

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

3

ROČNÍK 37 (LXIV)
PRAHA
BŘEZEN 1991
ISSN 0024-1105

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis LESNICTVÍ

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

Za vedení časopisu odpovídá ing. Vladimír Chalupa, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1991

OBSAH

Chroust L.: Ekologické aspekty porostní výchovy mladých smrkových porostů v imisních podmínkách	193
Šindelář J.: Nebezpečí zúžení genetické variability populací lesních dřevin v lesním hospodářství ČR a jeho důsledky	213
Pirochtová M., Barták M.: Formalizace architektury smrku ztepilého [<i>Picea abies</i> (L.) Karst.]: Model větvení vyšších řádů	233
Beneš J.: Zpřístupnění lesů v pahorkatinách	245
Zach J., Drápela K.: Možnosti užití některých matematických funkcí ke standardizaci letokruhových sérií	267
Bludovský Z.: Problémy veřejného vlastnictví lesů	273
Aktualita	
Šír M., Kubík F.: Zpráva o semináři Hydropedologie	287

CONTENTS

Chroust L.: Ecological aspects of stand thinning in young spruce stands exposed to air pollution stress	212
Šindelář J.: Risks of narrowing the genetic variability of forest species populations in the Czech Republic and its impacts	231
Pirochtová M., Barták M.: Formalization of crown structure in Norway spruce [<i>Picea abies</i> (L.) Karst.] a model of higher order branching	242
Beneš J.: Accessibility of forests in the hilly country	265
Zach J., Drápela K.: Possibilities of the use of mathematical functions for growth ring series standartization	272
Bludovský Z.: Problems of public ownership of forests	286

EKOLOGICKÉ ASPEKTY POROSTNÍ VÝCHOVY MLADÝCH SMRKOVÝCH POROSTŮ V IMISNÍCH PODMÍNKÁCH

L. Chroust

CHROUST, L. (Výzkumná stanice VÚLMH, Opočno): *Ekologické aspekty porostní výchovy mladých smrkových porostů v imisních podmínkách*. Lesnictví, 37, 1991 (3) : 193-212.

Názory na účelnost porostní výchovy v imisních podmínkách nejsou jednotné. To hlavně proto, že není dostatečně prokázáno, zda převažuje pozitivní účinek výchovné seče rozvolňující koruny, nebo naopak negativní účinek vyplývající ze zvýšené imisní zátěže k níž po porušení korunového zápoje dochází. Řešené dilema spočívá v objasnění ekofyzikálních procesů k nimž v porostech rostoucích v imisních podmínkách při jejich výchově dochází. Příspěvkem k řešení tohoto problému je experiment v němž se po 10 let sledoval vývoj dvou smrkových mlazin, rostoucích v podmínkách středního stupně imisního zatížení ($30 \text{ až } 40 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$) z nichž jedna se vyvíjela v plném zápoji (A), druhá v zápoji volném (B). Bylo zjištěno, že ve 13leté mlazině dochází po redukci hustoty ze 7 tis. ks. ha^{-1} na 2,5 tis. ks. ha^{-1} k zvýšené irradianci zejména v dolní části korun. Zvýšený příjem krátkovlnného fotosynteticky účinného záření velmi příznivě ovlivnil kvantitu a kvalitu asimilačního aparátu. Současně byly zaznamenány i rozdíly v teplotním režimu porostního profilu. S porušením zápoje došlo k narušení kompaktnosti aktivního povrchu porostu a k zmírnění extrémních teplot v horní části korunového prostoru. Volný zápoj tak snižuje nebezpečí vyplývající ze synenergických situací imisí a extrémních teplot. Významné rozdíly byly dále zjištěny v proudění vzduchu v korunovém prostoru a v imisní zátěži, neboť rychlost větru i imisní zátěž v rozvolněných korunách se zvětšila dvojnásobně až trojnásobně. Důsledkem zvýšené fotosyntetické aktivity volných korun a vyšší imisní zátěže bylo zvýšení obsahu síry v jehličí druhého ročníku, ve stadiu mlazin o 24 %, ve stadiu tyčkovin o 12 %. Přes toto zvýšení nebyly v asimilačních orgánech zjištěny příznaky poškození, ale naopak zvětšil se tloušťkový přírůst stromů. U ostatních faktorů porostního prostředí, jako je teplota půdy, její vodní režim, množství podkorunových srážek a jejich kyselost, nebyly shledány rozdíly mající imisně ekologický význam.

smrkové porosty; porostní výchova; imise

Ekologické aspekty porostní výchovy nabývají na významu se zhoršujícím se zdravotním stavem, lesních, zejména smrkových porostů. To proto, že výchovné seče se svými ekologickými účinky utvářejí specifické porostní prostředí, které v imisních podmínkách může kladně, ale i záporně spolupůsobit jak při akutním, tak i chronickém a latentním poškozování zdravotního stavu porostu. Aby bylo možno posoudit, jak se změna porostního klimatu vyvolaná výchovným zásahem promítá do vitality a zdravotního stavu stromů, byl založen dlouhodobý experiment s cílem poznání, který z faktorů porostního klimatu se projevuje příznivě a který naopak škodlivě.

NÁSTIN PROBLEMATIKY

Lesní porost již bezprostředně po svém vzniku přejímá funkci aktivního povrchu půdy a vytváří specifické porostní klima. Po zapojení mla-

zin se účinnost korunového prostoru s vývojem porostu zvětšuje a porostní prostředí se stále více liší od podmínek bezlesí: snižují se teplotní extrémní přízemní vrstvy vzduchu i povrchu půdy, snižuje se pronikání atmosférických srážek k povrchu půdy, proudění vzduchu v kmenovém prostoru, světelnost, i výpar z povrchu půdy. Čím hustší je korunový zápoj, tím jsou rozdíly oproti bezlesí větší. Hustý korunový zápoj však na druhé straně tlumí fyziologické procesy asimilačního aparátu a růst jednotlivých stromů. Proto v nehmisných podmínkách, zejména v oblastech, v nichž zvětšení tloušťkového přírůstku je žádoucí, se mladé smrkové porosty vychovávají ve volnějším zápoji. V imisních podmínkách, v nichž ovzduší i půda je kontaminována škodlivými prvky a sloučeninami, nese koncepce volného zápoje riziko zvýšeného ohrožení porostů (Ranft, 1965; Materna a Mejstřík, 1987), neboť zvýšená fyziologická aktivita se zvýšenou výměnou plynů a intenzivnějším vodním provozem zvyšuje příjem toxických látek (Linzon, 1978). Nasvědčuje tomu experiment Hagera a Kazdy (1985), při němž se v jehličí 20letých smrků zvýšil obsah síry po uvolnění korun o 14 %. Příčina zvýšeného obsahu síry v jehličí volných korun je také spatřována ve větší imisní zátěži vyvolané intenzivnějším prouděním vzduchu obsahujícího SO₂ a jiné škodliviny v korunovém prostoru (Shreffler, 1978, aj.). Následkem působení imisí a zvýšeného množství sloučenin síry na povrchu a v asimilačních orgánech dochází k poškození stomat a struktury chloroplastů (Hällgren, 1978; Linzon, 1978), k urychlenému stárnutí a předčasnému opadu jehličí (Tesař a Temlová, 1981) a následnému poklesu tloušťkového přírůstu (Vinš, 1961, 1962; Franz, 1983; Kramer, 1986, aj.). Podle pozorování Materny (1978) zvýšený obsah síry v asimilačních orgánech smrku dobře indikuje fyziologické poškození stromu a jeho zdravotní stav.

Pro tyto nepříznivé účinky výchovných sečí kladou někteří autoři větší důraz na selekci, dokonce s tím, aby při nich nedošlo k porušení zápoje (Ranft, 1965), nebo se domnívají, že aktivní výchova v porostech pod vlivem imisí je zcela iluzorní (Franz, 1983).

Oproti tomuto negativnímu účinku působí volný zápoj v mladých porostech i v imisních podmínkách kladně na zvětšení korun a zmožnění asimilačního aparátu (Tesař, 1976; Slodičák, 1988). V důsledku zvětšení korun a jejich aktivity se předpokládá zvýšení odolnosti stromů a prodloužení jejich životnosti (Tesař, 1976).

Kladný efekt volného zápoje se však projevuje i ve zmírnění teplotních extrémů v korunovém prostoru (Chroust, 1965; Mitscherlich, 1971) nebezpečných při jarních mrazících v době rašení a v porostech, které v důsledku nedostatku Mg²⁺, Ca²⁺, (K⁺) jsou na nízké teploty citlivější (Rehfuess, 1985). Také vysoušení půdy pod volným zápojem může vyvolávat vodní stres vedoucí k uzavírání průduchů a tak k omezení sorbce SO₂ (Dässler, 1989), zatím co dobré zásobení vodou působí na rezistenci stromů nepříznivě (Oertli, 1959).

Otevřeným problémem je vliv korunového zápoje na koncentraci vodíkových iontů v porostních srážkách, neboť někteří autoři zjistili jejich zvýšení (Kramer, 1978), jiní naopak snížení (Bredemeier, 1978). Bredemeier vysvětluje tuto skutečnost tím, že záleží na skladbě a množství suché depozice v korunovém prostoru a tedy i na hustotě a struktuře korunového zápoje. Nejasnosti a rozpory pokračují

dále i v působení kyselých srážek na kořenový systém stromů a jejich zdravotní stav (Ulrich, 1983; Waldmann, 1984; Wenzel, 1983, aj.). Z nástinu problematiky je zřejmé, že na ekofyzikální procesy lesního porostu rostoucího v imisních podmínkách lze působit prostřednictvím výchovných sečí upravujících faktory porostního prostředí. Proto v současné době, kdy imisní situace ohrožují zdravotní stav a existenci porostů je bližší poznání ekologických procesů lesního porostu nanejvýš aktuální.

METODA

Ekologický účinek výchovných sečí v mladých smrkových porostech je sledován od r. 1972 na dvou srovnávacích plochách nacházejících se na náhorní rovině Sudetského mezihoří ve výšce 700 m n.m. (LZ Broumov, LS Hvězda) v pásmu ohrožení C. Podle bioindikace Materny (1981) se zde průměrná denní koncentrace SO₂ pohybuje okolo 47 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ podle ČHMÚ v r. 1987 okolo 30 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Obsah síry v jehličí zdejší oblasti vykazuje zřetelně zvýšený stav 0,161 až 0,200 %

I. Obsah minerálních živin v $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ půdy (výluh 1 % kys. citronovou) v roce 1976 —
The contents of mineral nutrients in mg per 100 g soil (1 % citric acid extract) in 1976

Porost ¹	Hloubka ² [cm]	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃
A	5–10	146	42	4	4	13	46
	20–25	165	36	4	3	8	46
	50–55	203	18	5	3	16	60
	75–80	227	21	6	3	18	33
B	5–10	143	44	4	5	13	60
	20–25	127	38	4	3	10	46
	50–55	198	24	5	2	6	46
	75–80	208	37	6	3	3	40

Obsah uhlíku, dusíku a pH v půdě v roce 1976

Porost ¹	Hloubka ² [cm]	C %	N %	C : N	pH	
					akt.	vým.
A	5–10	2,22	0,31	7,2	5,0	3,7
	20–25	1,69	0,21	8,0	6,5	4,3
	50–55	0,38	0,11	3,4	6,8	4,8
	75–80	0,28	0,14	2,0	7,6	5,5
B	5–10	2,68	0,43	6,2	5,3	3,6
	20–25	1,21	0,35	3,5	6,5	4,0
	50–55	0,30	0,12	2,5	7,1	4,4
	75–80	0,30	0,14	2,1	6,8	4,7

forest stand¹, depth in cm²,

II. Taxační parametry porostu A a B na počátku a konci pokusu — Taxation characteristics of forest stand A and B at the beginning and end of experiment

Věk ¹	Porost ²	N[ks]	K[m ²]	d[cm]	h[m]	h _{dom}	V[m ³]
12	A	689	0,823	3,88	3,1	4,4	—
	B	252	0,362	4,28	3,3	4,4	—
24	A	561	4,303	9,9	9,6	12,4	17,39
	B	121	1,989	14,5	11,5	12,5	11,35

age,¹ forest stand²

(Balcar a Dušek, 1989). Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 6 °C a průměrné roční srážky okolo 800 mm.

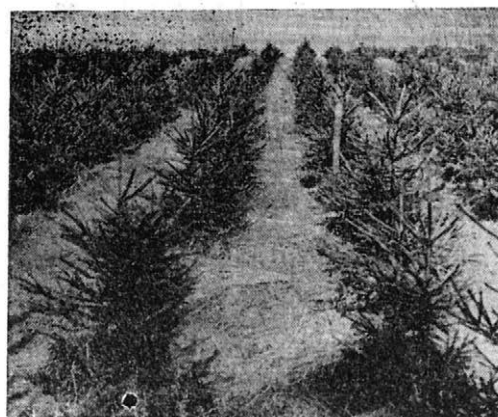
Půda je písčitohlinitá, mírně podzolová na jemnozrnném křemičitém pískovci, který v hloubce 70 až 80 cm tvoří vodonosné, málo propustné lavice (tab. I.).

Typologicky náleží lokalita do typu kyselých jedlových bučin a hospodářského souboru 53 (smrkové hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh).

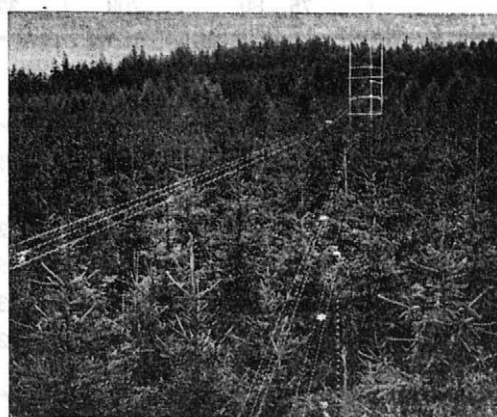
Experimentální porost byl založen výsadbou smrkových sazenic 2/2 v r. 1969 do sponu 130 × 100 cm (asi 7700 ks · ha⁻¹). V roce 1971 bylo do šestileté kultury situováno 12 srovnávacích ploch o rozměru 30 × 50 m. Ekologická pozorování se soustředila do dvou z nich označovaných dále symboly A a B. Na ploše A se ponechala kultura svému přirozenému vývoji, na ploše B se hustota upravila výchovným zásahem na 2500 ks, v r. 1985 na 1230 ks a v r. 1989 na 900 ks · ha⁻¹.

