J. — BENCKO, V. a kol.: Stanovení obsahů toxických prvků v odpadech používaných pro organické hnojení půd v zemědělství. ÚKZÚZ Praha 1984
- BEDNÁŘ, J.: Meteorologie a znečištění ovzduší. (Studijní pomůcka) Universita Karlova Praha 1978
- BÖHM, B.: Vývoj znečištění ovzduší v ČSSR. XI. konference o biosféře — Vliv imisí na vodní zdroje. Praha, 1984
- ČÍŽEK, J. — CVANČARA, R.: Vliv znečištění ovzduší na životní prostředí, les a lesní hospodářství. VŠZ Praha, ÚAEE Kostelec n. Černými lesy 1983
- JONÁŠ, F. — JONÁŠ, F. ml.: Meliorace lesních půd intoxikovanými imisemi sloučenin síry v Krušných horách. Lesnictví 28, 1982 (2), s. 103-122
- DRABLOS, D. — TOLLAN, A.: Proceedings of an international conference. Sandefjord, Oslo 1980
- ERDŐS, E.: Základní charakteristiky problému SO₂ v průmyslových exhalacích. Chemické listy 72, 1978/4, s. 351-363
- KLIMO, E.: Distribuce a koloběh síry v ekosystému smrkového lesa v oblasti Dražanské vrchoviny. Lesnictví 29, 1983/8, s. 683-690
- KLIMO, E.: Kyselé imise a jejich vliv na lesní půdy. VŠZ, lesnická fakulta Brno 1983
- LETTL, A.: Kvalitativní změny mikroflory smrkových porostů ovlivněných průmyslovými imisemi SO₂. Lesnictví 31, 1985/3, s. 187-202
- LIPPERT, E. — ERDŐS, E.: Oxid siřičitý v atmosféře — jeho transport a chemická přeměna. Chemické listy 77, 1983/10, s. 1020-1038

- LOCHMAN, V.: Spady v porostech a jejich vliv na lesní půdy. Kandidátská disertační práce, VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1983
- LOCHMAN, V.: Změny půdních ekologických podmínek, zejména chemismu půd, v lesích zasažených průmyslovými imisemi. Lesnictví, 27, 1981, č. 8, s. 699-714
- MANKOVSKÁ, B.: Kontaminácia lesných drevín a pôdy olovom. Lesnictví, 28, 1982, č. 5, s. 423-430
- MATERNA, J.: Vliv průmyslových exhalací na lesní dřeviny (fyziologické a ekologické aspekty). Studijní informace ÚVTIZ — Lesnictví, 1978, č. 5
- MATERNA, J.: Celková prognóza vlivu znečištěného ovzduší na lesy a lesní hospodářství v ČSR a jeho následky. VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1980
- MATERNA, J.: Cíle, podklady a možnosti prognózy vlivu znečištěného ovzduší na lesy a lesní hospodářství. Lesnictví 29, 1983, č. 8, s. 649-657
- MATERNA, J.: Znečištění ovzduší a les. Lesnická práce 1984, č. 12, příloha s. 1-8
- MATERNA, J. — KOHOUT, R.: Sorpce kyslíčnicku siřičitého půdou. Závěr. zpráva VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1984
- PACES, T.: Geochemie okyselování životního prostředí. Geologický průzkum, č. 6, 1984
- PELÍŠEK, J.: Bioplyn jako nová příčina odumírání lesních porostů ČSR. Lesnictví, 28, 1982, č. 5, s. 423-430
- PELÍŠEK, J.: Působení silničních posypových solí na lesní půdy a lesní porosty na Českomoravské vrchovině. Lesnictví, 1974, č. 5, s. 0
- PELÍŠEK, J.: Zasolení půd a odumírání lesních porostů na Plzeňsku. Lesnická práce, 1975, č. 3
- PELÍŠEK, J.: Okyselování půd kyselými srážkami v oblasti Žďárských vrchů na Českomoravské vrchovině. Lesnictví, 29, 1983, č. 8, s. 673-682
- PELÍŠEK, J.: Změny kyselosti lesních půd Orlických hor působením kyselých dešťů. Lesnictví, 30, 1984, č. 11, s. 955-962
- POKORNÝ, P.: Vliv průmyslových imisí na lesní porosty a půdy v Krušných horách. Záv. práce postgraduál. studia, Karlova universita Praha, 1979
- POKORNÝ, P.: To the problem of forest soils acidification in mountain regions of the ČSR. Proceeding of the symposium Ostravice, 1984, s. 81-91
- PRITCHET, W. L.: Properties and management of forest soils. New York, 1979
- REHFUESS, K. E.: Über die Wirkungen der saueren regen Niederschläge in Wald-ökosystemen. Forstwissenschaftliche Centralblatt, 100, 1981, č. 6, s. 363-381
- REHFUESS, K. E.: Waldkrankungen und Imissionen — Versuch einer Zwischenbilanz. Allgemeine Forstzeitschrift, 38, 1983, č. 9-10, s. 218
- SAMEK, V.: Funkční postavení lesa v oblastech postižených imisemi. Dílčí záv. zpráva, VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1979
- SEMORÁDOVÁ, E.: Poškození lesních porostů posypovou solí. Lesnická práce, 1984, č. 6, s. 251-255
- SMITH, W. H.: Air Pollution and Forests. New York, Heidelberg, Berlin, 1981
- SOBOCKÝ, E.: Les a priemyselné emisie. Bratislava, 1974
- ŠÁLY, R.: Pôda — základ lesnej produkcie. Bratislava, 1978
- ŠÁLY, R. — MIHALÍK, A.: Influence of magnesite plant imissions on mineral composition of soils. Proceeding of symposium Ostravice, 1984, s. 99-112
- ULRICH, B.: Die Wälder in Mitteleuropa: Masssergebnisse ihrer Umwelt belastung, Theorie ihrer Gefährdung, Prognose ihrer Entwicklung. Allgemeine Forstzeitschrift, 38, 1983, č. 8, s. 206-208
- WIKLANDER, L.: in SEIP, M. H.: Acidification of freshwater sources and mechanisms. Ecological impact of acid precipitation, 1980, Sandefjord — Oslo, s. 358-366

Ing. Pravoslav Pokorný, Lesprojekt — ústav inženýrské činnosti, 250 44 Brandýs nad Labem

BILANCE PRODUKCE A ODBĚRU LESNÍ DENDROMASY PŘI VÝCHOVNÝCH TĚŽBÁCH

Obecné zájmy rozvoje naší společnosti kladou lesnímu hospodářství stále nové úkoly, z nichž za nejvýznamnější lze považovat zachování všestranných funkcí lesních ekosystémů, zabezpečení potřebných objemů lesní dendromasy pro národní hospodářství a dosažení vyššího stupně racionalizace všech výrobních postupů.

Vzhledem ke skutečnosti, že je nutno v našem státě perspektivně počítat se snižováním ročních těžeb dřeva, bude možno zajistit potřebné objemy dendromasy jen za předpokladu využití těch jejích složek, které t. č. zůstávají po těžbě nevyužity v lesních porostech (a tam se postupně vrací do koloběhu živin). Nadějným výrobním postupem těžebního a dopravního procesu v lesním hospodářství, který vytváří předpoklady pro racionální kumulaci doposud nezpracovávaných složek vytěžené dendromasy na lesních skládkách nebo hlavních skladech, je stromová metoda, při níž jsou po skácení stromy vcelku nebo rozdělené příčným řezem kmenů po částech dopravovány od místa skácení na místo konečného zpracování (Dejmal 1986).

V souvislosti se snahami zavádět stromovou metodu do lesního provozu se poslední dobou množí jak v denním tisku, tak i odborných publikacích kritické poznámky, které upozorňují na nebezpečí, že odstraňováním větví a asimilačních orgánů z těžebních ploch dochází k nezanedbatelnému odčerpávání živin, které by při delším trvání vedlo k snížení úrodnosti lesních půd. Tak např. zpráva subkomise pro ekologii lesa ČSAZ (Kolektiv 1984) obsahuje mimo jiné tabulku, která udává, kolik živin představuje hroubí vytěžených stromů, kůra z těchto stromů, nehroubí a asimilační orgány. Z údajů, které zmíněná zpráva předkládá, vyplývá, že objem nehroubí činí asi 25 % z celkové nadzemní dendromasy (podíl kolísá v závislosti na věku porostů). Hančinský (1985) cituje materiály VÚLHM Jíloviště-Strnady, z nichž je patrné, že při těžbě celé nadzemní části dendromasy se v porovnání s využitím jen kmenového hroubí zvýší ztráta dusíku z lesního porostu 2,5X, draslíku 5X, vápníku 2,5X, hořčíku 4X; autor proto dochází k závěru, že využívání celé nadzemní části lesní dendromasy neúměrně zvyšuje odčerpávání živin z lesních porostů. Rovněž Domes (1985) vyslovuje názor, že zpracování klestu z od-

větvování pokácených stromů by mohlo způsobit významné ochuzování lesní půdy.