V době založení experimentu horní výška kultury dosahovala na obou plochách 1,33 ± 0,11 m. Tloušťka stromů evidovaných na ploše 0,1 ha⁻¹ byla měřena až od věku 11 let, kdy všechny stromky dosáhly výšky min. 1,30 m. Taxační parametry srovnávacích ploch v té době a po 12 letech jsou v tab. II.

Vývoj stromů a porostu byl sledován každoročním měřením výčetní tloušťky a periodickým proměřováním výškových přírůstků vzorníků. Na vzornících z izolačních pásů a těžných stromech byla metodou totální destrukce zjišťována hmotnost nadzemní biomasy (Chroust a Tesařová, 1985). Na vitalitu stromů bylo usuzováno z tloušťkového přírůstu a na předpokládané negativní působení imisí na fyziologické poškození stromů bylo usuzováno, na základě poznatků Materny (1978), Tesaře a Temlové (1982), z obsahu síry v asimilačních orgánech.



1. Šestiletá kultura před redukcí hustoty ze 7700 ks · ha⁻¹ na 2500 ks · ha⁻¹ — Six-year forest culture before a reduction of tree density from 7700 trees per ha to 2500 trees per ha



2. Receptory pro měření iradiace v porostním profilu porostu B ve věku 16 let — Receptors for irradiation measurements in the profile of forest stand B at the age of 16 years

Množství síry v jehličí druhého ročníku všech přeslenů bylo zjišťováno u 4 souborů po 10 stromech metodou listových analýz na stanovení obsahu síry mineralizací listového materiálu $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$.

Z faktorů utvářejících mikroklima porostu a majících předpokládaný imisně-ekologický význam byla sledována:

Radiace metodou Brechtel a Pallmann (Brechtel, 1968, 1969) byla měřena v týdenních intervalech ve vegetačním období 1976, kdy mlazina dosahovala horní výšky 4,4 m. Receptory ve třech paralelách byly exponovány nad porostem ve výšce 5 m, v korunovém prostoru ve výšce 3 m a 1,3 m a pod korunami ve výšce 0,3 m.

Teplota vzduchu byla sledována v profilu porostů od povrchu půdy až nad jejich vrcholy, v půdě byla měřena metodou Pallmanna (Pallmann, 1940) po celé vegetační období 1976 a 1977, momentální teploty termistorovými teploměry Metra.

Srážky atmosférické podkorunové byly měřeny celoročně v sedmidenních úhrnech v teplém období roku, v zimním období v 30 denním intervalu. Z týdenních úhrnů byly separovány jednotlivé srážkové případy. Srážky byly zachytávány sérií měrných žlabů se zachytnou plochou $0,5 \text{ m}^2$ po 4 ks a sérií malých ekologických ombrometrů se zachytnou plochou $0,01 \text{ m}^2$ po 14 ks. Frekvence, četnost a síla jednotlivých srážek byla registrována mimo porost ombrografy s týdenním záznamem. Intercepce byla vypočítávána z rozdílu srážek podkorunových a volné plochy.

Půdní vlhkost byla zjišťována gravimetricky v hloubkách 0 cm, 5 cm, 20 cm, 50 cm a 75 cm. Vzorky půdy odebírané v 7 denních intervalech sondovací tyčí byly vysušeny při 105°C a obsah vody přepočten na sušinu vzorku.

Rychlost větru byla měřena v porostním profilu a nad porostem v různých fázích vývoje porostu ručními tříručičkovými anemometry s intervalem odečítání v závislosti na rychlosti větru 30 min až 3 h.

Oxid siřičitý v ovzduší porostu byl zjišťován neobjemovou sumační metodou podle Lieseganga (Tesař, 1973). Receptory po 2 až 5 paralelách byly exponovány v sedmi denních intervalech a desetinásobným opakováním v různých výškách porostu. Sorbčním médiem byly soxletové patrony nasycené K_2CO_3 s povrchem okolo 100 cm^2 .

Objemová hmotnost jehličí se zjišťovala z poměru délky a hmotnosti sušiny 30 jehlic podle Celnikerové (Celniker, 1982).

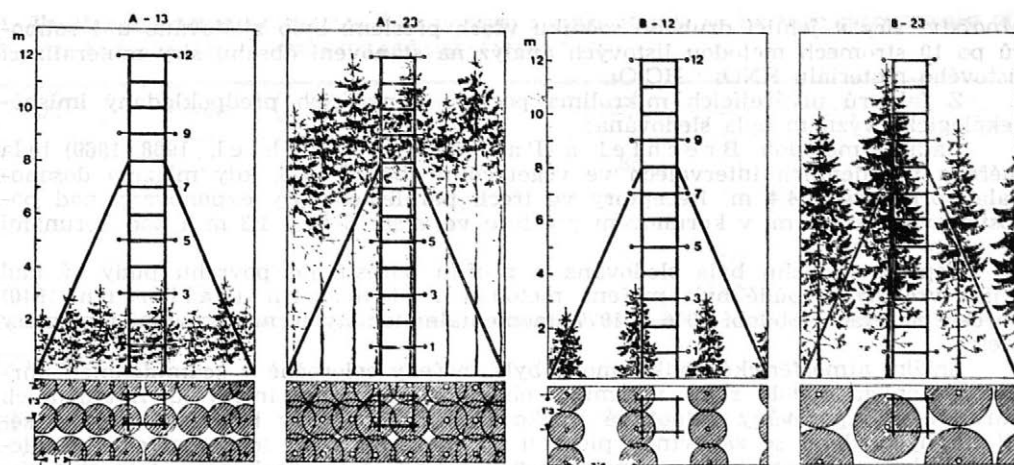
Klimatické prvky v profilu porostů byly měřeny a vzorky jehličí z různých částí korun byly odebírány ze 4 stožárů stabilně vybudovaných na srovnávacích plochách na počátku experimentu (obr. 3).

VÝSLEDKY

RADIACE

Globální radiace měřená v týdenních úhrnech v průběhu letního období (17. 6. — 30. 9. 1976) v korunovém prostoru husté smrkové mlaziny A se pohybovala okolo $7,78 (\pm 2,15) \text{ kJ} \cdot \text{týden}^{-1}$, v přízemním prostoru okolo $6,01 (\pm 1,13) \text{ kJ} \cdot \text{týden}^{-1}$. Oproti radiaci nad mlazinou ve výši 5 m ($7,26 \pm 1,73$) kJ byla tak v korunovém prostoru o 7 % vyšší, v přízemním prostoru naopak o 17 % nižší. Podíl krátkovlnného, fotosynteticky účinného záření se nad korunami a v prostoru korun pohyboval mezi 30 až 34 %, pod korunami klesl na pouhých 8 % (tab. III.).

V mlazině B po rozvolnění zápoje na hustotu $250 \text{ ks} \cdot 0,1 \text{ ha}^{-1}$ se globální radiace nad a v korunách od husté mlaziny v podstatě neliší (rozdíl $\pm 1 \%$), ale v přízemním prostoru se zvyšuje o 45 %. Z globálu $8,71 \text{ kJ}$ přízemní vrstvy připadá na krátkovlnné záření 37 %, což znamená, že oproti husté mlazině se tento podíl zvětšuje téměř sedmkrát. Vyšší podíl tohoto fotosynteticky účinného záření je i v dolní třetině korun, které tak získávají příznivější podmínky pro fotosyntézu. Efekt příznivějšího ozáření se bezprostředně projevil jak v délce letorostů



3. a, b, Schéma pozorovacích věží umístěných na počátku pokusu ve věku 13 let a ve věku 23 let s vyznačením umístění přístrojů, a) v porostu A; b) v porostu B — Diagramme of observation towers located at the beginning of experiment at the stand age of 13 years and 23 years, and the location of apparatuses, a) in forest stand A; b) in forest stand B

spodních větví, tak v celkovém množství listoví. Větve nejspodnějších přeslenů rostoucí v radičním režimu volného zápoje měly letorosty téměř stejně dlouhé jako větve horních přeslenů a celkové množství jehličí středního kmene se již ve 14 letech zvětšilo o 65 % oproti střednímu kmeni porostu A (tab. IV.). S příznivým osvětlením se změnila i morfogeneze jehlic spodních přeslenů, neboť jejich objemová hmotnost se zvětšila (tab. V., obr. 4). Nabyly tak povahy solárního listoví fyziologicky aktivnějšího (Slavíková, 1986).

Vliv rozvolnění korun ve stadiu mlazin na asimilační aparát a velikost korun přetrvává až do současné doby, tj. do 23 let, přestože v důsledku opětovného zapojení již dochází k usychání spodních přeslenů. Z tab. V. je zřejmé, že jehličí II. ročníku úrovnových stromů z řídkého porostu B má v průměru o 20 % větší objemovou hmotnost, při čemž největší rozdíly jsou v dolní části koruny. Celková hmotnost jehličí úrovnových stromů je ve 23 letech v řídkém porostu B přibližně třikrát větší než stejně vysokých stromů z porostu A.

III. Průměrný sedmidenní úhrn radiace ve vegetačním období 1976 [v kJ·cm⁻²] — The average seven-day radiation sum in the 1976 vegetation period (kJ per cm²)

Výška ¹ [m]	Porost ² A		Porost ² B	
	globální ³	krátkovlnná ⁴	globální ³	krátkovlnná ⁴
5	7,26 ± 1,73	2,16 ± 0,97	7,74 ± 1,67	2,10 ± 0,99
3	7,78 ± 2,15	2,55 ± 1,26	7,70 ± 1,96	2,39 ± 1,21
1,3	8,21 ± 2,85	2,76 ± 1,54	8,28 ± 2,44	2,72 ± 1,17
0,3	6,01 ± 1,13	0,48 ± 0,31	8,71 ± 2,98	3,24 ± 1,63

height in m,¹ forest stand,² global,³ short-wave⁴

IV. Hmotnost jehličí v korunách stromů A a B (sušina v g, průměr ze 3 vzorníků) — The needle weight in the crowns of trees A and B (dry matter in g, average value of three sample trees)

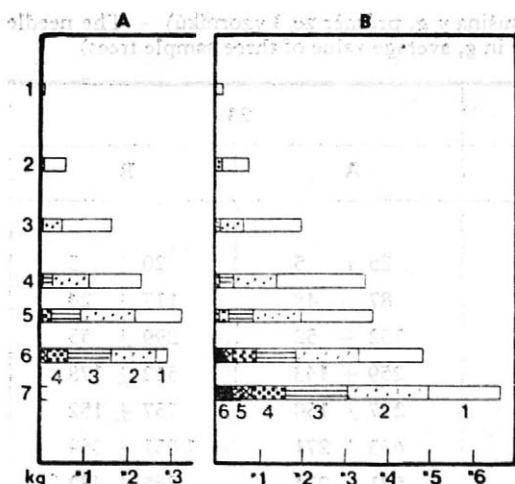
Věk ¹	14		23	
Porost ²	A	B	A	B
Přeslen ³				
1	9 ± 2	12 ± 3	25 ± 5	20 ± 5
2	57 ± 2	73 ± 29	87 ± 48	117 ± 24
3	168 ± 21	197 ± 96	132 ± 52	299 ± 55
4	235 ± 40	342 ± 131	259 ± 143	512 ± 178
5	326 ± 77	357 ± 62	277 ± 150	757 ± 152
6	297 ± 35	416 ± 62	633 ± 271	1 051 ± 369
7	293 ± 35	603 ± 101	521 ± 274	865 ± 482
8	—	829 ± 95	317 ± 186	722 ± 198
9	—	—	—	699 ± 147
10	—	—	—	336 ± 67
11	—	—	—	392 ± 354
12	—	—	—	367 ± 413
Celkem ⁴	1 388 ± 123	2 301 ± 538	2 251 ± 1 017	6 079 ± 1 141

age¹, forest stand², branch whorl³, together⁴

V. Objemová hmotnost jehlic II. ročníku (mg.cm⁻¹) — The volume weight of two-year-old needles (mg per cm)

Věk ¹	14 let		23 let	
Porost ²	A	B	A	B
Přeslen ³	$\bar{x} \pm Sx$	$\bar{x} \pm Sx$	$\bar{x} \pm Sx$	$\bar{x} \pm Sx$
2	3,02 ± 0,45	3,69 ± 0,33	3,45 ± 1,07	3,80 ± 0,61
3	2,50 ± 0,37	2,60 ± 0,18	2,40 ± 0,42	3,05 ± 0,69
4	1,91 ± 0,36	2,32 ± 0,07	2,40 ± 0,57	2,90 ± 0,63
5	1,91 ± 0,21	2,05 ± 0,10	2,21 ± 0,61	2,83 ± 0,44
6	1,71 ± 0,33	1,96 ± 0,25	1,81 ± 0,30	2,41 ± 0,34
7	1,37 ± 0,21	1,66 ± 0,19	1,71 ± 0,51	2,24 ± 0,62
8	—	—	1,62 ± 0,09	1,95 ± 0,49
9	—	—	1,19 ± 0,10	1,70 ± 0,50
10	—	—	1,07 ± 0,12	1,59 ± 0,65
11	—	—	—	1,33 ± 0,31
$\bar{x} \pm Sx$	2,07 ± 0,59	2,38 ± 0,71	1,98 ± 0,73	2,38 ± 0,77

age¹, forest stand², branch whorl³



4. Hmotnost jehličí jednotlivých ročníků v přeslenech středního 13letého stromku porostu A a B — The needle weight in individual years in the branch whorls of 13-year-old trees in forest stands A and B

TEPLOTA POROSTNÍHO PROSTŘEDÍ

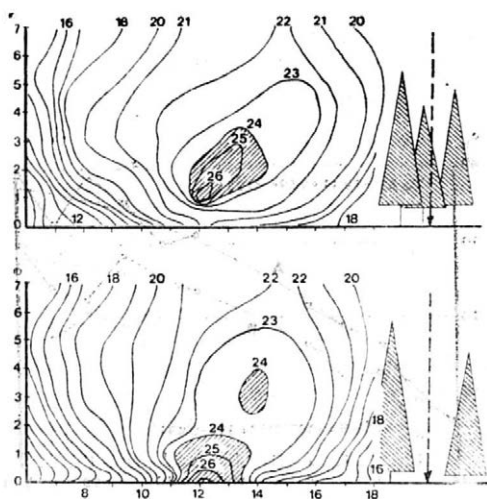
Současně s radiací byl sledován i teplotní režim husté a rozvolněné mlaziny. Z hlediska zaměření výzkumu na ekologický význam teplot porostního prostředí byl zjišťován účinek aktivního povrchu korun na utváření extrémních teplot, které v interakci s imisemi se mohou projevit nepříznivě.

Pozorováním teplotního režimu v průběhu vegetačního období i v průběhu dne bylo zjištěno, že v husté mlazině A jsou teploty korunového prostoru za letního radičního počasí až o 5 °C vyšší než v prostoru přízemním.

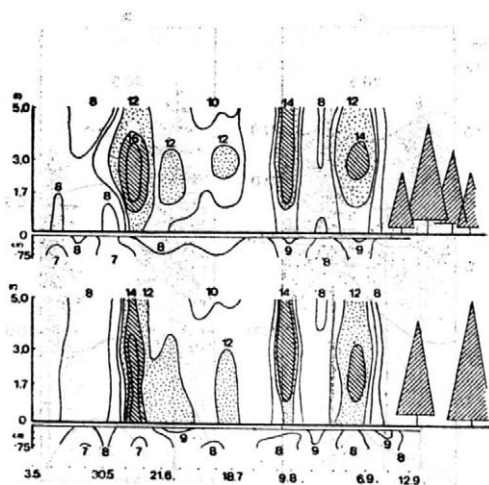
V mlazině B s porušeným zápojem se maximální teploty přesouvají z korunového prostoru k aktivnímu povrchu půdy, kde dosahují stejné výše jako v korunách mlaziny husté (obr. 5).

Z opakovaného pozorování však bylo zřejmé, že teplotní situace uvnitř porostu nemá stabilní charakter a že rozdíly mezi srovnávanými porosty se mění. Byl proto po příkladu Krečmera (1960) zjišťován vliv počasí na vznik specifického porostního mikroklimatu charakterizovaného maximálními a minimálními teplotami přízemní vrstvy (Chroust, 1965). Statistická metoda analýzy rozptylu ukázala na rozhodující vliv typu počasí pro statisticky významné rozdíly maximálních teplot (tab. VI.). Ty se totiž dostávají jen za nízkých stupňů oblačnosti a bezvětrného počasí, kdy radiace je minimálně rušena. Naopak za deštivého počasí, nebo větrného a s vysokým stupněm oblačnosti rozdíly mezi porosty zanikají a v profilu porostů panuje téměř izotermie. Náhorně je tato skutečnost zobrazena formou termoizoplét průměrných týdenních teplot v průběhu vegetačního období z níž je zřejmé, že pouze v jarním období v době rašení došlo k významnějším rozdílům (obr. 6).

Situace zjištěné ve stadiu mlazin přetrvávají až do stadia tyčkovin jen s tím rozdílem, že s výškovým růstem stromů a rozrůstáním korun se ložiska maximálních teplot posouvají od povrchu půdy výše do korun i v porostech s původně volným zápojem. V této fázi, tak jak se v korunovém prostoru hustého porostu A kumuluje asimilační biomasa, jsou nejvyšší teploty blíže k vrcholům korun, v řídkém porostu B je výskyt těchto teplot sporadický (obr. 7).



5. Teplotní režim 13leté mlaziny A (horní obr.) a B (dolní obr.) v průběhu letního radičního dne vyjádřený termoisoplethy (°C). Na ose x = čas [h] — The circadian temperature regime of 13-year young stand A (upper part of figure) and B (lower part of figure) of a summer radiation day, represented by thermoisotheles (°C). x -axis = time



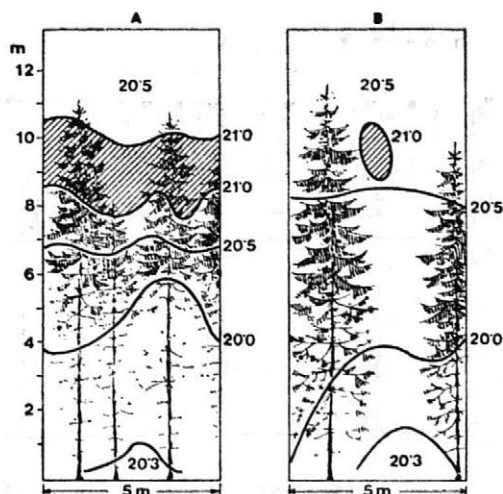
6. Teplotní režim 13leté mlaziny A (horní obr.) a B (dolní obr.) v průběhu vegetačního období 1977. Na ose x = datum; čísla u izolonií = průměrné týdenní teploty — The temperature regime of 13-year young stand A (upper part of figure) and B (lower part of figure) during the 1977 vegetation period; x -axis = date; figures in isolines = average weekly temperatures

Volný zápoj ve stadiu mlazin se projevuje i ve vyšších teplotách povrchových vrstev půdy, kde za teplého slunečného počasí je v hloubce 25 cm průměrná denní teplota o 2 °C vyšší než pod porostem hustým. Za chladnějšího počasí a v ranních hodinách však půda v řídkých porostech vyzařuje intenzivněji a bývá chladnější (tab. VII.). Ve stadiu tyčkovin s postupujícím zapojováním se rozdíly mezi porosty zmenšují na desetiny °C.

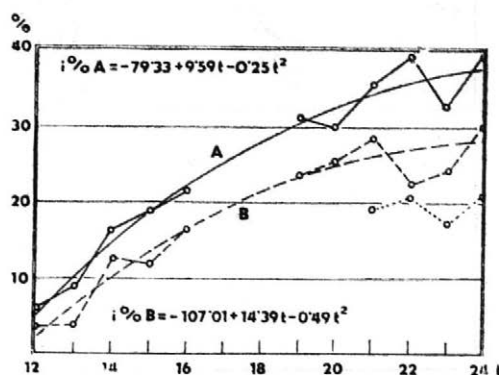
VI. Průměr maximálních a minimálních denních teplot přízemní vrstvy vzduchu ve vegetačním období za různého typu počasí — The average of maximum and minimum daily temperatures of the air ground layer in the vegetation period in different weather conditions

Porost ¹	[°C]	Stupeň oblačnosti ²		
		0–3	4–7	8–10
A	max.	19,1 ± 3,5	16,4 ± 5,1	11,3 ± 3,2
	min.	10,6 ± 3,4	8,8 ± 5,5	7,2 ± 3,3
B	max.	21,0 ± 3,7	18,0 ± 5,9	12,3 ± 3,6
	min.	11,0 ± 3,5	9,3 ± 3,5	6,6 ± 3,6

forest stand,¹ cloud amount²



7. Termoizopléty vertikálního profilu porostu A a B (23 let) vyjadřující vliv korunového zápoje na teplotní režim korunového prostoru. Průměrné teploty za 7 dní letního počasí — The thermoisopleths of the vertical profile of forest stand A and B (23 years), representing the effect of crown canopy on the temperature regime of crown space. The average temperatures over seven days of summer weather



8. Intercepce atmosférických srážek v teplém období roku v porostu A a B ve věku 12 až 23 let, v relaci ke srážkám volné plochy — The interception of atmospheric precipitation in the warm season of the year in forest stand A and B at the age of 12 to 23 years, in relation to precipitation on open area

VODNÍ POMĚRY

Úhrn atmosférických srážek za vegetační období se za dobu výzkumu (1976 až 1989) pohyboval okolo 471 mm (± 81 mm). Ve stadiu 11 až 15letých mlazin pronikalo k povrchu půdy v porostu pl. A v průměru vegetačního období 336,2 mm ze 468,7 mm, tj. 71,4 % srážek volné plochy. V porostu pl. B pronikalo k půdě za stejné období 391,5 mm, tj. 84 %. Později, ve stadiu 20 až 24letých tyčkovin se průnik srážek v po-

VII. Teplota půdy (týdenní průměr) v 16letém porostu — Soil temperatures (weekly average values) in the 16-year-old stand

Počasí ¹	Teplo a slunečno ²		Chladno a pošmurno ³	
Porost ⁴	A	B	A	B
Hloubka půdy ⁵	°C	°C	°C	°C
0— 2 cm	12,9	14,2	6,5	6,0
—25 cm	11,6	13,1	6,5	5,7
—50 cm	11,3	11,6	6,2	5,7
—75 cm	10,2	10,9	6,3	6,2

weather¹, warm and sunshine², cold and gloomy weather³, forest stand⁴, soil depth⁵

VIII. Vodní poměry: porostů pl. A, B ve vegetačním období (pětiletý průměr) — The moisture conditions of forest stands A and B in the vegetation period (five-year average values)

Věk ¹		11–15		20–24	
Letopočet ²		1976–1980		1985–1989	
Porost ³		A	B	A	B
Srážky ⁴	[mm]	+468	+468	+473	+473
Intercepce ⁵	[mm]	–134	–75	–166	–91
Transpirace ⁶	[mm]	–184	–81	–270	–157
Výpar z půdy ⁷	[mm]	–37	–129	–37	–129
Rozdíl ⁸		+113	+183	0	+96

Výpar odhadnut z orientačního měření gravimetrickou metodou za různého typu počasí. Průměr se pohyboval okolo 0,25 mm.ha⁻¹.den⁻¹.

age¹, year², forest stand³, precipitation⁴, interception⁵, transpiration⁶, soil evaporation⁷, difference⁸

rostu pl. A ještě více snížil, neboť v pětiletém průměru proniklo k půdě jen 307,5 mm ze 473,2 mm, tj. 65 % (obr. 8).

V porostu pl. B, v němž se v období 20 až 24 let snižovala hustota porostu výchovnými zásahy, se průnik srážek zvýšil na 384,1 mm, takže intercepce představovala pouze 19 % oproti 35 % porostu pl. A.

Spotřeba vody na transpiraci středního stromku za vegetační období ve stadiu 11letých mlazin se pohybovala v obou srovnávacích porostech okolo 102 kg (0,68 kg.den⁻¹). V 15 letech stoupla spotřeba vody středního stromku porostu pl. A v důsledku rychlého nárůstu asimilační biomasy na 382 kg, středního stromku porostu pl. B dokonce na 768 kg (Chroust, 1989).

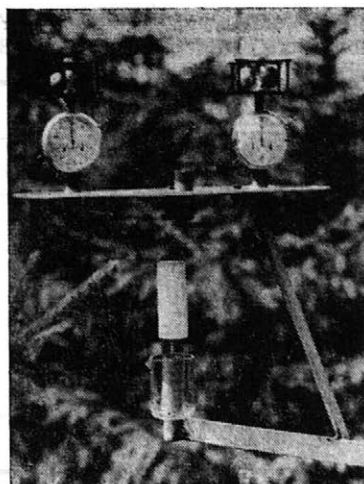
Ve fázi 20letých tyčkovin nárůst asimilační biomasy v porostu pl. A již stagnoval a spotřeba vody středního stromku se ustaluje okolo 424 kg za vegetační období. Naproti tomu v porostu pl. B se spotřeba vody středního stromku dále zvětšuje a dosahuje ve 20 letech 949 kg. O čtyři roky později spotřebovává střední strom porostu pl. B 1611 kg vody, střední strom porostu pl. A jen 486 kg. Přes tuto velikou spotřebu vody středním stromem porostu pl. B je celková spotřeba vody celého porostu ve stadiu 20 až 24letých tyčkovin v průměru pěti let o 68 % menší než porostu pl. A, který v té době transpiruje za vegetační období 270 mm.

Z tab. VIII. je však zřejmé, že ani v porostu pl. A, který se nachází vzhledem ke své hustotě v kritické vývojové fázi, nepřevyšují ztrátové složky vodní bilance úhrnný příjem atmosférických srážek 473 mm. Přesto podstatně lépe je na tom v tomto směru porost pl. B, neboť jeho spotřeba vody na transpiraci, intercepce a fyzikální výpar z půdy je ve stejném období o 96 mm menší než příjem ze srážek.

O příznivých vodních poměrech obou porostů svědčí i půdní vlhkost, která ani v letních bezsrážkových obdobích neklesá pod hranici fyziologicky dostupné vody 12 % (Chroust, 1980).



9. Korunový prostor porostu A v patnácti letech — The crown space of forest stand at the age of 15 years



10. Anemometry a sumační receptor pro měření obsahu síry v ovzduší korunového prostoru — Anemometers and summation receptor to measure sulphur content in the atmosphere of crown space

PROUDĚNÍ VZDUCHU A IMISNÍ ZÁTĚŽ

Rychlost větru v horní třetině korun husté smrkové mlaziny A ($h_{dom} = 5$ m) se v relaci k jeho rychlosti nad korunami snižuje na 50 až 60 %, v dolní třetině na méně než 10 % a pod korunami zůstává vzduch téměř bez pohybu. V řídké mlazině B bylo proudění vzduchu v korunách třikrát větší než ve stejné výšce porostu A. Přesto zůstalo o 80 % menší než ve stejné výšce mimo les.