Uvedená konstatování — a v jejich výčtu by bylo možno pokračovat — musí nutně vést každého zodpovědného technologa, činného na úseku výroby dřeva v lesním hospodářství, k vážnému zamýšlení nejen nad perspektivami dalšího rozšiřování stromové metody v těžební činnosti, nýbrž i nad možnostmi komplexního využívání vytěžené dendromasy vůbec. Je sice pravda, že Steinlin (1983) píše, že těžené dřevo (Stammholzmasse) představuje jen relativně malý podíl z celkové lesní biomasy a že proto tato těžba nemůže významněji ovlivňovat např. produkci kyslíku, avšak uvedený fakt není ještě argumentem, který by prokazoval nevýznamnost odnímání nehroubí a asimilačních orgánů z lesních porostů na cirkulaci živin v lesních ekosystémech. Na danou otázku neodpovídají ani práce Vyskotovy (např. Vyskot 1979, 1981), které exaktně analyzují biomasu smrku.

Problematickou struktury biomasy lesních stromů se zabývala řada dalších autorů (Burger 1931; Kolektiv 1963; Oszlányi 1983 a jiní), kteří většinou analyzovali podíly jednotlivých složek lesní dendromasy vztažené k okamžiku šetření, nikoliv z dynamického pohledu vývoje lesního porostu. Podle mého názoru nelze považovat podíly objemu (nebo hmotnosti) větví a asimilačních orgánů z objemu (hmotnosti) nadzemní dendromasy stromů za ekvivalenty podílů této části biomasy z celkové dendromasy, která byla vyprodukovaná za období od založení porostu do jeho zmýcení. Soudím, že jen podíl vytěžených větví a asimilačních orgánů z celkem vyprodukované dendromasy (za dobu existence porostu) může vyjadřovat závažnost důsledků odnímání větví a asimilačních orgánů z lesních porostů pro bilanci živin v lesních ekosystémech. Vzhledem k naléhavé potřebě objektivních argumentů pro rozhodování o vhodnosti či nevhodnosti stromové metody z hlediska ochrany lesních ekosystémů jsem se rozhodl orientačně prozkoumat danou problematiku podle vlastní metodiky.

METODIKA

Základní premisou, ze které v dalším metodika vychází, je konstatování, že

v okamžiku skácení nepředstavuje strom (s větvemi a asimilačními orgány) veškerou nadzemní dendromasu, kterou během své existence vytvořil, neboť každoročně dochází k opadu listů, části jehličí i drobných větviček. Lze vyslovit přesvědčení, že tento opad tvoří významnou součást koloběhu živin v lesních ekosystémech a je ho proto nutno zahrnout do celkové bilance produkce a těžby dendromasy. Z uvedeného důvodu jsem si určil za cíl orientačně vykalkulovat hmotnostní podíl větví a asimilačních orgánů, které vzniknou při těžbě dřeva, z celkem vyprodukované nadzemní dendromasy (včetně každoročního opadu), přičemž jsem do nadzemní části dendromasy nezahrnoval nadzemní části pařezů, které zůstávají v lese.

Šetření jsem provedl pro smrk, který je naší nejvýznačnější hospodářskou dřevinou, u níž by také mohlo přijít nejspíše v úvahu zpracovávání větví po strojním odvětvování (nebo štěpkování celých neodvětvěných vrcholových částí) a jejich další využití v národním hospodářství. Kalkulace jsem sestavil pro stromy ve věku od 30 do 80 roků, neboť ty jsou pro strojní odvětvování (resp. štěpkování) nejpříhodnější. Bonitu jsem uvažoval III. (podle Schwappacha). Z uvedeného je patrné, že jsem danou problematiku zkoumal jen pro výchovné těžby; obnovné těžby až do úplného zmýcení porostu v této studii nebyly uvažovány.

Šetření jsem konal na podkladě údajů Schwappachových růstových tabulek pro smrk (Schwappach 1902), které v podstatě představují teoretický model smrkového porostu. Lze jistě oprávněně namítnout, že zmíněné růstové tabulky byly sestaveny za předpokladu konstantních růstových podmínek po celou dobu existence porostu a že tento předpoklad nelze v současnosti uvažovat vzhledem k rychle se zhoršujícím ekologickým podmínkám. Avšak s přihlédnutím ke skutečnosti, že cílem šetření nejsou absolutní objemy (resp. hmotnosti) vyprodukované nadzemní dendromasy, nýbrž relativní poměry jejich složek, je podle mého názoru možno z údajů Schwappachových tabulek vycházet. Konečně jsou zmíněné tabulky v českých zemích stále ještě oficiální pomůckou Lesprojektu.

Hmotnost ročního opadu jehličí byla vykalkulována tímto způsobem: v uvažovaných věkových třídách (tj. 30, 40, 50, 60 a 70 roků) byl zjištěn průměrný objem stromů (a jejich počet) ze Schwappachových tabulek. Objem stromů byl přepočítán na hmotnost (vyná-

sobením průměrnou hmotností smrkového dřeva v čerstvém stavu $0,74 \text{ t na m}^3$) a pro zjištěnou hmotnost stromů byla vypočítána průměrná hmotnost jehličí pomocí koeficientů výtěžnosti, které jsem publikoval v minulosti (Dejmal 1985a). Vzhledem k současnému poškození stromů imisemi jsem též vycházel z předpokladu, že v korunách smrků jsou jen čtyři ročníky jehlic, z čehož vyplývá, že ročně lze předpokládat opad jedné čtvrtiny asimilačních orgánů; zjištěnou hmotnost jehličí jsem proto dělil čtyřmi a obdržel jsem předpokládanou hmotnost ročního opadu jehličí z jednoho smrku příslušné věkové třídy. Vynásobením této hodnoty počtem stromů v porostě (podle Schwappacha) a desíti jsem obdržel pravděpodobnou hmotnost decennálního opadu jehličí na jednom hektaru porostní plochy. Součtem údajů za jednotlivá decennia jsem zjistil celkovou hmotnost opadu jehličí za uvažované období padesáti let (tj. od 30 do 80 roků věku).

Hmotnost nadzemní dendromasy, která by měla být v uvažovaných decenniích z hektarové porostní plochy vytěžena, jsem zjistil obdobným způsobem. Decennální těžební předpisy jsem převzal ze Schwappachových tabulek, objem přepočítal na hmotnost vynásobením $0,74 \text{ t}$ a hmotnost větví a jehličí zjistil pomocí koeficientů výtěžnosti (Dejmal 1985a). Součtem údajů za jednotlivá decennia jsem stanovil celkovou hmotnost nadzemní dendromasy, která by měla být vytěžena v průběhu uvažovaného padesátiletého období z hektarové plochy smrkového porostu III. bonity.

Stejným pracovním postupem jsem zjistil i celkovou hmotnost nadzemní dendromasy hlavního porostu ve věku 30 roků a celkovou hmotnost nadzemní dendromasy hlavního porostu ve věku 80 roků (tj. součet hmotnosti kmenů, které se podle růstových tabulek nacházely na 1 ha porostní plochy, včetně hmotnosti větví a všeho jehličí z jejich korun). Rozdíl obou takto získaných hodnot vyjadřuje přírůstek hmotnosti celkové nadzemní dendromasy hlavního porostu za období sledovaných padesáti let. Součet tohoto přírůstku hmotnosti nadzemní dendromasy hlavního porostu, hmotnosti opadu jehličí za totéž období a hmotnosti vytěžené stromové biomasy (hroubí + větve z koruny + jehličí v koruně) za uvažovaných pět decennií, vyjadřuje celkovou produkci nadzemní dendromasy na 1 ha daného porostu za sledované období. Celkový přehled podává tabulka I.