Rozdíly v proudění vzduchu ve stadiu slabých tyčkovin, kdy spodní větve v hustém porostu A již proschly a koruny porostu B se zčásti zapojily, se zmenšily. Teprve po opětovém rozvolnění v době kdy porostní výška dosáhla 10 m, tj. výšky v níž laminární proudění vzduchových

IX. Variabilita rychlosti (v %) větru ve 22letých porostech (rychlost nad porosty 3,1 m.sec⁻¹) — The variability of wind speed (in %) in 22-year-old stand (the speed above the trees 3.1 m per sec⁻¹)

Porost ¹	A		B	
	$\bar{x} \pm Sx$	[%]	$\bar{x} \pm Sx$	[%]
V horizontálním směru v korunách 7 m nad zemí ²	0,71 ± 0,27	38	0,87 ± 0,23	26
Ve vertikálním směru od země k vrcholům ³	0,88 ± 1,25	143	0,07 ± 1,15	107

forest stand¹, in horizontal direction inside the tree crowns 7 m above the ground², in vertical direction from the ground to the tops³

X. Rychlost větru v profilu porostů v relaci k rychlosti nad porosty (průměrná rychlost $\pm 4 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1} = 100 \%$) — The wind speed in the stand profile in relation to the speed above the trees (average speed $\pm 4 \text{ m per sec} = 100 \%$)

Výška porostu ¹ 5 m			Výška porostu ¹ 11 m		
Porost ²	A	B	Porost ²	A	B
Výška nad zemí ³ [m]			Výška nad zemí ³ [m]		
			12	100 %	100 %
			9	42	50
6	100 %	100 %	7	9	15
4,5	57	64	5	2	9
3	8	21	3	3	6
1	0	19	1	4	8

tree height¹, forest stand², height above the ground³

XI. Variabilita (v %) sorpce síry ve 22letých porostech (sorpční plocha 100 cm², expozice 7 dní) — The variability (in %) of sulphur sorption in 22-year-old stands (sorption area 100 cm², exposure of seven days)

	$\bar{x} \pm S_x$	[%]
V přízemním prostoru ¹ (1,20 m)	1,41 $\pm$ 0,09	6,7
V korunách (7 m nad zemí) ²	2,65 $\pm$ 0,61	23
Ve vertikálním směru ³	0,66 $\pm$ 0,57	87

Sorpce nad korunami 3,71 mg.100 cm⁻²

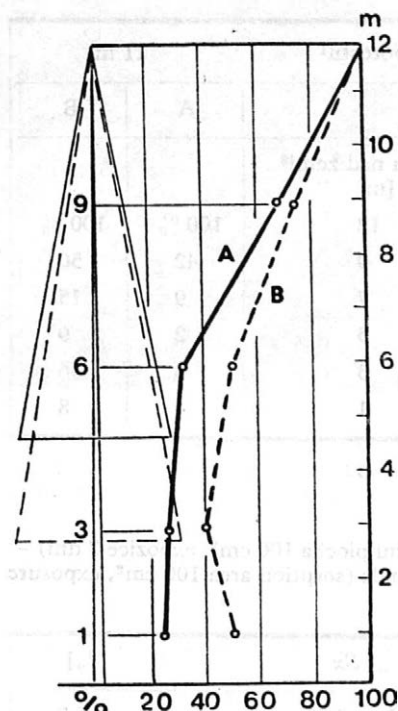
in the ground layer¹, inside the crowns (7 m above the ground)², in vertical direction³

vrstev nabývá na intenzitě, se rozdíly opět zvětšily. Ukázalo se, že brzdicí účinek korun je v této fázi větší než v mlazinách, neboť rychlost větru v korunovém prostoru A klesá asi na 40 %. V rozvolněném porostu B, v němž je aktivní povrch drsnější a turbulence proto větší, byla ve střední úrovni korun naměřena rychlost větru o 66 % větší než ve stejné úrovni porostu A (tab. X).

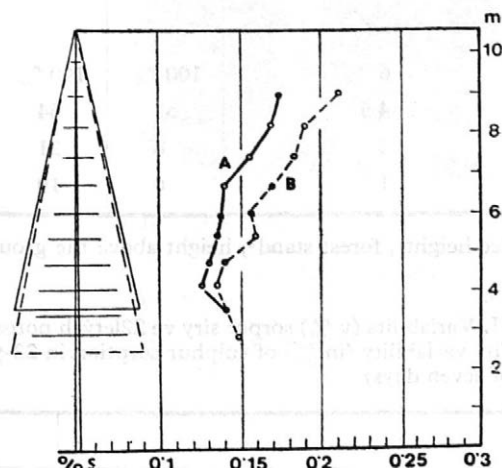
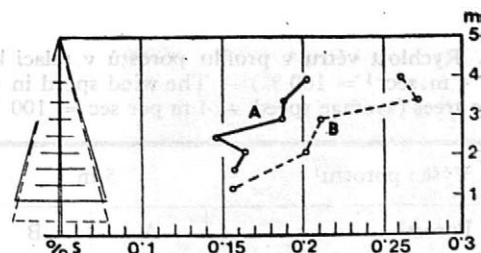
Přestože struktura vzdušných proudů v korunách i kmenovém prostoru je velmi složitá a proměnlivá (tab. IX) je výměna vzduchu v porostech s volnějším zápojem vždy větší než v porostech se zápojem plným (tab. X).

V imisních podmínkách má tato skutečnost za následek intenzivnější přísun imisí k asimilačním orgánům a tudíž k jejich vyšší imisní zátěži.

Sledování imisní zátěže sumační metodou v ovzduší porostního profilu ukázalo, že pasivní sorpce síry receptory umístěnými v různých výškách porostu, je přes prostorovou variabilitu (tab. XI) v relaci s rychlostí pohybu vzduchu, respektive v relaci s výměnou vzduchových mas.



11. Sorbce síry sumačními receptory v různých výškách porostu A a B v relaci k sorpci nad vrcholem korun = 100 % — Sulphur sorption in summation receptors at different heights of forest stand A and B, in relation to sulphur sorption above the tops of tree crowns = 100 %



12. Procento síry v sušině jehličí druhého ročníku v jednotlivých přeslenech středního stromu porostu A a B ve věku 13 let (horní obr.) a 23 let (dolní obr.) — Sulphur percent in the dry matter of two-year-old needles in the branch whorls of mean tree in forest stand A and B at the age of 13 years (upper part of figure) and 23 years (lower part of figure)

V horní třetině korun, kde rychlost větru klesá na 45 až 55 % je také sorbce síry o 30 až 40 % menší, v polovině korun klesá rychlost větru na 10 až 20 % a sorbce síry je menší o 50 až 70 % než nad korunami. V prostoru korun volného zápoje je receptory ve výšce 9 m (horní třetina korun) zachycováno o 18 % více síry než ve stejné výšce hustého zápoje, ve střední části korun o 68 % více (obr. 11, tab. XII).

OBSAH SÍRY V JEHLIČÍ

S intenzivnějším prouděním vzduchu ve vrcholech korun koresponduje i zvýšený obsah síry v asimilačních orgánech. Všeobecně se ukazuje, že obsah síry v jehličí posledních ročníků od horních přeslenů ke spodním klesá: v jehličí druhého ročníku čtvrtého přeslenu je obsah síry o asi 10 % menší než ve druhém přeslenu, v šestém přeslenu o asi 20 % menší, atd. (tab. XIII).

XII. Průměrná denní sorpce síry sumačními receptory v relaci k sorpci nad porostem v % ($\mu \cdot 100 \text{ cm}^{-2}$ ve 12 m = 100 %) — The average daily sulphur sorption in summation receptors in relation to the sorption above the trees (%)

Datum ¹	Porost ²	Výška nad zemí ³ [m]				
		1	3	6	9	12
6. 5. — 14. 5. 1987	A	13	23	33	88	275 μg
	B	50	31	37	67	
28. 5. — 10. 6. 1987	A	20	25	31	61	331 μg
	B	55	42	54	88	
23. 7. — 7. 8. 1987	A	23	26	31	74	218 μg
	B	55	43	51	75	
27. 8. — 10. 9. 1987	A	22	22	30	57	335 μg
	B	43	34	40	62	
4. 11. — 12. 11. 1987	A	20	22	26	63	601 μg
	B	49	33	43	65	
1. 8. — 8. 8. 1988	A	55	38	39	51	316 μg
	B	63	56	72	90	
5. 10. — 13. 10. 1988	A	24	28	34	84	392 μg
	B	44	43	52	73	
14. 7. — 25. 7. 1989	A	24	9	28	37	222 μg
	B	55	43	73	89	
$\bar{x} \pm S_x$	A	25,1 $\pm$ 12,6	24,1 $\pm$ 8,0	31,5 $\pm$ 3,9	64,4 $\pm$ 17,0	336 $\pm$ 0,122 μg
$\bar{x} \pm S_x$	B	51,7 $\pm$ 6,6	40,6 $\pm$ 8,0	52,7 $\pm$ 13,6	76,1 $\pm$ 11,4	

date¹, forest stand², height above the ground³

Volný zápoj zvyšující imisní zátěž se projevil na obsahu síry v jehličí již ve stadiu 13leté kultury. V této fázi bylo zjištěno, že se obsah síry v jehličí druhého ročníku třetího a čtvrtého přesleny středního stromku souboru B ($n = 20$) zvyšuje statisticky významně o 18 %:

průměrný obsah S v jehličí A: $0,181 \pm 0,017 \%$

průměrný obsah S v jehličí B: $0,215 \pm 0,045 \%$

Vyšší obsah síry u volných korun byl v tomto věku vyšší i v jehličí ostatních přeslenů přesto, že směrem ke spodním přeslenům její obsah klesá (tab. XIII, obr. 12). V průměru celé koruny středního stromku byl obsah síry v B vyšší o 24,5 %.

Analogické jsou poměry i v porostech starších, tj. ve fázi tyčkovin, kdy i původně volné koruny jsou již v částečném zápoji. Obsah síry v jehličí druhého ročníku je ve II., IV. a V. přesleny porostu B statisticky

XIII. Obsah síry v % sušiny II. ročníku jehličí (průměr z 10 stromů) — The sulphur contents in percent of dry matter in the two-year-old needles (average values of 10 trees)

Věk ¹	14 let ²		23 let ²	
Porost ³	A	B	A	B
Přeslen ⁴	$\bar{x} \pm Sx$	$\bar{x} \pm Sx$	$\bar{x} \pm Sx$	$\bar{x} \pm Sx$
2	0,202 ± 0,019	0,264 ± 0,043	0,177 ± 0,041	0,213 ± 0,030
3	0,178 ± 0,057	0,272 ± 0,043	0,170 ± 0,032	0,190 ± 0,035
4	0,178 ± 0,062	0,211 ± 0,046	0,155 ± 0,023	0,187 ± 0,029
5	0,145 ± 0,023	0,206 ± 0,060	0,140 ± 0,016	0,173 ± 0,032
6	0,167 ± 0,037	0,201 ± 0,037	0,138 ± 0,033	0,155 ± 0,021
7	0,157 ± 0,085	0,183 ± 0,025	0,135 ± 0,023	0,159 ± 0,036
8	—	0,157 ± 0,039	0,133 ± 0,021	0,141 ± 0,020
9	—	—	0,126 ± 0,022	0,138 ± 0,027
10	—	—	0,140 ± 0,017	0,140 ± 0,019
11	—	—	—	0,147 ± 0,015
$\bar{x} \pm Sx$	0,171 ± 0,019	0,213 ± 0,041	0,146 ± 0,017	0,164 ± 0,025
	rozdíl ⁵ 24,5 %		rozdíl ⁵ 12,3 %	

age¹, years², forest stand³, branch whorl⁴, difference⁵

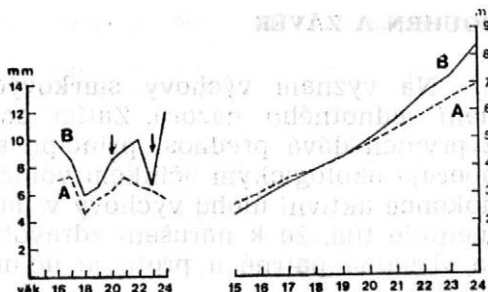
průkazně vyšší než v A. Teprve od šestého přeslenu rozdíly v obsahu síry se zmenšují (tab. XIII). Přesto průměr pro II. ročník celé koruny 10 vzorníků z porostu B je o 12,3 % vyšší než deseti paralelních vzorníků porostu A.

ZDRAVOTNÍ STAV STROMŮ

Vzhledem ke skutečnosti, že se na stromech obou porostů neprojeví viditelné příznaky poškození a počet ročníků jehličí a hustota olisťování byla úměrná cenotickému postavení stromu a hustotě porostu (tab. V), byla vitalita stromů posuzována podle tloušťkového přírůstu a přírůstu na výčetní základně. K posouzení přírůstových vlastností stromů bylo z pl. A a B vyhledáno po 40 stromech I. a II. stromové třídy tak, aby byly = rovnoměrně rozmístěny po ploše v rozestupné vzdálenosti = 5 m. U těchto stromů byl zjištěn jak tloušťkový přírůst v posledních 8 letech, tak i vývoj jejich výčetní základny (obr. 9). Z obr. je zřejmé, že již v 16 letech byl tloušťkový přírůst stromů z volného zápoje větší než paralelních stromů z pl. A a to přesto, že střední stromek souboru pl. B byl na počátku o 7 % slabší. V důsledku zvětšeného přírůstu stromků pl. B byl po 9 letech střední strom tohoto souboru naopak o 10 % silnější.

Rozdílný tloušťkový přírůst porovnávaných souborů se promítl do vývoje jejich výpočetní základny. Z ní je zřejmé, že 9letý přírůst je u souboru 40 stromů pl. B o 45 % větší než u souboru pl. A.

13. Tloušťkový přírůst běžný středního kmene souboru 40 stromů A a B a jejich přírůst na výčetní základně. Šipky označují dobu druhého a třetího zásahu na pl. B — Current diameter increment of the mean stem of the set of 40 trees A and B and their increments in stand basal area. The second and third thinning measure on area B are designated by arrows



DISKUSE

Výsledky výzkumu ve 12 až 24letých smrkových porostech rostoucích na živinami bohatých půdách v podmínkách středního stupně imisního ohrožení ukázaly, že vlivem rozvolnění zápoje se zvyšuje obsah síry v asimilačních orgánech.

Největší obsah síry v jehličí druhého ročníku byl zjištěn, v soulase s Tesařem a Temlovou (1981), ale na rozdíl od Materny (1978), u nejvyšších přeslenů. Tento vyšší obsah síry v horních částech korun dobře koresponduje s vysvětlením Schrefflera (1978), Reh-fuesse (1983) aj. o vyšší sorpci SO_2 fyziologicky aktivnějším jehličím i vyšší imisní zátěží vrcholů korun.

Analogické příčiny způsobily, podobně jako v experimentu Hagera a Kazdy (1985) i zvýšení hladiny síry v uvolněných korunách, které mají větší podíl fyziologicky aktivnějšího jehličí a jsou také v důsledku intenzivnějšího proudění vzduchu imisemi více zatěžovány.

V soulase s poznatky Hagera a Kazdy lze spatřovat příčinu zvýšené hladiny síry v jehličí volných korun i v lepším zásobení vodou a intenzivnějším vodním provozu, neboť jejich transpirace je v průměru až třikrát větší než stromů v hustém zápoji.

Přes zvýšenou hladinu síry v jehličí rozvolněných korun, (0,16 až 0,20 % sušiny) se však na stromech neprojevily, stejně jako v experimentu Hagera a Kazdy, vnější příznaky poškození, ale naopak, zvětšil se tloušťkový přírůst a celková vitalita uvolněných stromů v míře pozorované v pokusech Tesaře (1976) i Slodičáka (1988). Příčina zvětšeného přírůstu o 45 % spočívá zřejmě v příznivějších radiačních podmínkách volných korun a celkovém zmohutnění asimilačního aparátu.