I. Bilance produkce a odběru nadzemní části dendromasy smrku z 1 ha porostní plochy na III. bonitě při výchovných těžbách

Věk porostu	Průměrná výčetní tloušťka <i>d</i> _{1,3}	Počet stromů na 1 ha	Průměrný objem kmene (hroubí)	Průměrná hmotnost kmene (hroubí)	Průměrná hmotnost dřeva z větví jednoho stromu	Průměrná hmotnost jehličí z jednoho stromu	Průměrná hmotnost decenálního opadu jehličí na 1 ha	Decenální těžba			
								dřeva		jehličí	
								hroubí	klestu		
roky	cm s k.	ks	m ³ s k.	t				m ³ s k.	t		
30	6,3	5865	0,004	0,003	0,0015	0,0012	17,60	10	7,4	3,7	3,0
40	10,2	3035	0,035	0,026	0,0100	0,0085	64,71	30	22,2	8,5	5,4
50	13,9	2012	0,100	0,074	0,0150	0,0111	55,78	40	29,6	6,0	4,4
60	17,3	1472	0,196	0,145	0,0200	0,0159	58,51	50	37,0	5,1	4,1
70	20,4	1141	0,316	0,234	0,0280	0,0211	60,19	60	44,4	5,3	4,0
80	23,1	921	0,452	0,334	0,0330	0,0267	—	—	—	—	—
Σ 30 70	—	—	—	—	—	—	256,79	190	140,6	28,6	20,9
30	nadzemní dendromasa hlavního porostu						33,40	329,20 t přírůstek hmotnosti hlavního porostu			
80	nadzemní dendromasa hlavního porostu						362,60				

VÝSLEDKY ŘEŠENÍ A DISKUSE

Z údajů tabulky I je patrné, že za sledované období padesáti let (od 30 do 80 let věku porostu) na hektarové ploše smrkového porostu III. bonity:

1. přírůst na zásobě hlavního porostu byl 329,16 t dendromasy, tj. 42,42 %;

2. opad jehličí činil 256,79 t dtto, tj. 33,09 %;

3. vytěženo bylo: hroubí 140,60 t dtto, tj. 18,12 %; dřeva z větví 28,60 t dtto, tj. 3,68 %; jehličí 20,90 t dtto, tj. 2,69 %.

Celkový přírůst za 50 roků činil 776,05 t nadzemní dendromasy, tj. 100 %.

Zjištěné hmotnosti uvažovaných složek nadzemní dendromasy lze snadno převést na podíly jednotlivých živin, které cirkulují v lesních ekosystémech. Potom by bylo možno posoudit, zda zpracování klestu, který vznikne při výchovných těžbách, můžeme charakterizovat jako významné ochuzování lesní půdy a ohrožování její úrodnosti či nikoliv. Předložená fakta přesvědčivě dokazují, že zmíněné nebezpečí akutně nehrozí, neboť hmotnost větví z výchovných těžeb ve smrkových porostech střední bonity činí jen asi 3,68 % z celkové hmotnosti nadzemní dendromasy, která byla vyprodukována za padesátileté období. (Současně hmotnost větví z výchovných těžeb představuje jen asi 11 % z hmotnosti opadu jehličí za stejné období.)

Orientačně jsem vykonal stejné šetření i pro buk taktéž pro III. bonitu. Dospěl jsem k témtó závěrům: hmotnostní podíl hroubí, které by bylo vytěženo při výchovných těžbách během pěti decenií (tj. od 30 do 80 roků věku) činí jen asi 9,27 % z hmotnosti opadu listů za stejné období a dřevo z větví, které by bylo získáno při výchovných těžbách, představuje jen asi 4,34 % z hmotnosti opadu listů.

Předložená fakta jsou sice výsledkem ryze teoretických kalkulací a nejsou podložena studiem empirického materiálu, ale přesto je možno předpokládat, že řádově poskytují dostatečně spolehlivou informaci o podílech jednotlivých složek vyprodukované nadzemní dendromasy ve smrkových a bukových porostech. Jestliže bylo v této práci např. konstatováno, že podíl hmotnosti dřeva z větví stromů, které byly vytěženy ve smrkovém porostě střední bonity v rámci výchovných zásahů, činí jen asi 4 % z celkem vyprodukované nadzemní dendromasy za padesátileté období, pak lze s jistotou tvrdit, že tento podíl je z celkové produkce lesní biomasy zcela nepodstatný.

Dosažené výsledky potvrzují spíše již citované stanovisko Steinlinovo

(Steinlin 1983), že těžené dřevo představuje jen relativně malý podíl z celkové lesní biomasy, než obavy jiných autorů, kteří ve stromové metodě spatřují ohrožení produktivity lesního prostředí. Nepochybují o tom, že existují lidské činnosti, které lesní ekosystémy poškozují mnohem výrazněji než zpracování klestu, který vznikne při výchovných těžbách dřeva (kromě imisí mám na mysli především nekvalifikované používání lesní techniky, s čímž se často setkáváme).

ZÁVĚR

Současné chřadnutí lesů v důsledku působení negativních civilizačních faktorů vede nejen vědecké pracovníky, odborníky lesního provozu, ale i širokou laickou veřejnost k zamyšlení nad dalšími osudy našeho lesního hospodářství. Projevovaná starostlivost je pochopitelná, není však vždy podložena objektivními fakty. Hospodářské lesy jsou záměrně budovanými biologickými systémy a lze vyslovit hypotézu, že se tyto systémy budou stále více lišit od původních přírodních lesů (Dejmal 1985b). Čím více se lesní ekosystémy budou lišit od přírodních lesů, tím větší objem práce bude nutno vynaložit na udržení jejich funkcí. Všechna hospodářská opatření uskutečňovaná v lesních porostech bude třeba pečlivě zvažovat a při rozhodování o jejich aplikaci bude nutno vycházet z co nejširšího souboru faktů, které by co nejobjektivněji vystihovaly všechny ovlivňující podmínky a předpoklady. Z hlediska okamžitého podílu jednotlivých složek vytěžené dendromasy je skutečně zpracování klestu mimo les postupem, který by mohl negativně ovlivňovat koloběh živin v lesním ekosystému. Posoudíme-li daný problém z hlediska dynamiky produkce lesní biomasy, pak se ukazuje, že klest získaný při výchovných těžbách není zdaleka podstatnou složkou biomasy stromů, tím méně celkové lesní biomasy.

Na závěr nutno upozornit, že klest se v našich krajích zpracovával na těžebních plochách od nepaměti (na některých lokalitách dle jak tisíc let, což lze historicky doložit), neboť byl jediným zdrojem tepelné energie pro venkovské obyvatelstvo. A přesto nebylo dokázáno, že by se za uplynulou dlouhou dobu produktivita takto obhospodařovaných lesů výrazněji zhoršila (na rozdíl od hrabání lesního steliva, které odstraňovalo z lesních porostů právě opad). Naopak je pravdou, že od nejstarších dob neustávalo na těžebních plo-

chách tolik těžebních zbytků jako v současné době.

Obavy z negativních důsledků používání progresivní stromové těžební metody při výchovných těžbách lze považovat — na základě předložených faktů — za nepodložené. Je proto možno při-

kročit k dalšímu zavádění této metody, neboť vede při správné aplikaci k racionalizaci pracovních postupů v procesu výroby dřeva v lesním hospodářství a vytváří předpoklady pro poskytnutí větších objemů dendromasy našemu národnímu hospodářství.

Literatura

- BURGER, H.: Holz, Blattmenge und Zuwachs. Fichten im gleichartigen Hochwald. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw., XIII, 1931, s. 38-130
- DEJMAL, J.: Koeficienty výtěžnosti nadzemních složek lesní dendromasy. Lesnictví, 31, 1985a, č. 4, s. 273-286
- DEJMAL, J.: Naše lesy v roce 2100. Lesnická práce, 64, 1985b, č. 3, s. 102-105
- DEJMAL, J.: Štěpkování skácených stromů z hlediska zhodnocení lesní dendromasy. Lesnictví, 32, 1986, č. 6, s. 515-526
- DOMES, Z.: Biotechnické předpoklady využívání nadzemní dendromasy pro výroby štěpek. Materiály celostátního aktivu VTS LH, konaného 28. XI. 1985 v Brně, s. 1-6
- HANČINSKÝ, L.: Ťažba biomasy lesných porostů a jej následky z biologického hlediska. Spravodajca Lesprojektu, ÚHÚL Zvolen, 1985, č. 2-3, s. 10-13
- KOLEKTIV: Racionalizace metody ispolzovaniya i suški drevěsiny. AN-Latv. SSR, tom. XXVI, Riga, 1963, 180 s.
- KOLEKTIV: Zpráva subkomise pro ekologii lesa ČSAZ Změny v ekologických podmínkách a lesy ČSSR, Praha - Zvolen, 1984, 101 s. (rozmnožený rukopis)
- OSZLÁNYI, J.: Structure of tree species biomass in forest stands. Ekológia, 1983, č. 2 (4), s. 431-447
- VYSKOT, M.: Biomass of the tree layer of a spruce forest in the Bohemian Uplands. Academia Praha, 1981, 396 s.
- VYSKOT, M.: Kvantifikace biomasy smrku. Lesnická práce, 58, 1979, č. 9, s. 398-404