Vzhledem k tomu, že přírůstová reakce na uvolnění je v imisních podmínkách totožná s přírůstovou reakcí pozorovanou a popsanou již před 25 a 30 roky (Chroust, 1964; Dittmar, 1959) a dokonce již před 98 roky (Bohdaněcký, 1891), lze vyloučit, že příčinou zvýšeného přírůstu je stimulující účinek imisí (Anderson, 1989), případně narušená distribuce asimilátů do nadzemních částí rostlin (Mansfield, 1988). Z této skutečnosti je zřejmé, že zvýšený přírůst není symptomem první fáze poškození, označovanou Linzonem (Linzon, 1983) za latentní (Subtle effects), ale přirozenou reakcí na uvolnění.

Na význam výchovy smrkových porostů v imisních podmínkách není jednotného názoru. Zatím co např. R a n f t (1968), jako jeden z prvních dává přednost principu selekce, T e s a ř (1976, 1979) navíc operuje ekologickým účinkem volného zápoje. F r a n z (1983) považuje dokonce aktivní úlohu výchovy v imisních podmínkách za iluzorní. Argumentuje tím, že k narušení zdravotního stavu stromu dochází dříve než je vizuálně patrné a proto je účinná pozitivní selekce víc než problematická.

Podobně problematický je i ekologický účinek výchovných sečí, neboť rozvolněním korunového zápoje se umožňuje intenzivnější přísun imisemi nasyceného vzduchu k asimilačním orgánům a tím i jejich zvýšené ohrožení.

Desetiletý experiment (II.) měl proto objasnit míru nebezpečí které pro zdravotní stav porostu v jejich důsledku vzniká.

Bylo zjištěno, že bezprostředně po rozvolnění mlaziny se významně zvyšuje relativní ozáření korun (III.) a zvyšuje se jak podíl solárního jehličí (IV.), tak i celkové množství asimilační biomasy (V.). Současně se zvyšuje i proudění vzduchu v korunovém prostoru (X.) v takové míře, že v imisních podmínkách se zvyšuje imisní zátěž asimilačních orgánů uvolněných korun (XII.). Zvýšená fotosyntetická kapacita korun podmiňuje jejich vyšší ozáření, vyšším podílem solárního jehličí a vyšší transpirací způsobuje, spolu s vyšší imisní zátěží, vyšší sorpci síry asimilačními orgány (XIII.) Obsah síry se tak v jehličí druhého ročníku zvýšil ve stadiu mlazin v průměru o 24 % a ve stadiu tyčkovin o 12 %. V mlazinách dosáhlo toto zvýšení v horní třetině korun až 40 % oproti paralelním stromkům rostoucím na pl. A a stouplo nad 0,2 % sušiny. Přes tento vysoký obsah síry se na stromech neprojevovaly viditelné příznaky poškození, ani snížení přírůstu.

Vliv volného zápoje se také projevil v teplotním režimu korunového prostoru. V důsledku rozvolnění zápoje se narušily podmínky pro utváření extrémních teplot v korunové zóně a předpokládané negativní synergické působení extrémních teplot a imisí na asimilační orgány se zmenšilo.

Při výchově mladých smrkových porostů ve volném zápoji převládly i v podmínkách středního stupně imisního ohrožení kladné změny porostního prostředí nad zápornými, neboť jak z experimentu, tak citovaných prací vyplývá, stromy na uvolnění reagují zvýšenou vitalitou i zvětšeným přírůstem.

Literatura

- ANDERSSON, F.: Concluding remarks on acid precipitation and its effect and interaction in forest ecosystems. *Aquilo Ser. Bot.*, 19, 1983, s. 80-86.
 BALCAR, V., DUŠEK, M.: Biologický monitoring znečištění ovzduší lesů východních Čech. *Zpravodaj VěSL*, 1989, č. 4, s. 2.
 BREDEMEIER, M.: Forest canopy transformation of atmospheric deposition. *Water, Air, and Soil Pollution*, 40, 1988, č. 1/2, s. 121-138.
 BRECHTEL, H. M.: Strahlungsmessungen auf reaktionskinetischer Grundlage und Anwendungsmöglichkeiten für hydrologische Zwecke. *Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen*, 12, 1968, č. 6, s. 142-147; 13, 1969, č. 1, s. 14-19.

- CELNIKER, J. L.: Uproščenýj metod opredelenija pověrchnosti chvoi sosny i eli. Lesovedeniye, 1982, č. 4.
- DÄSSLER, H. G.: Auswirkung von Immissionsbelastungen und Trockenheit auf Schadentwicklung sowie Frostresistenz junger Fichten. Beitr. Forstwirtschaft. 23, 1989, č. 2, s. 62-64.
- FRANZ, F.: Auswirkung der Walderkrankungen auf Struktur und Wuchsleistung von Fichtenbeständen. Forstw. Cbl. 102, 1983, č. 3, s. 186-200.
- HAGER, H., KAZDA, M.: The influence of stand density and canopy position on sulfur content in needles of Norway Spruce. Water, Air, and Soil Pollution, 25, č. 3, s. 321-329.
- HÄLLGREN, J. E.: Physiological and biochemical effects of sulfur dioxide on plants. In: Sulfur in the Environment, Ed. Nriagu, J. O. New York, 1978, s. 164-177.
- CHROUST, L.: Výchova mladých smrkových porostů silnými zásahy. Lesn. Čas., 10, 1964, č. 12, s. 1089-1110.
- CHROUST, L.: Porostní klima smrkových tyčkovin při výchově silnými zásahy. Lesn. Čas., 11, 1965, č. 11, s. 1067-1088.
- CHROUST, L.: Ekologie výchovných sečí v mladých smrkových a borových porostech. [Závěr. zpráva.] VÚLHM VS Opočno, 1980, 63 s.
- CHROUST, L.: Intercepce kapalných srážek v husté a řídké smrkové mlazině. In: Práce VÚLHM 60, 1982, s. 63-83.
- CHROUST, L., TESAŘOVÁ, J.: Qualification of Above-ground Components of 20years old Norway Spruce (*Picea abies*). Commun. Inst. for. Českoslov., 14, 1985, s. 111-126.
- CHROUST, L.: Vliv výchovných sečí na intercepci a transpiraci v mladších smrkových porostech. [Závěr. zpráva.] VÚLHM. VS OPOČNO, 1990, 35 s.
- KRAMER, J. R.: Acid precipitation. In: Sulfur in the Environment Part I. 463 s. Edit. Nriagu, J.O. New York, 1978, s. 325-362.
- KRAMER, H.: Relation between crown parameters and volume increment of *Picea abies* stands damaged by environmental pollution. Scand. J. For. Res., 1, 1986, č. 2, s. 251-263.
- LINZON, S. N.: Effects of airborne sulfur pollutants on plants. In: Sulfur in the Environment, Ed. Nriagu, J.O. New York, 1978, s. 110-143.
- LINZON, S. N.: Long-term chronic effects of sulphur dioxide on forest growth. Aquilo, Ser. Bot., 19, 1983, s. 157-166.
- MANSFIELD, T.: Airborne pollution: how does it kill trees? Plants Today, January-February 1988, s. 12-15.
- MATERNA, J.: Použití listové analýzy k průkazu vlivu kysličníku siřičitého. In: Práce VÚLHM, 52, 1978, s. 101-114.
- MATERNA, J.: Concentration of sulfur dioxide in the air and sulfur content in Norway spruce needles. Commun. Inst. for. Českoslov., 12, 1981, s. 137-146.
- MATERNA, J. — MEJSTŘÍK, V.: Zemědělství a lesní hospodářství v oblastech se znečištěným ovzduším. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1987. 149 s.
- MITSCHERLICH, G.: Wald, Wachstum, und Umwelt. Frankfurt a. M. J. D. Sauerländer Verlag 1971. 365 s.
- OERTLI, J. J.: Effect of salinity on susceptibility of sunflower plants to smog. Soil Sci. 87, 1959, č. 5, s. 249-251.
- PALLMAN, H.: Eine neue Methode der Temperaturmessung bei ökologischen oder bodenkundlichen Untersuchung. Berichte der Schweizer Botanischen Gesellschaft, 50, 1940, s. 337-362.
- PASUTHOVÁ, J.: Vodní provoz a rezistence smrku. In: Práce VÚLHM, 60, 1982, s. 99-107.
- RANFT, H.: Empfehlungen zur Wirtschaftsführung in Rauchschadgebieten. Sozial. Forstwirtschaft. 15, 1965, č. 12, s. 1-12.
- RANFT, H.: Zur Bewirtschaftung rauchgeschädigter Fichtenjungbestände. Sozial. Forstwirtschaft. 18, 1968, č. 11, s. 299-301.
- REHFUESS, K. E.: Walderkrankungen und Immissionen eine Zwischenbilanz. Allg. Forst Zeitschrift, 38, 1983, č. 26/27, 640 s.
- REHFUESS, K. E.: Walderkrankungen und Immissionen erläutert am Beispiel der Fichrenerkrankungen. Düsseldorfer Geobot. Kolloq., Düsseldorf, März 1985, č. 2, s. 25-29.
- SHREFFLER, J. H.: Factors affecting dry deposition of SO₂ on forests and grasslands. In: Atmospheric Environment., 12, 1978, s. 1497-1503.
- SLAVÍKOVÁ, J.: Ekologie rostlin. Praha, Stát. pedag. naklad. 1986, 366 s.

- SLODIČÁK, M.: Vývoj mladých smrkových porostů v podmínkách imisního zatížení po výchovných zásazích různé intenzity. *Lesnictví*, 34, 1988, č. 11, s. 991-1002.
- TESAR, V.: Použití neobjemové sumační metody stanovení kyslíčnicku sířičitého v ovzduší pro lesnické účely. In: *Práce VÚLHM*, 43, 1973, s. 183-201.
- TESAR, V.: Prvé výsledky z výchovy smrkových tyčovin ovlivněných imisemi. In: *Práce VÚLHM*, 48, 1976, s. 55-76.
- TESAR, V. — TEMLOVÁ, B.: Obsah křemíku a síry v jehličí smrku jako doklad zrychleného stárnutí organismu vlivem imisí. *Commun. Inst. for. Českoslov.*, 12, 1981, s. 147-157.
- ULRICH, B.: Stabilität von Waldökosystemen unter dem Einfluss des sauren Regens. *Allg. Forst Zeitschrift*, 38, 1983, č. 26/27, s. 637-690, 670-677.
- VINŠ, B.: Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod. *Lesnictví*, 7, 1961, č. 3, s. 753-768; 8, 1962, č. 4, s. 263-278.
- WALDMANN, G.: Zur Faktorenanalyse des Baumsterbens. *Allg. Forst-u. Jagd. Ztg.*, 155, 1984, č. 2/3, s. 80-85.
- WENTZEL, K. F.: Waldbauliche Erfahrungen zur Erkennung der Immissionswirkungsmechanismen. *Allg. Forst-u. Jagd. Ztg.*, 1983, č. 9/10, s. 181-185.

Došlo 15. 11. 1989

CHROUST, L. (Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno): *Ecological aspects of stand thinning in young spruce stands exposed to air pollution stress*. *Lesnictví*, 37, 1991, (3) : 193-212.

Opinions concerning the usefulness of stand thinning at localities exposed to air pollution stress are not uniform. One of the reasons is that it has not yet been clearly demonstrated if the positive effect of improvement thinning of affected trees is dominant, or on the other hand if the negative effect induced by the greater exposure to air pollutants in the forest stand with loosened canopy plays its role. The problem is to elucidate ecophysiological processes which take place in endangered stands during their thinning. An experiment was conducted to try to solve this problem: development of two young spruce stands was investigated for ten years at localities with the medium degree of air pollution (30 to 40 g per m³); the first stand had the full canopy (A), the other the loose canopy (B). Increased irradiance, mainly in the lower storey of tree-crowns, was observed in the 13-year-old young stand where the tree density was reduced from 7 thousand trees per ha to 2,5 thousand trees per ha. The higher intake of short-waved photosynthetically active radiation had very positive effects on the quantity and quality of assimilating organs. Differences in the temperature regime of stand profile were found out at the same time. The loosening of crown canopy weakened the compactness of the active surface of stand and decreased the extreme temperatures in the upper storey of crown space. The risks following from the synergism of pollutants and extreme temperatures are reduced by the loose canopy. Significant differences were also observed in the air flow in the crown space and in the pollution stress because the wind speed and pollution stress in loosened crowns increased two to three times. The higher photosynthetic activity of loose crowns and the higher pollution stress resulted in the higher content of sulphur in the two-year-old needles: the increases made 24 % in young stands and 12 % in the small pole stage. In spite of this increase neither sings damage in assimilating organs, nor decrease of b. h. increment were observed; on the contrary the basal area increment in loosened canopy was 45 % larger.

No differences with respect to the pollution-ecological significance were observed in the other factors of forest environment: these are soil temperature, water regime, rainfall sum under tree crowns, rain acidity.

Adresa autora:

Ing. Luděk Chroust, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM, 517 73 Opočno

NEBEZPEČÍ ZÚŽENÍ GENETICKÉ VARIABILITY POPULACÍ LESNÍCH DŘEVIN V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ ČR A JEHO DŮSLEDKY

J. Šindelář

ŠINDELÁŘ, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady): *Nebezpečí zúžení genetické variability populací lesních dřevin v ČR a jeho důsledky*. Lesnictví, 37, 1991 (3) : 213-232.