Prof. Ing. Jaroslav Dejmál, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

DŘEVORUBECKÉ KURSY V ČESKÝCH ZEMÍCH V LETECH 1938—1943

Dřevařský syndikát ještě v době Československé republiky v Praze na Těšnově 65 svolal 10. 2. 1938 na 17. 2. 1938 schůzi zvláštní komise syndikátu, která se měla zabývat uspořádáním kursů pro odborný výcvik lesního dělnictva a „opátráním vhodného nářadí pro práci v lese (pil, seker, atd.)“. Podepsán je předseda Dr. Ing. K. Šiman⁽¹⁾. 23.—26. 8. 1939 byl uspořádán dřevařský kurs v Písku pro profesory lesnických škol vyšších i hájenských, aby „poznali nové způsoby správné úpravy výkonného pracovního nářadí lesních dělníků v době, kdy je pocítován stálý únik lesního dělnictva z lesa“. V roce 1938—1939 bylo uskutečněno 9 dřevorubeckých kursů „k výcviku lesního dělnictva pro práce těžební“⁽²⁾. Průměrná výkonnost lesního dělníka v roce 1939, kdy pracoval s tradičním ručním nářadím, se nijak výrazně nezvýšila oproti výkonnosti v letech po první světové válce. Za 8 hodin práce s nejnětější přestávkou byla dobrá výkonnost, kterou si vydělal uspokojující mzdu, při zpracování dlouhého užitko-

vého dříví smrkového, neodkorněného a nestahaného 4 m³, v dlouhém borovém dříví neodkorněném a nestahaném 3,5 m³, v dlouhém užitkovém dříví listnatém neodkorněném a nestahaném 2,5 m³, v jehličnatých tyčích s osekáním a snesením 13—25 kusů, v jehličnatých tyčkách s osekáním a snesením na hromadu 100—120 kusů, v rovnaném užitkovém a palivovém dříví v pasekách se snáškou do 50 m 2—2,5 prn (asi 1,5—1,75 m³) u jehličnatého, 1,75 prn (asi 1,2 m³) u listnatého, u neodkorněné vlákny na pasece 2,25 prn (asi 1,6 m³), u vlákny odkorněné do hněda 1,5 prn (asi 1,1 m³) a u vlákny odkorněné do běla 1,25 prn (asi 0,95 m³). Dřevorubecké kursy pomohly zlepšit výkonnost lesních dělníků v těžbě dříví. V roce 1939 podle Průkazního listu z jednoho takového kursu, kdy byla použita oblouková pila Sandvik, 1,3 m dlouhá, s trojúhelníkovým přerušovaným ozubením, se po řádném nabroušení zvýšila výkonnost dřevaře takto:

výkonnost pily ve stavu	tloušťka cm	plocha cm	počet dvojtahů	čas řezu v s	rozvod zubů mm	přepočtená výk. cm ² /min.
doneseném	sm 21	343	45	45	0,1—0,6	460
upraveném	sm 19	287	24	24	0,4	720

I když tloušťka kmene byla o něco menší, zlepšená výkonnost pily a dřevaře je zřejmá³⁾.

V dřevorubeckých kursech se dále pokračovalo ve válečném období. V Týništi n. Orlicí byl jeden z nich organizován 14.—18. 5. 1940 Státními výzkumnými ústavy lesnickými v Praze pod vedením Dr. Ing. Weingartla a za účasti Ing. J. Sedláčka. Každý lesní dělník, který byl majitelem velkostatku do kursu vyslán, přinesl s sebou vlastní nářadí. Nářadí bylo přezkoušeno ve stavu,

v jakém bylo přineseno, podle počtu sekund na každý dvojtah. Pak si každý dělník pod dozorem instruktora seřídil pilu, tj. naostřil a rozvod upravil podle dřeviny. Zkušenost, která z tohoto kursu vzešla, byla poučná svým výsledkem samotným i pro kursy další (tabulka I).

Výkonnost se v každém případě zlepšila o jednu třetinu až polovinu. O výkonnosti americké ruční pily s hoblovacím zubem svědčí tento přehled, kde je její výkonnost srovnána s ruční pilou EIA a „hadovkou“:

	délka cm	tloušťka cm	počet dvojtahů	čas řezu v s	rozvod zubů cm	snížení hobl. zubů cm
americká	170	dub 50	190	175	0,25	0,4
americká	170	dub 80	166	180	0,2	0,4
švédská EIA	140	dub 50	571	500	0,45	
hadovka	160	dub 50	306	283	0,4	

Podle výsledku tohoto kursu a srovnávací zkoušky s uvedenými typy pil se časová úspora po nabroušení pily a jejím správném výběru pohybovala kolem 45 %, tj. na 4 h, kdy dělník s pilou pracoval v čistém čase za směnu, to bylo 1 h 47 min. Navíc se s upravenou pilou pracovalo snáze, neunavovalo.

Tabulka II dokumentuje podobné vý-

sledky z dřevařského kursu v Žamberku 5. 6. 1940.

Také výsledek dřevorubeckého kursu v Domašíně 4. 10. 1940 se setkal s podobným výsledkem, jak ukazuje tabulka III.

Přehled dřevařských kursů, vedených Ing. Sedláčkem, uvádí 20. 5. 1940 Syře-

I. Výkonnost pil z dřevorubeckého kursu v Týništi n. Orli. 14.—18. 5. 1940

Jméno dělníka	Dřev. Ø cm	Pila, zuby, dél. cm	Počet dvoj- tahů	Doba řezu s	Rozvod zubů mm	Zlepšení v %		Trvání 1 řezu s
						počet dvoj- tahů	doba řezu	
Fiala a spolu- pracovník	bo	břich.	308	255	0,4—0,6	58	29	0,828 před
	41	△ 140	128	104	0,4			0,813 po
Hloušek — — Zadrobilek	bo	rovná tesař.	174	171	0,2—0,6	44	51	0,999 před
	38	130	97	83	0,4			0,856 po
Fiala — Kain	bo	břich.	84	80	0,6	24	31	0,953 před
	28	△ 135	64	55	0,3			0,860 po
Matějůs — — Kolín	bo	oblouk.	61	50	0,2—0,6	38	38	0,820 před
	24	△ 125	38	31	0,35			0,816 po

II. Výsledky dřevorubeckého kursu v Žamberku 5. 6. 1940

Jména dřevařů	Pila tvar zubů délka cm	Dřevina tloušťka cm	Počet dvojtahů	Doba řezu min s
Stejskal + 1	břichatka △ 150	smrk 54	254 131	3'56" před 2'20" po
Friml + 1	břichatka △ 130	smrk 29	88 68	1'14" před 1' po
Kadrmaz + 1	rovná △ 120	smrk 27	49 46	46" před 45" po
Jániš + 1	břichatka △ 120	smrk 24	67 51	58" před 44" po
Holeček + 1	břichatka △ 120	smrk 22	92 32	1'25" před 30" po

III. Výsledky dřevorubeckého kursu v Domašíně 4. 10. 1940

Jména dřevařů	Pila tvar zubů délka cm	Dřevina tloušťka cm	Počet dvojtahů	Doba řezu min s
Papež + 1	břichatka 100	bo 38	198 126	2'30" před 1'30" po
Lejněk + 1	břichatka 100	bo 38	136 103	1'43" před 1'15" po
Horálek + 1	břichatka 110	bo 38	169 94	2'19" před 1'10" po
Kovář + 1	obloukovka 90	smrk 33	137 88	1'36" před 1' po
Telecký + 1	obloukovka 90	smrk 33	225 160	2'53" před 1'55" po

nov s počtem účastníků 61, 5. 6. 1940
 Žamberk — 30, 6. 6. Kutná Hora I
 (městský velkostatek) — 90, 14. 7. 1940
 Kutná Hora II — 100, 17. 7. 1940 Vy-
 soké Mýto (městský velkostatek) — 30,
 20.—21. 7. 1940 Proseč u Vysokého Mýta
 — 85, 3.—4. 8. 1940 Bukovina — 61, 3.—

—4. 8. 1940 městský velkostatek Polička
 — 60, 7.—8. 9. 1940 Horní Jelení — 50,
 21.—22. 9. 1940 Chotoviny u Tábora —
 50, 28.—29. 9. 1940 Lázně Bělohrad —
 46, 1. 10. 1940 vnucená správa Uhersko
 — 20, 5.—6. 10. 1940 velkostatek Vlašim
 — 60, 19. 10. 1940 Nové Hradý u Vy-

Jména dřevařů	Pila tvar zubů délka cm	Dřevina tloušťka cm	Počet dvojtahů	Doba řezu min s
Šustr + 1	břichatka trojúhel. 110	bo 32	156 74	2'10" před 1'02" po
Stropek + 1	břichatka trojúhel. 100	bo 32	274 111	4'05" před 1'26" po
Pech + 1	břichatka trojúhel. 100	bo 32	233 167	2'53" před 2'01" po
Čížek + 1	břichatka trojúhel. 100	bo 32	100 75	1'26" před 1'07" po
Anderle + 1	břichatka trojúhel. 120	bo 32	104 79	1'40" před 1'12" po

sokého Mýta — 30, 29.—31. 10. 1940 městský velkostatek Hradec Králové — 90, 8.—10. 11. 1940 velkostatek města Tábor a barona Nádherného — 30, 11. 10. 1940 Týniště n. Orli. — hrabě Sternberg — 63, 13.—14. 11. 1940 vnučená správa Vysoké Chvojno — 60, 18. 11. 1940 Sdružení obce Dobruška — 30, 27.—28. 11. 1940 kníže Kinský Heřmanův Městec — 50, 5. 12. 1940 městský velkostatek Kostelec n. Orli. — 20, 9.—10. 12. 1940 městský velkostatek Tábor — 100, 11. 12. 1940 Ing. Křížík Stádlec u Tábora — 30, 12.—18. 12. 1940 Pardubice — 37, 13.—14. 12. 1940 kníže Rohan Sychrov u Turnova, Hrubá Skála a Kost — 108, 17.—18. 12. 1940 okresní velkostatek Pardubice — 50, 19.—21. 12. 1940 hrabě Magnis Strážnice n. Mor. — 130, 20.—22. 12. 1940 Dvůr Králové — 10, 28.—29. 12. 1940 Rožďalovice a Seletice — 75, 11.—12. 1. 1941 Osek u Městce Králové (Humprecht, Czernin) — 100, 24.—27. 3. 1941 Hluboká n. Vlt. — 287, 31. 3. 1941 Bechyně — 14, 21.—22. 3. 1941 hájenská škola Nasavrky — 60 a 27.—31. 3. 1941 Krummau (Český Krumlov) — 110. Celkem to bylo 34 kursů s účastí 2227 dřevařů, které organizoval Ing. J. Sedláček. Neúčastnili se jen lesní dělníci, také lesní hajní, rolníci i vyšší lesní úředníci. Z počtu 2227 dřevařů tak bylo 117 hajných a 78 rolníků a vyšších lesních úředníků. V dopise J. Janouška z parní pily

v Otradově u Krouny u Skutče 16. 9. 1940 lesmistru Ing. Sedláčkovi v Týništi n. Orli. se hodnotí výsledek práce s ručním přefezáváním pilou americkou, 140 cm dlouhou. Před úpravou pily bylo jí použito na bříze o tloušťce 34 cm s počtem dvojtahů 123 a časem 2 min 34 s., po úpravě pily také na bříze o tloušťce 38 cm byl počet dvojtahů pouze 84 a čas řezu 1 min 44 s. Tím se prokázala úspora 50 % času. Řádným nastrojením se také odstranilo podřezávání pily a hrbolatý řez.

Na Schwarzenberském lesním ředitelství v Hluboké n. Vlt. podle dopisu z 6. 3. 1941 byly svolány kursy dřevařů a vybraného personálu na 22.—23. 3. 1941 v revíru Poněšice pro revíry Poněšice a Nová Obora, 24.—25. 3. 1941 v revíru Stará Obora pro revíry Stará Obora a Blana, 26.—27. 3. 1941 v revíru Purkarec pro revíry Purkarec a Litoradlice, 19.—20. 4. 1941 pro lesní ředitelství Chýnov v chýnovském revíru. Podle dopisu Ing. Sedláčka se těchto kursů na hlubockém ředitelství lesů I zúčastnilo 15 lesních úředníků, 28 hajných a 100 dělníků, na ředitelství II 10 úředníků, 33 lesních hajných a 101 lesních dělníků. Dělníků bylo ve skutečnosti víc, protože 201 jich bylo vysláno, další se však účastnili na své náklady. Podle dopisu Ing. Frydrycha z Hluboké n. Vlt. Ing. Sedláčkovi 8. 5. 1941 je oznamován vý-

V. Výsledky dřevorubeckého kursu v Protivíně 25. 4. 1941

Jména dřevařů	Pila tvar zubů délka cm	Dřevina tloušťka cm	Počet dvojtahů	Doba řezu min s
Masojídek + 1	břichatka trojúhel. 105	bo 34	162 108	2'24" před 1'38" po
Novák + 1	břichatka trojúhel. 115	bo 34	136 93	2'07" před 1'28" po
Pavlíček + 1	břichatka trojúhel. 110	bo 34	376 117	5'13" před 1'41" po
Šírer + 1	břichatka trojúhel. 85	bo 34	189 155	1'55" před 1'52" po

sledek dřevorubeckého kursu v Bohouškovcích 23.—24. 4. 1941 (tabulka IV).

Podobné jsou výsledky kursu dřevařů v Protivíně 25. 4. 1941, jak dokumentuje tabulka V. Tabulka mimo jiné ukazuje i výsledek naostření pily například u dřevaře Pavlíčka, který dokázal snížit po úpravě počet dvojtahů a dobu řezu na jednu třetinu.

Hlubocké dřevařské kursy ukázaly, jak záleží na samotném lesním dělníkovi, na jeho fyzické síle i přístupu ke kursu a práci a jak velmi důležitá je správná úprava pily, která v průměru zproduktivnila řezání o 20—40 %. Podle dopisu hlubockého lesního ředitele Ing. A. Níkendeye lesmistru Ing. J. Sedláčkovi 7. 8. 1941 se hodnotil průběh dřevařských kursů pro údržbu dřevorubeckého ručního nářadí v roce 1941 na Hlubocku jako velmi úspěšný. Připomíná se však, že po půl roce je nutno prověřit, jak jsou poznatky z kursu uplatněny v praxi. Doporučuje se příští kursy rozšířit o úrovněvácení, o použití seker při kácení a jejich údržbu a o zacházení s motorovými pilami, které se pomalu začaly zavádět. Z Ústředního sekretariátu Jednoty zemědělských a lesních dělníků v Praze se píše 11. 11. 1941 Ing. Sed-

láčkovi, že také v prosinci 1941 bude přikročeno k dřevorubeckým kursům pro lesní dělníky. I Rolnické družstvo skladištní a výrobní v Novém Bydžově projevilo 28. 2. 1942 zájem o dřevorubecký kurs pro malozemědělce⁴⁾.

Pro úspěch takových kursů se ujímá jejich pořádání v roce 1942 u ředitelství lesů Orlik n. Vlt. Výzkumný ústav pro lesnickou politiku a spravovodu v Praze pod vedením Dr. Ing. V. Weingartla. Náplní byla vždy přednáška o práci v lese, o výkonném nářadí a jeho správném udržování, zkusné řezy s pilami, které si účastníci sami přinesli, použití nových výkonných pil, správné ostření u trojúhelníkového ozubení přerušovaného i nepřerušovaného, pily korunkové a EHZ, EIA a americké s hoblovacím zubem, promítnutí úzkého filmu o nářadí a práci dřevorubce, zkusné řezy s novými naostřenými pilami a porovnání s dřívějšími a dřívější úpravou, přednáška o sekeře, jejím udržování a o nové výkonnosti dřevorubce. Závěrem byly vždy přijímány objednávky na nové pily. V letech 1942—1943 se jen u ředitelství lesů v Orlíku n. Vlt. těchto kursů zúčastnilo 3596 lesních dělníků⁵⁾.

Archivní prameny, literatura

¹⁾ SÚA Praha, fond MZ 1918—1950, sign. O, i. č. 428

²⁾ WEINGARTL, V.: Devět kursů pro zlepšení práce v lese. 1939, Praha, Výzk. ústav pro lesnickou politiku a spravovodu. Kursy organizovalo ministerstvo ze-

mědělství se Státními výzkumnými ústavy lesnickými. Doklad v SÚA Praha, Spis MZ-UŘSLS č.j. 73086 VII-B/1938 z 23. 7. 1938

- 3) SOA Třeboň, fond ŘL Orlik 1918—1954, sign. II-B-5ch-4 až 5, i. č. 668-669, karton 71
- 4) Archiv Zeměd. muzea Ohrada, informace s doklady Ing. J. Sedláčka z 19. 2. 1979 o kursech pro lesní dělníky v údržbě ručních pil
- 5) SOA Třeboň, fond ŘL Orlik 1918—1954, sign. II-B-5ch-1 až 3, i. č. 665-667, karton 70

Ing. Miroslav Landa, CSc., Ústav krajinné ekologie ČSAV, Na sádkách 702, 370 05 České Budějovice

MONOGRAFIE PADLÍ (SALATA B.: ERYSHIPALES, 1985, FLORA POLSKA, GRZYBY XV)

Hospodářsky významné houby působící známé choroby nejrozmanitějších užitkových a okrasných rostlin, lesních dřevin, ovocných stromů a keřů i četných dalších rostlin byly nově zpracovány v polské monografii. Od Blumerovy monografie evropských padlí, vydané v Jeně roku 1967, liší se polská monografie tím, že obecnou část má mnohem stručnější a hlavní těžiště je v systematickém zpracování jednotlivých druhů. Těch je v polské knize popsáno víc, než v monografii Blumerové. Uvedeny jsou i druhy v Polsku dosud nenalezené, ale jejichž výskyt tam lze očekávat.