Nebezpečí zúžení genetické variability populací lesních dřevin v lesním hospodářství ČR je aktuální v první řadě z toho důvodu, že lesy jsou ohrožovány a poškozovány komplexem faktorů, které jsou důsledkem vlivu znečištění ovzduší na prostředí. Vedle toho, že nastává extinkce některých regionálních populací lesních dřevin (smrk v Krušných horách, Jizerských horách aj.), dochází k erozi genetických zdrojů v těch populacích lesních dřevin, které nejsou letálně poškozeny. Vedle přímých škod působených imisemi ohrožují genetické zdroje lesních dřevin i další vlivy, jako jsou škody větrem, sněhem, hmyzími škůdci a houbové choroby. Aktuálnost opatření k zabezpečení dostatečné genetické proměnlivosti populací lesních dřevin dokumentuje dále i skutečnost, že šlechtění lesních dřevin dospělo v současné době v řadě směrů do realizačních fází a výsledky šlechtitelských prací se začínají ve znatelném měřítku uplatňovat v lesnické praxi. V důsledku selekce bude docházet uplatňováním vyšlechtěných odrůd k určitému zužování genetické variability následných populací lesních dřevin. Metodické zásahy šlechtitelské práce musí zajišťovat, aby zúžení genetické proměnlivosti v důsledku selekce nedosáhlo takového stupně, který by mohl ohrozit stabilitu lesních ekosystémů. Současně je proto jedním ze základních úkolů genetiky a šlechtění lesních dřevin realizace vhodných opatření k udržení a reprodukci genových zdrojů populací lesních dřevin, zajištění jejich dostatečné proměnlivosti tak, aby mohly v budoucnu být využívány pro účely šlechtění i pro potřeby lesnické praxe. Stručně jsou zmíněny skutečnosti, které by mohly být důsledkem neúměrného zúžení genetické proměnlivosti lesních dřevin v ČR. Jde především o další snížení stability ekosystémů a zvýšení ohrožení lesních porostů škůdci a chorobami. V extrémních případech by mohlo docházet i ke zhroucení některých populací zvláště na extrémních stanovištích a v extrémních klimatických poměrech v důsledku neschopnosti adaptace k těmto podmínkám. Jako konkrétní možné příčiny neúměrného zúžení genetické proměnlivosti populací lesních dřevin v ČR by mohla přicházet v úvahu zejména sklizeň osiva z malého počtu uznaných porostů, z malého počtu stromů v rámci uznaných jednotek, neúměrný rozsah využívání osiva ze semenných sadů, nedostatečný počet klonů v odrůdách z autovegetativního množení. Na základě analýzy současného stavu reprodukční základny v ČR (porosty uznané ke sklizni osiva, semenné sady, přirozená obnova lesních porostů, koncepce výroby sazenic z autovegetativního množení) je navržen soubor opatření k zajištění dostatečné variability genových zdrojů lesních dřevin v ČR. Jde zejména o základnu porostů uznaných ke sklizni osiva, vhodné metodické a technické postupy při sklizni, rozšíření přirozené obnovy lesních porostů a vhodné postupy přirozené obnovy. Jako další opatření je třeba dodržovat zásady používání osiva sklizeného v semenných sadech v souladu s ustanovením Směrnic pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos. Výrobu sazenic z autovegetativního množení (řízkování, kultury *in vitro*) je třeba realizovat pouze v rámci programů organizovaných lesnickým výzkumem a semenářskošlechtitelskými stanicemi státních lesů. Syntetické odrůdy z autovegetativního množení musí být tvořeny dostatečným počtem klonů v souladu s ustanovením zmíněných směrnic z roku 1988.

lesní dřeviny; zúžení genetické variability populací; znečišťování ovzduší; šlechtitelské práce; kalamitní vlivy

Lesní dřeviny jsou během dlouhého života vystaveny četným měnícím se podmínkám prostředí. Druhy s rozsáhlejším areálem přirozeného rozšíření osidlují stanoviště s rozmanitými ekologickými poměry. U lesních dřevin tohoto typu je proto udržení druhu a jeho regionálních populací (topodemů) vázáno schopností existovat i v těchto velmi různorodých podmínkách (Müller, 1975, 1977; Hattemer, 1978; Gregorius, et al., 1979; Weisgerber et al., 1985; Kleinschmit, 1987). U populací lesních dřevin probíhají selekční procesy vyvolávané vlivem prostředí. Jejich výsledkem je pak taková geneticky podmíněná skladba populace, která je schopna v daném prostředí přežít a mimo jiné odolávat konkurenčním vlivům ostatních druhů organismů a rozmnožovat se. Tyto procesy mohou u lesních dřevin probíhat pouze tehdy, jestliže jsou populace vybaveny dostatečnou genetickou proměnlivostí, která je základem jejich ekvalence. Je známo, že populace lesních dřevin se ve srovnání s některými jinými skupinami rostlin vyznačují značnou genetickou proměnlivostí (Geburek et al., 1989). Tak např. genetická proměnlivost vyjádřená středním stupněm heretozygocie je u dřevin listnatých ve srovnání např. s hvozdíkovitými asi 22X větší, ve srovnání se sladkými travami asi 110X větší. Podobné, jen o něco menší hodnoty byly registrovány i pro dřeviny jehličnaté (Ledig, 1986; Nevo, 1978 ex Geburek et al., 1989).

Během dlouhého života lesních dřevin se mohou objevit nové druhy nebo rasy parazitických organismů. Pouze dostatečná genetická proměnlivost může zajistit, že populace lesních dřevin jsou schopny vytvořit geneticky podmíněnou rezistenci k novým škodlivým biotickým faktorům. Příkladem druhu s malou genetickou proměnlivostí je např. endemická severoamerická borovice pryskyřičná (*Pinus resinosa*), která je od počátku sedmdesátých let v Kanadě a severovýchodních oblastech USA nebezpečně ohrožována odumíráním letorostů (*Gremmeniella abietina*) Geburek et al., 1989. Ve své existenci jsou ohroženy evropské druhy jilmů, kaštanovník jedlý a některé severoamerické pětijehličné borovice. Populace rostlin a zvířat mohou, i při silně zúžené genetické variabilitě přežít kratší časová období, avšak v období krize může genová výbava takovýchto populací např. genetickým driftem být tak silně ochuzena, že může dojít k jejich zhroucení (Geburek et al., 1989). Naproti tomu populace, které disponují velkým rezervoárem genů a genotypů, se mohou se změnami vlivy prostředí lépe vyrovnávat.

V současné době je největším nebezpečím, které ohrožuje a zužuje genetickou proměnlivost populací lesních dřevin, a tím i existenci celých regionálních populací, znečištění ovzduší. Známým příkladem těchto skutečností je destrukce převážně smrkových porostů v Krušných horách, Jizerských horách, Krkonoších a jinde v ČR, jakož i v některých oblastech Slovenska a v řadě dalších zemí v Evropě a mimo Evropu. Radou prací (Weisgerber, 1985 aj.) je prokázáno, že reprodukční schopnost populací lesních dřevin je znečištěním ovzduší ovlivňována v podstatě dvojím způsobem. V první řadě jde o škody na reprodukčních orgánech. Poruchami při tvorbě a klíčení pylu dochází mezi jinými k drastické redukci klíčivých semen, dále ke zhoršení dalších semenářských ukazatelů, jako je absolutní hmotnost semen, dále ke snižování počtu šišek a jejich hmotnosti aj. Ke snižování úrod v lesních porostech, které rostou pod výraznějším vlivem imisí, dochází také proto, že stro-

my předrůstové, které se významnou měrou podílejí na celkové produkci semen, bývají znečištěním ovzduší nejvýrazněji postihovány. Selektční vliv škodlivých látek v ovzduší je dále příčinou zužování proměnlivosti a změn genetických struktur v potomstvech poškozovaných porostů (Nather, 1986). Rychle se zvyšující selektční tlak může vést ke zhroucení adaptivních systémů v populacích nebo alespoň ke ztrátě části genetických informací ještě předtím, než mohou být přirozeným nebo jiným způsobem předány následné generaci.

Další nebezpečí, které může mít za následek výrazné zúžení genetické proměnlivosti populací lesních dřevin, jsou další kalamity, které v současné době ohrožují lesy, působené faktory abiotickými (vítr, sníh), biotickými (hmyzími škůdci, houbové choroby). Příkladem současné doby může být kůrovcová kalamita, která ohrožuje existenci původní vysokohorské populace smrku ztepilého v oblasti centrální Šumavy (LZ Kašperské hory, LS Modrava). Výrazné škody houbovými chorobami na dubech nevedou zatím k úplné extinkci cenných regionálních populací, mohou se však projevit ve větším či menším zúžení genetické proměnlivosti narušených částí populací, které přežily.

Problematika zúžení genetické proměnlivosti populací lesních dřevin je v současné době aktuální i v souvislosti s rozvojem šlechtění lesních dřevin a uplatňováním výsledků šlechtitelské práce v lesnické praxi. Šlechtění lesních dřevin, jehož základem je výběr, vede ke vzniku odrůd (kulturních populací, klonů), jichž genetická variabilita je zúžena. Nebezpečí ohrožení stability porostů, které vznikají s využitím šlechtěného materiálu, je závislé na způsobu, jak je šlechtěný materiál uplatňován v lesnické praxi. Šlechtitelské programy je třeba v zásadě orientovat tak, aby nedocházelo k neúměrnému zúžení genetické proměnlivosti odrůd do té míry, že by tato skutečnost mohla mít pro genetickou stabilitu výrazné negativní důsledky. Jednou ze základních zásad šlechtění lesních dřevin, která je zejména v posledních letech zdůrazňována řadou autorů (Stern, 1968; Hattemer, 1978, 1988; Nather, 1986; Ziehe a Hattemer, 1987; Albrecht, 1987, 1988; aj.) je nutnost, aby vedle určitého zúžení proměnlivosti na straně jedné (nezbytný důsledek selekce) byly zachovány v přiměřeném rozsahu i populace, především původní, s co možná největší šířkou genetické variability. Tyto populace mají být do budoucna potenciálním zdrojem genů pro využití ve šlechtění lesních dřevin a dále i pro potřeby lesnické praxe.

Zvláštní pozornosti z tohoto hlediska zasluhuje zejména tzv. klonové hospodářství. Počítá se s tím, že hospodaření se bude ve velkém rozsahu, na velkých plochách, s cílem dosáhnout co největší produkce biomasy, orientovat na selektovaný materiál s autovegetativního množení, pěstovaný v relativně krátkém čase turnusu. Příkladem těchto záměrů jsou některé koncepce (např. Libby, 1983) a do určité míry již realizované projekty s některými druhy borovic v USA, Austrálii, na Novém Zélandu aj. Přípravují se podobné projekty i v některých zemích Evropy, např. v SRN, kde se počítá s možností využití značných ploch uvolňovaných ze zemědělského půdního fondu pro produkci biomasy lesních dřevin v krátkých turnusech.

Původní (autochtonní) populace lesních dřevin, které vznikly přirozeným výběrem, jsou charakteristické životní zdatností (fitness). Jsou relativně stabilní, schopny spontánní reprodukce a uplatnění v konkurenci s ostatními druhy rostlin. Je obecně známo, že životní zdatnost „fitness“ nemusí být v některých případech identická s optimální produkcí objemovou a kvalitativní u populací lesních dřevin. Jako příklad lze uvést např. dub zimní, jehož centrem rozšíření a konkurenční schopnost ve vztahu k ostatním dřevinám je ve vegetačním lesním stupni doubrav a dále v bukových doubravách (veg. lesní stupeň 2). Ve vegetačním lesním stupni 3 — dubobukovém již konkurenční schopnost dubu ve vztahu k buku značně klesá, avšak v tomto stupni dub, pokud se v konkurenci s bukem udrží, ať už přirozeně nebo podporován biotechnickými zásahy, vykazuje často optimální objemovou produkci a kvalitu. Vysoce produktivní a kvalitní duby, jsou-li podporovány výchovou porostů, lze nalézt často jako příměs i ve vegetačním lesním stupni 4 — bukovém. Bez podpory pěstebními zásahy by však v tomto vegetačním lesním stupni dub zřetelně podlehl konkurenci buku.

Životní zdatnost (fitness) druhů dřevin, charakteristická stabilitou v lesních ekosystémech, je zpravidla vždy spojena se značnou genetickou proměnlivostí populace, jak již bylo zmíněno v úvodní kapitole. Konkrétním zdrojem genetické proměnlivosti je především sexuální rekombinace, pronikání genů do populace z populací sousedních (tok genů), a dále mutace (Geburek et al., 1989).

Jako teoretický příklad lze uvést problematiku odolnosti k pozdním mrazům. Populace se značnou genetickou proměnlivostí obsahují převážný podíl heterozygotů, tj. více méně graduálně intermediárních jedinců mezi typy, které se vyznačují na straně jedné časností rašení, na straně druhé pozdním rašením. Intermediární jedinci, zvláště jde-li o znaky podmíněné polygenně, se v některých případech dobou rašení více méně přibližují k prvnímu nebo druhému extrému, reprezentovanému více méně typy homozygotního charakteru. Dostaví-li se pozdní mráz, který může ohrozit jednak vegetativní orgány (rašící pupeny, čerstvě vyrašené listy), jednak květní orgány, podle doby, kdy mrazy nastanou, poškodí výrazně zpravidla jen část populace. Někteří jedinci jsou poškozeni slabě, takže mají schopnost regenerace, někteří nejsou poškozeni vůbec. Tato skutečnost vede k tomu, že populace s takovou širokou genetickou proměnlivostí je schopna, přes určité poškození, která vzniknou, se udržet, reprodukovat a vytvářet na daném stanovišti další generace.

Relativně značná genetická variabilita je nezbytná zejména u populací lesních dřevin s ohledem na to, že produkční doba v lesním hospodářství (obmýtl) je dlouhá a během tohoto dlouhého období jsou populace lesních dřevin vystaveny četným, mnohdy opakovaným škodlivým vlivům, z nichž některé, zejména meteorologické faktory mohou mít během dlouhého života lesních porostů i několikrát extrémní charakter.

Lesní porosty, tak jak se dnes zakládají a pěstují, se vesměs výrazně odlišují od původních, stabilních populací vzniklých přirozeným výběrem. Jde zejména o to, že jde o porosty s nepřirozenou druhovou skladbou, často i o porosty dřevin mimo oblast původního rozšíření.

Zvláště ohrožené jsou monokultury smrkové, do značné míry i borové v podmínkách, kde původně rostly převážně listnaté a smíšené lesní porosty. V těchto případech je široké genetické spektrum populací, jako základ stability, zvláště aktuální.

Lze uvést řadu případů, kdy nedostatečná genetická proměnlivost populací lesních dřevin měla za následek jejich destrukci. Jde např. o jednoklonové výsadby topolů, nebo směsi složené jen z několika málo klonů, které byly zdecimovány, zejména houbovými chorobami (Fröhlich, 1964; Günzl, 1976; Hattemer, 1978). Podobné příklady jsou známy v Japonsku v souvislosti s výsadbami kryptomerie japonské, která se odedávna v Japonsku množí vedle generativního způsobu i autovegetativně způsobem řízkováním.