Z četných druhů napadajících lesní dřeviny má největší význam padlí dubové (*Microsphaera alphitoides*), které není ve střední Evropě domácí, ale proniklo tam ze západní Evropy. V Polsku bylo zjištěno prvně v letech 1907—1909, ale pouze v konidiovém stadiu. Tvorba vršekatých plodniček byla prvně pozorována v Polsku v roce 1922 (u nás v roce 1921). V roce 1952 byl popsán v SSSR další druh padlí na dubech — *Microsphaera hypophylla* Nevad., lišící se tím, že houba vytváří povlaky pouze na spodní straně listů a nedeformuje je tak jako *Microsphaera alphitoides*. Morfologické rozdíly v plodničkách obou druhů nejsou sice příliš výrazné, ale podle Salaty postačují pro hodnocení obou hub jako samostatné druhy. O výskytu a škodlivosti tohoto druhu u nás zatím nejsou zprávy. Jiným východním

druhem padlí je *Podosphaera erineophila* napadající břízy v biologicky zajímavém vztahu k roztoči *Eriophyes rudis*.

Lesnický význam mají rozmanité druhy padlí na vrbách, topolech, olších, javorech, jasaněch, jilměch, buku, habru, břízách, popř. i dalších dřevinách, především v lesních školkách. Kde se pěstují i rozmanité keře, např. na protierozní zabezpečení půdy, rekultivace, popř. okrasné dřeviny, mohou se vyskytnout rozmanité druhy padlí znehodnocující nejen bezprostředně sadební materiál, ale esteticky znehodnocující a oslabující vysázené dřeviny. Některá padlí z okrasných nebo planých dřevin přecházejí i na ovocné stromy. Je proto povinností školkařských podniků zabezpečit, aby školky nebyly zdrojem těchto houbových nákaz, odkud by se s napadenými sazenicemi dostávaly do volné přírody nebo zahrad a sadů.

Na rozdíl od jiných houbových chorob, kde ochrana je převážně jen preventivní, lze rostliny napadené padlím často přímo léčit. Nová polská monografie přispěje nejen k poznání a rozlišení jednotlivých druhů padlí, i druhů u nás dosud nezaznamenaných, ale i k ochraně rostlin. O fytopatologickém významu padlí na hospodářsky důležitých rostlinách a způsobu jejich ochrany jsou v knize připojeny poznámky podle fytopatologických publikací polských autorů Bojana, Kochmana a Maňky.

V dlouhodobé koncepci lesního hospodářství ČSSR se počítá se zvýšením podílu cizích dřevin na 8–10 %, což odpovídá výměře více než 40 000 ha. V oblastech poškozených průmyslovými imisemi se uplatní některé cizí dřeviny namnoze lépe než vymírající druhy domácích dřevin. Velké uplatnění mají však cizí dřeviny na nelesních půdách, v sadovnictví, při ozeleňování sídlišť, průmyslových aglomerací, rekultivací apod. V městském prostředí už neobstojí naše domácí lípy, jinak odolné jilmy likviduje grafioza a z domácích jehličnanů tam odolává a esteticky se uplatňuje už jen tis. V takových podmínkách nezbyvá nic jiného než pěstovat vhodně zvolené odolnější dřeviny cizího původu.

Aby výsadby a další vývoj cizích dřevin byly úspěšné, záleží nejen na jejich volbě pro dané klimatické a mikroklimatické podmínky, ale i na tom, jak odolávají rozmanitým škůdcům a chorobám. S cizími dřevinami mohou být zavlečeny noví škůdci nebo choroby, jež se v novém prostředí někdy projeví mnohem zhoubněji než v místech, odkud dřevina pochází. Na introdukované dřeviny se však také adaptují škůdci a choroby z místních dřevin a mohou je značně znehodnotit jak po stránce produkční, tak estetické. Proto škůdcům a chorobám cizích dřevin se věnuje v posledních desetiletích značná pozornost, jak o tom svědčí stále se rozrůstající zahraniční literatura z tohoto oboru. U nás se těmito otázkami soustavně zabývali citovaní autoři nejprve v Arborétu Mlyňany, kde jsou k tomu zvláště vhodné podmínky, později i v jiných parcích a rozmanitých městských výsadbách i v jiných částech Slovenska. V recenzované publikaci shrnují i výsledky práce jiných autorů z různých částí Evropy, především ze socialistických zemí, i z oblastí, odkud cizí dřeviny pocházejí, nebo z vlastních zahraničních cest. Tím získává kniha

možnosti mnohem širšího uplatnění než jenom pro podmínky Slovenska.

Po přehledu literatury za posledních 30 let následují kapitoly obecného rázu, které velmi stručně a přehledně seznamují s problematikou vztahů škůdců a chorob k cizím dřevinám. Hlavním obsahem knihy je speciální část, která probírá nejprve živočišné škůdce, pak houbové choroby. Obsáhlá kapitola je věnována škodám zvěří, pro kterou jsou výsadby cizích dřevin namnoze atraktivnější než porosty domácích druhů. V dalším přehledu jsou škůdci i choroby seřazeny podle hostitelských dřevin, nejprve jehličnatých a stálezelených, pak opadavých listnatých stromů i keřů. Arborétum stálezelených dřevin v Mlyňanech je evropským unikátem. Protože je trvalým pracovištěm obou autorů, poskytlo jim také mimořádné podmínky pro studium chorob a škůdců těchto dřevin, kterých autoři dobře využili.

Speciální pozornost věnovali škůdcům a zvláště chorobám kaštanovníku jedlého, jemuž po napadení zhoubnými chorobami hrozí vyhynutí. Proto statě o této dřevině seznamující čtenáře i s nejnovějšími metodami jejího léčení a perspektivami na její záchranu mají mezinárodní význam. Výstižný, dobře srozumitelný a přehledný text doplňuje 58 fotografií, 6 tabulek, obsáhlý seznam literatury a souhrny v ruštině, angličtině a němčině. Příručka v rozsahu 165 stran, v ceně 23,00 Kčs vyšla jen v malém nákladu 500 výtisků v řadě Acta dendrobiologica. Jako první souborná práce tohoto druhu u nás bude nezbytnou pomůckou pro každého, kdo se zabývá pěstováním cizích dřevin a zvláště pak jejich ochranou. Bez soustavné kontroly škůdců a chorob a obrany proti nim nelze počítat s úspěchem při jejich zavádění a pěstování a přenosem nových, zavlečených škůdců a chorob může dojít k nedozírným škodám i na našich domácích dřevinách.

Doc. Ing. Antonín Příhoda, 252 67 Tuchoměřice 26

Podepsáno k tisku 12. 2. 1987.

VÝSLEDKY 18. SVĚTOVÉHO KONGRESU MEZINÁRODNÍ UNIE LESNICKÝCH VĚDECKOVÝZKUMNÝCH ORGANIZACÍ (IUFRO). 1986, LUBLAŇ



Ve dnech 7. až 13. září 1986 se konal v Lublani v Socialistické federativní republice Jugoslávie 18. Světový kongres Mezinárodní unie lesnických vědeckovýzkumných organizací (International Union of Forestry Research Organizations — IUFRO) s následnými exkurzemi až do 21. září. Heslo kongresu znělo Lesnická věda na pomoc lidstvu.

Kongres byl zahájen v pondělí 9. září prezidentem Federální výkonné rady Socialistické federativní republiky Jugoslávie Branko Mikuličem a uvítán primátorkou města Lublaně Nušou Kerševanovou. Hlavní projev přednesl odstupující prezident IUFRO prof. Dr. Dušan Mlinšek na téma Budoucnost lesnického výzkumu. Na něj navázal bývalý prezident IUFRO prof. Dr. Walter Liese referátem Budoucnost výzkumu lesnických produktů.