V souvislosti s problémem stability lesních ekosystémů je třeba se zmínit o významu marginálních populací lesních dřevin, tj. populací rostoucích v mezních podmínkách jejich existence (hranice přirozeného areálu, extrémní stanoviště). K takovým populacím patří v podmínkách ČR např. borovice lesní ve vyšších horských polohách (Šumava, Krušné hory aj.), kde je vystavena jednak výrazným škodlivým vlivům abiotickým (sněhový tlak aj.), dále konkurenčnímu tlaku „klimaxových“ dřevin, především buku, jedle a smrku. Za marginální populaci lze považovat např. i jesenický (sudetský) modřín, který má reliktní charakter a který se v konkurenci ostatních dřevin (jedle, buk, smrk aj.) udržel zřejmě proto, že je vybaven soubory genů, které zabezpečují jeho širokou ekovalenci. Tento předpoklad dokumentují mimo jiné i výsledky četných provenienčních pokusů v ČSFR a zejména v zahraničí, např. i v některých mimoevropských zemích (USA, Kanada, Austrálie). Za marginální populace se specifickou výbavou genetickou je možno považovat i populace původních smrků, které se dodnes ve zbytcích zachovaly v nižších polohách ve vegetačních stupních 2 až 4. Jde např. o lokality původního výskytu smrku v Dolním Posázaví (LZ Kácov, Konopiště, ŠLP Kostelec nad Černými lesy), ve středním Povltaví (LZ Hluboká nad Vltavou, LS Poněšice). Pokud jde o populace na extrémních stanovištích, je možné uvést např. výskyty původních populací borovice lesní nebo jejich fragmentů na chudých, suchých, písčitých půdách, na sutích a skalnatých lokalitách známých např. z řady míst v Povltaví, smrkové porosty na horní hranici lesa, na rašeliništích, zakrslé bučiny rostoucí v extrémních klimatických a někdy i půdních podmínkách ve vyšších horských polohách (např. některé lokality v Krušných horách, Moravskoslezských Beskydech aj.). Populace lesních dřevin na těchto stanovištích zpravidla zdaleka nesplňují hospodářské požadavky z hlediska objemové produkce a kvality. Zaslouhují však, z hlediska možného využití zejména ve šlechtění lesních dřevin, specifické pozornosti, s ohledem na to, že mohou obsahovat soubory genů, které podmiňují jejich životní zdatnost, především stabilitu, právě v extrémních ekologických podmínkách, v nichž rostou.

SKUTEČNOSTI, KTERÉ BY MOHLY VÉST K NEÚMĚRNÉMU SNÍŽENÍ PROMĚNLIVOSTI BUDOUCÍCH GENERACÍ DŘEVIN V LESÍCH ČR

Největší nebezpečí pro neúměrné zúžení genetické proměnlivosti populací lesních dřevin představuje, jak již bylo zmíněno v úvodu, kom-

plex faktorů, které jsou přímým či nepřímým důsledkem znečištění ovzduší. Pokud nenastane extinkce celých lokálních či regionálních populací, dochází v porostech, které nejsou letálně poškozeny, ke změnám v jejich genetické struktuře [Kleinschmit, 1987]. Tyto změny vedou ke ztrátě genetických informací a tím dlouhodobě ke zhoršení adaptační schopnosti druhů, regionálních a dílčích populací lesních dřevin. Tyto skutečnosti mají dalekosáhlé ekologické a hospodářské důsledky.

Nebezpečí zúžení genetické proměnlivosti následných generací lesních dřevin by mohlo nastat teoreticky tehdy, jestliže by se sklizeň osiva omezovala u jednotlivých druhů jen na velmi malý počet uznaných porostů. Toto nebezpečí do určité míry eliminují zásady rajonizace reprodukčního materiálu lesních dřevin, tak jak jsou formulovány ve Směrnících pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos [1988].

Sklizeň osiva z malého počtu stromů v rámci uznaných jednotek, např. menšího než 40 až 50. Tato skutečnost může nastat a v minulosti již zřejmě nastávala při sklizni šišek se stojících stromů v porostech kategorie A. K tomuto jevu může docházet i při sklizni osiva (šišek) z pokácených stromů v těch případech, jsou-li domycovány jen malé porostní zbytky, nebo jestliže se při větších těžbách sklizeň omezí pouze na malý počet pokácených stromů, např. pouze na ty, které mají nadprůměrnou úrodu šišek.

Určité nebezpečí vzniká teoreticky při slabých úrodách, když šišky jsou nasazeny velmi roztroušeně pouze na jednotlivých, např. jen některých okrajových stromech. V těchto případech je možno předpokládat nižší podíl plných semen, nižší klíčivost, nižší absolutní hmotnost semen, i vyšší podíl osiva na samosprašení a jeho negativní důsledky.

Teoreticky může vzniknout nebezpečí určitého zúžení genetické proměnlivosti následné populace při sklizni šišek v uznaných porostech v těchto případech, kdy se sběr realizuje ze sousedních stromů jen v určité menší části porostu. Z výsledků výzkumu je známo, že na opylovacím procesu se účastní největším podílem stromy z nejbližšího okolí. U sousedních stromů v porostech z přirozené obnovy lze proto předpokládat možnost jejich určité genetické příbuznosti. Při sklizni a použití omezeného množství osiva pouze z těchto stromů by se v následné generaci mohlo nepříznivě projevit (deprese životaschopnosti aj.).

K určitému zúžení genetické proměnlivosti budoucích generací lesa by mohlo vést používání osiva ze semenných sadů v neúměrném rozsahu, podle našeho názoru v ČR např. větším než 30 % celkové potřeby. V důsledku tohoto postupu by docházelo ke vzniku relativně velkého počtu porostů prakticky stejného, nebo obdobného genetického složení. Nebezpečí zúžení by navíc mohly stupňovat ještě tyto další skutečnosti:

- Analogické nebo příbuzné klonové složení většího počtu semenných sadů jedné a téže dřeviny.
- Převážná sklizeň osiva určité dřeviny jen z velmi omezeného počtu sadů.
- Malý počet klonů použitých pro založení semenných sadů.
- Sklizeň šišek (osiva) v semenných sadech při slabých úrodách kdy fruktifikuje pouze menší podíl klonů v sadech zastoupených.

Naznačené eventuality jsou aktuální, což lze dokumentovat některými příklady ze zahraničí. Např. v SRN — Hessensku, se v současné době značná část potřeby osiva olše lepkavé kryje sklizní z několika málo semenných sadů. Semenné sady břízy bradavičnaté, zakládáné ve Finsku ve sklenících nebo fóliovnících produkují velká množství kvalitního osiva a sazenice z tohoto osiva vypěstované by mohly krýt značnou část potřeby reprodukčního materiálu této dřeviny v celé zemi. V zájmu zajištění potřebné genetické proměnlivosti je v současné době produkce a distribuce osiva ve Finsku vhodným způsobem usměrňována.

Jak již bylo zmíněno, značné potenciální nebezpečí by v budoucnu mohlo vzniknout produkcí sazenic z autovegetativního množení, ať již řízkováním nebo kulturami *in vitro*, v těch případech, jestliže by práce probíhaly živelně a nebyly součástí vhodných, promyšlených šlechtitelských programů. V současné době není v ČR tato problematika ještě zcela aktuální s ohledem na zatím velmi malý rozsah praktické produkce sazenic z vegetativního množení. Tato problematika však bude velmi časová již v nejbližších letech s ohledem na to, že na teoretických základech a praktickém využití výroby sazenic lesních dřevin řízkováním a kulturami *in vitro* se v současné době intenzívně pracuje.

SOUČASNÁ ZÁKLADNA PRO REPRODUKCI DŘEVIN V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

Zásady pro zajišťování a využívání reprodukčního materiálu dřevin v lesním hospodářství ČR jsou upraveny Směrnicemi pro uznávání a zabezpečování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos (1988). Na tyto směrnice navazují další opatření, již vydaná nebo jejichž uvedení v platnost se připravuje. Opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů mají mimo jiné řešit i instrukce pro zřizování genových základů lesních dřevin. Byl zpracován a lesnické praxi dán k dispozici výhledový plán dalšího uznávání lesních porostů pro sklizeň osiva (Šindelář, 1988) a výhledový plán dalšího zakládání semenných porostů a semenných sadů (Šindelář, 1987).

V ČR existuje v současné době 147 530,58 ha porostů uznaných ke sklizni osiva, z toho připadá na porosty kategorie A 13 244,11 ha (Machaniček a kol., 1989). Přehled o výměrách uznaných porostů podle jednotlivých krajů (v ploše jednotlivých krajů jsou zastoupeny nejen jednotky resortu MLVD ČSR, ale i ostatních kategorií správy lesů) a podle dřevin je patrný z tab. I. Převážná část ploch připadá na porosty smrku ztepilého, dále následuje co do plochy borovice lesní. Podle kalkulací (Šindelář, 1990), celková plocha uznaných porostů smrku ztepilého zajišťuje potřeby sklizně více než 10X, u borovice lesní asi 4X, u modřínu opadavého asi 1,1X. Nedostává se výrazně plochy uznaných porostů buku lesního a dubů, které představují základnu pro sběr osiva asi na úrovni 50 %. S ohledem na tyto skutečnosti uvažuje výhledový plán ploch uznaných jednotek (Šindelář, 1988) s určitou redukcí plochy uznaných porostů smrku ztepilého, dále s výrazným zvýšením (asi o 100 %) ploch uznaných porostů pro buk lesní a duby (tab. II a III). Počítá se s určitým zvýšením ploch uznaných porostů i pro modřín opadavý, s ohledem na jeho vzrůstající význam pro druhovou skladbu lesních porostů v imisních oblastech. Stejně tak se uva-

I. Plocha porostů uznaných ke sklizni osiva v ČR. Stav k 31. 12. 1989. Podle VÚLHM, VS Uherské Hradiště — The area of forest stands certified for seed harvest in the Czech Republic. After the Research Institute of Forestry and Game Management, Research Station at Uherské Hradiště. The state of the 31st Dec. 1989

Dřevina ¹	Kategorie — plocha ² [ha]		
	A	B	A + B
Smrk ztepilý ³	9 078,15	99 931,88	109 010,03
Jedle bělokorá ⁴	182,24	1 589,56	1 771,80
Borovice lesní ⁵	1 297,37	17 097,95	18 395,32
Modřín opadavý ⁶	393,50	2 684,87	3 078,37
Borovice černá ⁷	1,62	128,66	130,28
Borovice vejmutovka ⁸	0,30	176,95	177,25
Borovice horská ⁹	184,74	432,98	617,72
Douglaska tisolistá ¹⁰	45,11	145,51	190,62
Modřín japonský ¹¹	0,12	.	0,12
Smrk omorika ¹²	.	0,10	0,10
Duby ¹³	502,90	3 759,93	4 262,83
Buk lesní ¹⁴	1 474,47	7 409,40	8 883,87
Jasany ¹⁵	47,36	456,18	503,54
Javor horský ¹⁶	11,0	81,06	92,06
Jilm habrolistý ¹⁷	.	4,76	4,76
Jilm horský ¹⁸	3,26	4,28	7,54
Habr obecný ¹⁹	0,14	16,62	16,76
Lípa malolistá ²⁰	13,52	71,95	85,47
Olše lepkavá ²¹	6,80	124,67	131,47
Ořešák černý ²²	1,51	3,32	4,93
Bříza bradavičnatá ²³	.	158,92	158,92
Topol osika ²⁴	.	6,92	6,92
Celkem ²⁵	13 244,11	134 286,47	147 530,58

forest species¹, category — area (ha)², Norway spruce³, silver fir⁴, Scotch pine⁵, European larch⁶, Austrian pine⁷, white pine⁸, mountain pine⁹, Douglas fir¹⁰, Japanese larch¹¹, Serbian spruce¹², oaks¹³, European beech¹⁴, ash-trees¹⁵, sycamore maple¹⁶, smoothleaved elm¹⁷, wych elm¹⁸, European hornbeam¹⁹, small-leaved linden²⁰, black alder²¹, black walnut²², European birch²³, European aspen²⁴, total²⁵

žuje se zvýšením ploch uznaných porostů pro ostatní listnáče a jedli bělokorou v souladu s možnostmi, které jsou dány současnou existencí vhodných, relativně vitálních porostů těchto dřevin. Lze celkově konstatovat, že současná plocha uznaných jednotek, která je disponibilní, je s výjimkou buku a dubů dostatečná k tomu, aby bylo možno zajišťovat osivo značného počtu proveniencí, v souladu se zmíněnými směrnici.

K souboru poznatků o potenciální proměnlivosti osiva sklízeného z uznaných jednotek přispívají, vedle údajů o celkových plochách, i in-

II. Výhledový plán jednotek uznaných ke sklizni osiva kategorie A + B podle dřevin a kategorií správy. Jehličnany – [ha] – A long-range plan of units certified for the harvest of category A + B seed with respect to the species and categories of management. Conifers – [ha]

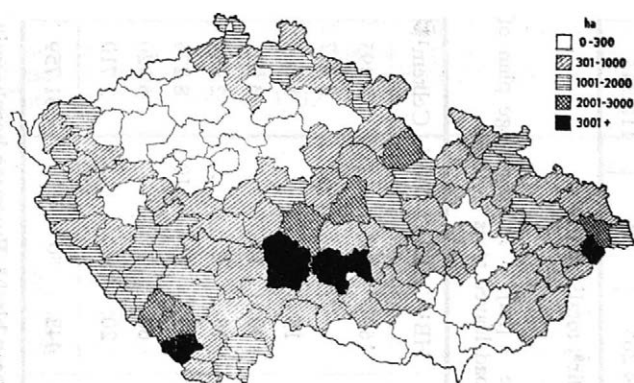
Kategorie správy ¹	SM ²	JD ³	BO ⁴	BH ⁵	BC ⁶	BV ⁷	MD ⁸	DG ⁹	Celkem ¹⁰
StřSL Benešov	4 840	98	3 420	.	79	10	710	46	9 203
JčSL České Budějovice	12 800	590	4 550	190	.	9	322	29	18 490
ZčSL Plzeň	13 750	325	3 440	.	4	12	340	19	17 890
SčSL Teplice	4 350	2	2 220	.	5	54	251	4	6 886
VčSL Hradec Králové	12 520	150	3 040	450	20	74	485	31	16 770
JmSL Brno	10 200	275	2 910	.	11	.	900	29	14 325
SmSL Krnov	17 950	850	775	.	.	2	845	5	20 427
Ostatní ¹¹	6 290	215	1 350	50	.	2	412	33	8 352
Celkem ¹⁰	82 700	2 505	31 705	690	119	163	4 265	196	112 343

category of management¹, spruce², fir³, Scotch pine⁴, mountain pine⁵, Austrian pine⁶, pine⁷, larch⁸, Douglas fir⁹, total¹⁰, other¹¹

III. Výhledový plán jednotek uznaných ke sklizni osiva kategorie A + B podle dřevin a kategorií správy. Listnáče – [ha] – A long-range plan of units certified for the harvest of category A + B seed with respect to the species and categories of management. Broad-leaved trees – [ha]