V dalších dnech byly prezentovány přednášky, jež měly postihnout hlavní problematiku soudobého i budoucího lesnického vědeckého bádání ve vztahu k rozvoji lidské společnosti. Bylo to celkem pět návazných přednášek v tomto pořadí: Dr. Nyle C. Brady, USA: Význam výzkumu pro zabránění degradace lesů, Dr. Gr. Harlem Brundtlandová, Norsko: Životní prostředí a odpovědnost lesníků, prof. Hoimar von Dittfurth, NSR: Globální charakter ekologické krize a její vývojové a biologické pozadí, prof. Dr. Anton Trstenjak, Jugoslávie: Antropologický přístup k lesům, Jim Russel, představitel amerických Indiánů: Domorodé národy — správci země.

V uvedeném týdnu se konala také mezioborová zasedání s těmito hlavními tématy:

Lesnický výzkum pro socio-ekonomický rozvoj, Proměnný charakter lesních zdrojů a důsledky pro budoucí vývoj světa, Depozice faktorů znečištění ovzduší, Lesnictví a energie.

Specializované rozpravy probíhaly podle jednotlivých tematických skupin (divizí):

1. tematická skupina: Lesní prostředí a pěstění lesů

- Lesní výrobní technika a její interakce s lesnickým (socio-ekonomickým, produkčním) prostředím
- Metodika základního programu dlouhodobého výzkumu ekosystému
- Přesličník (*Casuarina*) jako mnohoúčelový strom sloužící lidstvu
- Lesnická meteorologie k řešení problémů v lesnické praxi
- Faktory působící na stabilitu lesních ekosystémů
- Lesní energie: nové způsoby získávání energie z lesní biomasy
- Ochrana proti erozi, záplavám a suťovým nebo sněhovým lavinám
- Ekologický základ péče o porosty
- Problémy chemické, fyzikální a biologické analýzy stanoviště
- Požáry staveb a lesní požáry
- Pokrok a plány tropického lesnického výzkumu
- Negativní důsledky lidské činnosti

- Hydrologická úloha lesů pro ochranu vodních zdrojů, kvantitu a kvalitu
- Panelová diskuse: protipožární ochrana
- Pokrok a plány tropického lesnického výzkumu
- Interakce mezi pěstěním lesů a lovnou zvěří
- Studium výskytu lovné zvěře v tropických lesích jižní polokoule
- Pěstění a šlechtění buku v Jugoslávii
- Specifické problémy lesnického výzkumu v oblasti Středozevního moře

2. tematická skupina: Lesní rostliny a ochrana lesů

- Rozmnožování borovice vejmutovky a choroby způsobené rzi
- Zákonodárství v oblasti lesního reprodukčního materiálu
- Rez *Sclerotinia*
- Lesní hmyzí škůdci v tropech
- Stromy ve svém přírodním prostředí — krátkodobé a dlouhodobé reakce na stress
- Kořen a kořenová hniloba
- Hmyz ohrožující lesní kultury
- Depozice faktorů znečištění ovzduší
- Intenzivní techniky pěstění lesů
- Kvetení
- Druhy, provenience, genetické zdroje, rozmnožování
- Patologie: choroby způsobené *Mycoplasma* sp.
- Populační dynamika lesního hmyzu
- Sympozium o *Lymantria dispar*

3. tematická skupina: Lesnická výroba a technika

- Těžba a utilizace dřeva
- Plánování a řízení
- Malolesy
- Les jako zdroj energie: Nové způsoby využití energie lesní biomasy
- Lesnictví a regionální vývoj
- Lesnické postupy v horských podmínkách v příštím desetiletí
- Výzkum pomáhá při výběru techniky lesnických zásahů v tropických oblastech
- Lesnické zásahy v tropických oblastech
- Ergonomie a bezpečnost
- Kontejnerizovaný fond lesní školky
- Plánovací systémy a metodiky výzkumu
- Těžba a zpracování dřeva
- Studie práce, finanční ocenění, produktivita práce

4. tematická skupina: Ekonomika, růst a výnos lesů

- Přístupy k monitorování a hodnocení důsledků znečištění atmosféry
- Metody lesní inventarizace
- Monitorování účinků znečištění na životní prostředí plánováním lesního hospodářství
- Lesnictví venkovského obyvatelstva a pro venkovské obyvatelstvo: potřeba nového ekonomického myšlení
- Dopad zákonů o životním prostředí na zachování lesů
- Lesnické postupy a využití půdy
- Přehled a vývoj postupů při hodnocení komplexního využití lesů
- Strukturální změny lesnictví v globální perspektivě
- Sociální aspekty vývoje lesnictví, přínos sociologů
- Vazba mezi lesnickým a zemědělským zákonodárstvím a jejich dopad na integrovaný vývoj lesnictví
- Hledání inovačních lesnických postupů a programů: budoucnost a úloha postupu a programové analýzy
- Koncepční postupy při hodnocení komplexního využití lesa
- Metody modelování v lesnictví
- Atmosférické znečištění a světový obchod lesními produkty
- Metody probírek, kvalita dřeva a konečné produkty
- Studium, měření a modelování růstu poškozených lesů
- Vývoj teorie a metodiky analýzy obecných postupů
- Inventarizace a plánování lesního hospodářství
- Požadavky na kulatinu a lesní průmyslové produkty

- Programy zjišťování zásoby dřevní hmoty z neprůmyslových soukromých lesů
- Mnohoúčelové řízení lesnictví
- Inventarizace lesa spojená s dálkovým snímáním a hodnocením
- Účinnost programů pro soukromé lesnické investice
- Inventarizace lesa v tropech
- Hodnocení lesnického výzkumu
- Rozšíření lesů — organizace a plánování

5. tematická skupina: Lesní produkty

- Dřevo jako stavební materiál
- Kvalita dřeva
- Technika zpracování dřeva
- Ochrana dřeva proti požárům
- Sušení dřeva
- Zpracování dřeva na pile
- Účinek znečištění ovzduší na strukturu a kvalitu dřeva
- Struktura dřeva, vlastnosti a požadavky na konečné využití se zvláštním zřetelem na stressy v juvenilním stadiu a během růstu
- Dřevařské inženýrství
- Prevence znečištění výřezů a řeziva
- Energie z lesní biomasy
- Pilařství a mechanizace zpracování dřeva
- Montážní materiály a lepidla
- Tvorba dřeva
- Biologická zlepšení vlastností dřeva
- Přírodní trvanlivost dřeva
- Charakteristiky dřeva pro konečné využití
- Produkční systematika
- Charakteristika a utilizace tropického dřeva
- Produkce a utilizace bambusu a příbuzných druhů
- Výzkum dřeva v budoucnosti
- Ukázka zpracovaného dřeva při použití, zvláště v drsných podmínkách
- Škodlivá biologická činnosti
- Požadavky výzkumu na ochranu dřeva v rozvojových zemích
- Uhlík z biomasy
- Přirozené změny kvality dřeva

6. tematická skupina: Všeobecná

- Lesní krajina, rekreace a turistika
- Statistické metody
- Získávání informací
- Dálkové snímání
- Organizace techniky převádění výsledků do praxe
- Historie lesa
- Filozofie a metody lesnického výzkumu
- Mnohoúčelové řízení lesnictví
- Situační studie úspěšného úsilí zavádění výsledků do praxe

V průběhu kongresu byly také uspořádány výstavy obrazové dokumentace (tzv. posterů). Jako přidružená akce proběhlo 14. zasedání poradního výboru pro lesnictví a výuku FAO, zasedání Mezinárodní akademie nauky o dřevě, zasedání Mezinárodní asociace anatomie dřeva, setkání studentů lesnických fakult i několik dalších porad. Specializovaný program byl připraven pro rozvojové země na téma Lesnický výzkum v Latinské Americe, Africe a v Asii.

Následných 20 exkurzních tras bylo věnováno všem hlavním oblastem lesnického výzkumu v celé Jugoslávii.

Kongresu se zúčastnilo kolem 2000 osob, z toho vlastních vědeckých pracovníků skoro 1700 ze všech zemí světa. Bylo konstatováno, že to byl zřejmě nejreprezentativnější kongres ze všech dosud konaných.

Atmosféra kongresu byla dělná a přátelská. Klíčový význam měla samozřejmě vlastní vědecká sdělení a rozpravy o nich. Nemenší dosah měla však i neformální diskuse, která probíhala na všech úrovních a umožnila výměnu informací i názorů.

V kongresových prostorách Cankarjevova domu v Lublaní bylo instalováno několik zajímavých výstav. Zejména vynikaly expozice mezinárodní vědecké literatury a zajímavá expozice dřevěného rodinného domu.

Zvláštní pozornost byla věnována tropickým lesům, které jsou bytostně ohroženy, a imisím, zejména v průmyslově vyspělých zemích.

Při příležitosti kongresu byla vydána řada cenných publikací, z nichž podstatné uvádím v soupisu literatury.

Na kongresu se velice projevil, oproti minulosti, vliv asijských lesníků, zejména japonských a čínských, i aktivní účast specialistů z rozvojových zemí. Naše lesnická věda byla na kongresu velmi dobře a reprezentativně zastoupena a naši vědečtí pracovníci se zúčastnili prakticky všech divizních zasedání velmi aktivně svými referáty a příspěvky.

Na závěr kongresu se v sobotu 13. září konal slavnostní ceremoniál, na kterém promluvil prof. D. Mlinšek a po něm Dr. J. Cayford přednesl doporučení pro další vývoj lesnické mezinárodní vědy a jejích funkcí v soudobém světě. Byl zvolen nový prezident IUFRO, kterým se stal Dr. Robert Buckman z Corvallis Univerzity (dř. Forestry Commission), USA.

Současně bylo sděleno, že příští 19. Světový kongres IUFRO je proponován na rok 1990 a bude se konat na pozvání kanadské vlády v Mont-real.

Účastníci kongresu závěrem přijali provolání ke všem zemím světa v tomto znění:

DEKLARACE

18. Světového kongresu IUFRO, Lublaň, Jugoslávie, 1986

LESNICKÁ VĚDA NA POMOC LIDSTVU

Ú v a h ý

Samotné přežití i blaho člověka závisí na udržení stromů a lesů při zachování produktů, služeb i užitku, které mu poskytují.

Důsledky, které by měly ztráty těchto zdrojů ve sféře sociálně ekonomické i v oblasti životního prostředí, si lidstvo zatím plně neuvědomuje a ani vědci je dosud nepochopili v celém rozsahu.

K neuvěřitelným úbytkům lesů s následnými ztrátami půdy a snížením půdní produktivity dochází v současné době v tropických zemích následkem rozmachu zemědělství, urbanizace, přečerpání lesních zdrojů samotných a stoupajících požadavků na palivové dříví a ostatní produkty. Rychlý nárůst lidské populace, měnící se podmínky držby půdy a nedostatek sociální stability jsou důležitými politickými a kulturními otázkami vyžadujícími řešení.

Stejně hrozivé je vzrůstající poškození lesů temperátní zóny vlivem znečištění ovzduší, vody, půdy i samotných stromů různými průmyslovými zplodinami, dopravou i vytápěním. Přestože vědci mají dostatek

poznatků k navržení prozatímních nápravných opatření, přesná příčina a účinné vzájemné souvislosti nejsou dostatečně známy. Je nutno také vzít v úvahu obrovské negativní důsledky lesních požárů.

Význam výzkumu zaměřeného na tyto problémy není ještě plně doceněn a výzkum je často nedostatečný, málo cílevědomý, nebo jeho výsledky nejsou aplikovány pro nedostatek finančních a lidských zdrojů a pomalé zavádění do praxe.

Doporučení

Vlády a mezinárodní vývojové organizace by měly s ohledem na sociálně ekonomický význam stromů a lesů poskytovat možnosti pro výzkum, vývoj i aplikaci vhodných spolehlivých systémů pro využívání zdrojů. Měly by urychleně přezkoumat sociální, politické i ekonomické příčiny odlesňování a znečišťování ovzduší a půdy.

Lesnické instituce a profesionální lesníci s ohledem na složitost vztahů mezi lesníky, životním prostředím a sociálně ekonomickou úrovní lidu, by si měli být plně vědomi potřeby náročného výzkumu, zvláště pokud se týká problematiky odlesňování v tropické oblasti a znečišťování životního prostředí v temperátní zóně. Ve spolupráci s výzkumníky a lesnickými pracovníky širokého zaměření by měli mobilizovat a urychlit předávání vědeckých poznatků k neprodlenému řešení lesnických problémů ve sféře sociálně ekonomické i v oblasti životního prostředí.

Výzkumné a vývojové instituce by měly s ohledem na to, že zdroje výzkumu jsou omezeny, vyvinout metody hodnocení přínosu výzkumu a priorit pro daná vědecká témata a měly by zajistit přiměřené vzdělávání i odměny pro jednotlivé vědce. Měly by zabezpečit, aby výzkumné lesnické programy byly zaměřeny na stěžejní problémy, před kterými stojí lidstvo ve snaze uspokojit rostoucí potřebu potravin, dřeva a energie i zlepšit své životní prostředí.

IUFRO by mělo s ohledem na nebezpečí, které hrozí lidstvu v důsledku odlesňování a exhalací, usilovat o rozšíření svého odborného programu pro rozvojové země a založit paralelní interdisciplinární program o příčinách, účincích a integrovaném řízení boje proti znečišťování životního prostředí.

Nové programy IUFRO a současně výzkumné skupiny by měly s ohledem na zásadní mezinárodní význam těchto dvou hlavních problémů ve spolupráci s jinými výzkumnými institucemi podle potřeby shromažďovat a syntetizovat získané poznatky, určit standardní metody monitorování, studovat opatření k zachově života lesů, zahájit dlouhodobý výzkum příčin a následků, stanovit důležitost poznatků pro země, u nichž tyto problémy nejsou dosud zjevné a informovat vlády, správní instituce a veřejnost.

ZÁVĚR

Při celkovém hodnocení můžeme konstatovat, že 18. Světový kongres IUFRO se dobře zhostil svého poslání pomoci lidstvu prostřednictvím lesnických věd a zabezpečit poznatkovou bázi pro intenzivní péči a zachovu, obnovu a kvalitativní rozvoj lesního hospodářství světa.

Literatura

- BERNIK, S.: Enodružinska hiša v lesu. Zasnova, izpeljava in predstavitev natečaja. Ob 18. kongresu IUFRO. One Family-House in Wood. The International Anonymous Design Competition. At the 18th IUFRO Congress. Ljubljana/Slovenj Gradec, 1986
 FAO's Tropical Forestry Action Plan. Unasylva 152, Vol. 38, 1986/2, s. 37-64
- HILMI, H. A. — SIM, D.: Technical forestry education. Design and implementation. FAO Forestry Paper 47, Rome, 1984, 121 s.
- MLINŠEK, D.: Vječno pjevaju šume. Panorama subotom, Ljubl. 6. 9. 86
- MLINŠEK, D.: Zur IUFRO-Tagung 1986: Streifzug durch Wälder und Waldgeschichte Jugoslawiens. Allgemeine Forst Zeitschrift, 41, 1986, č. 30/31, s. 743-746
- PENKA, M. — VYSKOT, M. — KLIMO, E. — VAŠÍČEK, F.: Floodplain Forest Ecosystem 1. Before Water Management Measures. Academia, Praha, 1985, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1985, 468 s.
- Poplars and Willows in Yugoslavia. Novi Sad, 1986, 295 s.
- Prirodna potencijalna vegetacija Jugoslavije (Komentar karte M 1:1,000,000). Rezi-me. Natural Potential Vegetation of Yugoslavia (Commentary to the map 1:1,000,000). Summary. Ed. for 18th IUFRO Congress Yu 86, Ljubljana, 1986, 122 s.
- Proceedings of the 18th IUFRO World Congress, Division 1, Forest Environment and Silviculture, Vol. I, II, Ljubljana 1986, 802 s.
- PROCHÁZKA, I. — CHROUST, M.: Les a lesní hospodářství v Československu. MLVH ČR — SZN Praha, 1986, 64 s.
- TROPENBOS — Initiating a global research programme to conserve and develop tropical rain forests. Information Series 1, The Netherlands, September 1986, 14 s.
- VYSKOT, M.: Biomass of the tree layer of a spruce forest in the Bohemian Uplands. Academia, Praha, 1981, 400 s.
- VYSKOT, M.: Significant ecological factors as influencing different forms of the forest. 18th IUFRO World Congress Ljubljana, Yugoslavia, September 7—21, 1986. Acta univ. agric. Ser. C, Fac. silviculturae, Brno, v tisku
- The 18th IUFRO World Congress, September 7—21, 1986, Ljubljana, Yugoslavia, Invitation and First Announcement, December 1984
- The 18th IUFRO World Congress, September 7—21, 1986, Ljubljana, Yugoslavia, Program, May 1986
- The 18th World Congress IUFRO. a) Opening and closing ceremony, b) Selection from the musical treasury of the Yugoslav nation and nationalities. MG záznam. Ljubljana, 1986
2. Status-Kolloquium Karlsruhe. Ursachen des Waldsterbens sind so komplex wie das Ökosystem Wald selbst. Allgemeine Forstzeitschrift 12, München, 1986

Akademik ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc., Ústav experimentální fyto-techniky ČSAV, Poříčí 3b, 603 00 Brno