Kategorie správy ¹	DB ²	BK ³	JV ⁴	JS ⁵	JL ⁶	LP ⁷	OL ⁸	BŘ ⁹	HB ¹⁰	AK ¹¹	OŘ ¹²	Celkem ¹³
StřčSL Benešov	1 920	890	11	94	.	53	92	260	160	13	1	3 493
JčSL Č. Budějovice	530	1 575	47	4	10	42	85	124	.	.	.	2 417
ZčSL Plzeň	380	1 043	16	13	.	11	41	144	15	6	.	1 669
SčSL Teplice	860	1 960	52	130	1	23	55	170	30	10	.	3 291
VčSL Hradec Králové	1 180	1 440	28	18	.	11	118	170	18	.	.	2 983
JmSL Brno	3 880	3 530	35	296	.	160	79	120	145	21	10	8 276
SmSL Krnov	876	5 360	84	193	5	135	80	128	60	.	.	6 920
Ostatní ¹⁴	873	1 668	28	13	.	23	30	55	20	.	.	2 710
Celkem ¹³	10 498	17 466	301	761	16	458	580	1 171	448	50	10	31 759

category of management¹, oak², beech³, maple⁴, European ash⁵, elm⁶, small-leaved linden⁷, black elder⁸, European birch⁹, European hornbeam¹⁰, poplar¹¹, black walnut¹², total¹³, other¹⁴



1. Přehled ploch porostů uznaných ke sklizni osiva pro smrk ztepilý podle LZ — A survey of the areas of forest stands certified for seed harvest in Norway spruce, as belonging to the forest establishments

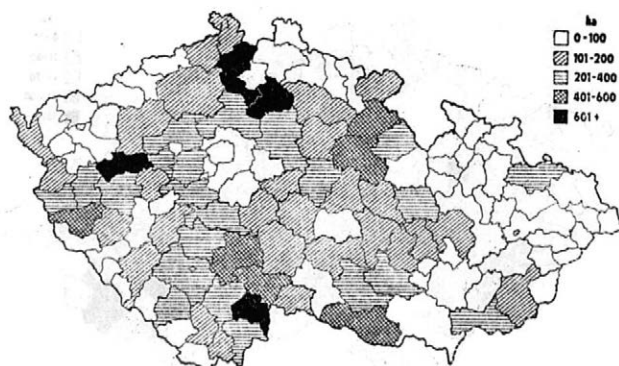
formace o počtu a velikosti uznaných jednotek. Např. pro smrk ztepilý, pro porosty kategorie A, existuje v současné době 1666 uznaných jednotek o celkové výměře 9078,15 ha, pro kategorii B pak 3054 jednotek o rozloze 99 931,88 ha (Pípal, 1989). Průměrná výměra uznané jednotky kategorie A je 5,44 ha, kategorie B 32,38 ha. Uznané jednotky B vznikají, v souladu s platnými směrnicemi, ve většině případů slučováním několika porostů (dílčích populací). Průměrný počet porostů pro smrk, sloučených do rámce jedné jednotky kategorie B, je v průměru 9. Pro ostatní druhy dřevin, zejména pak listnaté, jsou výměry uznaných jednotek značně menší, což je mimo jiné důsledkem relativně malého zastoupení těchto dřevin v druhové skladbě lesních porostů.

I když je základna pro sklizeň uznaných porostů — z hlediska žádoucí genetické proměnlivosti populací lesních dřevin dalších generací dostatečná, je důležité, aby se uznané jednotky, v letech úrody, v dostatečném spektru ke sklizni využívaly (Schmidt—Vogt, 1968; Albrecht, 1987; Hattemer et al., 1988). Účel, který se sleduje, tj. dostatečná genetická variabilita, by nebyla zajištěna v případech, jestliže by se sklizeň omezovala a soustřeďovala pouze na relativně malý počet uznaných jednotek.

Určité údaje o potenciální proměnlivosti budoucích generací lesních dřevin v lesích ČR naznačují i současné zásoby osiva skladovaného u VČSL, závodu služeb v Týništi nad Orlicí (Vašíček, 1989). Jako příklad uvádíme v tab. IV počet oddílů a množství osiva smrku, borovice a modřínu pro JČSL podle stavu k 30. 6. 1989. Z tabulky je patrné, že pro oblast jihočeských státních lesů je v současné době k dispozici 58 oddílů osiva smrku, 170 oddílů osiva borovice a 34 oddílů osiva modřínu opadavého. Vedle zásob osiva jsou v semenářském závodě skladovány ještě nevyluštěné šišky, ve větším množství zejména modřínu opadavého a borovice lesní. Je pochopitelné, že skladba budoucích porostů smrku, borovice a modřínu v jihočeském kraji nemusí být pouze odrazem uvedeného spektra zásob pro jihočeský kraj. V provenienčním složení se může projevit i mezikrajová distribuce osiva a přirozená obnova.

Pokud jde o semenné sady, mají v současné době význam pro lesnickou praxi jen sady borovice lesní a modřínu opadavého. Sady těchto dřevin, jejichž výměra obnáší v současné době v ČR pro borovici lesní 112,23 ha, pro modřín opadavý 99,31 ha, fruktifikují a jejich produkce představuje přibližně v průměru asi 20 až 25 % celkové potřeby osiva. Dostatečná genetická proměnlivost osiva produkovaného v semenných

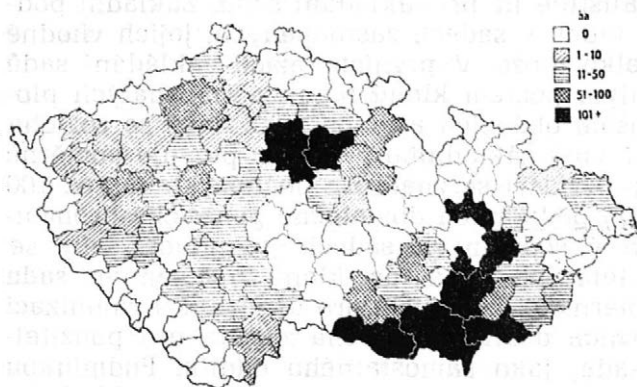
2. Přehled ploch porostů uznaných ke sklizni osiva pro borovici lesní podle LZ — A survey of the areas of forest stands certified for seed harvest in Scotch pine, as belonging to the forest establishments



sadech se do značné míry zajišťuje již při zakládání sadů. Základní podmínkou je dostatečný počet klonů v sadech zastoupených, jejich vhodné rozmístění na dostatečně velké ploše. V prvních fázích zakládání sadů se pracovalo s relativně malým počtem klonů na poměrně malých plochách (1 až 2 ha), v pozdějších obdobích a v současné době se rozloha semenných sadů pro lesní dřeviny základního výzkumu plánuje poměrně značná (zpravidla 5 ha, příp. i větší) se značným počtem klonů (až 100 příp. i více). Další významnou podmínkou dostatečné genetické proměnlivosti osiva produkovaného v semenných sadech je nutnost, aby se fruktifikačního procesu podílela podstatná část klonů v semenném sadu zastoupených. Proto je ve směrnících z r. 1988 pro uznávání a rajonizaci reprodukčního materiálu lesních dřevin stanovena zásada pro použitelnost osiva ze semenného sadu, jako samostatného oddílu. Podmínkou je účast minimálně 50 % klonů v sadu zastoupených na fruktifikačním procesu, a dále určitá minimální sklizeň šišek z plochy 1 ha. Další podmínkou dostatečné genetické variability osiva produkovaného v semenných sadech je požadavek, aby klonové složení sadů určité dřeviny bylo dostatečně variabilní, resp. aby každý semenný sad v souladu s tím, pro jaké oblasti je určeno produkované osivo, měl jinou klonovou skladbu. Jde tedy v podstatě o to, aby se v semenných sadech uplatňoval dostatečný počet výběrových stromů. V prvních fázích zakládání semenných sadů, specificky u modřínu, tato podmínka nebyla plněna, mimo jiné se zřetelem na to, že teoretické otázky, spojené se zakládáním semenných sadů a využíváním osiva ze sadů nebyly v té době ještě dostatečně propracovány. Proto první semenné sady modřínu opadavého, zakládáné ostatně na relativně malých plochách s relativně malým počtem klonů, měly přibližně stejná klonová složení. Pokud jde o borovici a modřín, je v současné době evidováno pro každou z těchto dřevin více než 1000 výběrových stromů (borovice lesní 1268, modřín opadavý 1281), z nichž převážná většina je vegetativně množena a uplatněna v semenných sadech. Totéž platí i pro semenné sady smrku ztepilého. Výměra semenných sadů ostatních druhů lesních dřevin je v současné době v ČR velmi malá a tyto sady zatím nemají z hlediska produkce osiva pro lesnickou praxi význam. Celkově lze konstatovat, že klonová skladba semenných sadů, především borovice lesní a modřínu opadavého a ostatní podmínky by měly vytvářet předpoklady pro produkci osiva s dostatečnou geneticky podmíněnou proměnlivostí. Navíc nutno uvážit, že osivo ze semenných sadů představuje sice významný přínos pro krytí potřeby osiva



3. Přehled ploch porostů uznaných ke sklizni osiva pro modřín opadavý podle LZ — A survey of the areas of forest stands certified for seed harvest in European larch, as belonging to the forest establishments



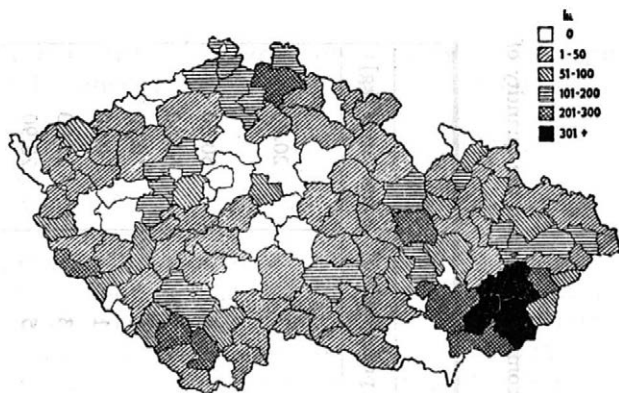
4. Přehled ploch porostů uznaných ke sklizni osiva pro duby podle LZ — A survey of the areas of forest stands certified for seed harvest in oaks, as belonging to the forest establishments

v lesním provozu, přesto však je pouhým doplňkem k reprodukčnímu materiálu z porostů uznaných ke sklizni osiva, které jsou a do budoucna zůstanou základním zdrojem pro potřeby lesního hospodářství v ČR.

Jak již bylo zmíněno, stává se v současné době aktuální produkce sazenic lesních dřevin z autovegetativního množení řízkováním a kulturami *in vitro*. Základní podmínkou pro použití sazenic z autovegetativního množení v lesnické praxi je dostatečný počet klonů v rámci syntetických odrůd, které mají představovat praktický výsledek realizace konkrétních šlechtitelských programů. Pokud by docházelo spíše ve výjimečných případech k množení cenných dílčích populací lesních dřevin řízkováním bez evidence jednotlivých klonů (tzv. bulk propagation), pak je třeba, aby pro odběr řízků bylo použito co nejvíce jedinců množení dílčí populace.

Jedním z významných opatření, které může přispět k zachování dostatečné genetické variability následných populací lesních dřevin je přirozená obnova. Přirozená obnova navíc představuje účinnou cestu k zachráně a reprodukci genových zdrojů populací lesních dřevin. Je možno konstatovat, že přirozená obnova lesních porostů, která byla v minulých asi dvou až třech posledních desetiletích v lesním hospodářství ČR nedoceňována a zanedbávána často se zřetelem na okamžité efekty vyplývající z racionalizace těžebního procesu a využití mechanizace, často nevhodné, postupně získává určité uznání a mnohde i podporu. Přirozená obnova je mimořádně cenná i v těch případech, kdy se touto cestou

5. Přehled ploch porostů uznaných ke sklizni osiva pro buk lesní podle LZ — A survey of the areas of forest stands certified for seed harvest in European beech, as belonging to the forest establishments



docílí pouze částečné reprodukce a zbytky ploch se zalesňují jinými dřevinami, případně i částečně stejnou dřevinou uměle.

NÁSTIN DALŠÍCH OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ DOSTATEČNÉ GENETICKY PODMÍNĚNÉ PROMĚNLIVOSTI NÁSLEDNÝCH GENERACÍ LESNÍCH DŘEVIN

Sklizeň osiva z dostatečného počtu uznaných jednotek. Neměly by se do budoucna vyskytovat případy, že podstatná část šišek dřevin jehličnatých, sklizených v rámci obvodu jedné lesní správy pochází z jedné uznané jednotky (eventuálně porostu), kde se realizovala těžba většího rozsahu.

Při sklizni šišek ze stojících stromů v uznaných jednotkách kategorie A není možné omezovat se pouze na několik málo stromů, ale sklizeň uskutečnit alespoň ze 40 až 50 stromů v rámci porostu. Totéž platí i pro případy, kdy se sklizeň uskutečňuje v porostech kategorie A z pokácených stromů.

Sklizeň osiva je třeba realizovat ve větším rozsahu v letech dobrých úrod. Slabších a slabých, vedle úrod dobrých a plných, využívat především k přirozené obnově lesních porostů.

Při sklizni žaludů a bukovic sběrem řízení vhodná orientace pouze na sklizeň pod silněji fruktifikujícími okrajovými stromy a více méně soliterními jedinci. Pokud má sklizeň tento charakter, je třeba dbát na to, aby osivo takto sklizené bylo soustředěno jako směs do rámce jednoho oddílu z většího počtu lokalit uznané jednotky. Vyloučit tedy možnost, že se vyseje osivo a použije sazenic, které pocházejí ze sklizně jen několika málo stromů.

Jestliže se perspektivně uvažuje s přirozenou obnovou modřínu nebo borovice z výstavků, ponechat pro účely obnovy na holině větší počet výstavků, pokud možno ve skupinách. Tento postup zajistí nejen žádoucí genetické spektrum v následné populaci (dostatečné křížové opylení), ale i žádoucí jakost produkovaného osiva (podíl plných semen, klíčivost, relativně malý podíl osiva ze samosprašení).

Pokud jde o semenné sady, je třeba zachovat žádoucí proporci mezi produkcí osiva ze semenných sadů a z porostů uznaných ke sklizni osiva ze sadů pro borovici lesní a modřín asi do 30 % celkové potřeby). Dále je třeba dodržovat zásady o používání osiva ze semenných sadů tak, jak jsou formulovány ve Směrnících pro uznávání a zabezpečení reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos (1988). Je dále třeba,

IV. Počet oddílů a množství osiva smrku, borovice a modřínu. JČSL. Stav zásob k 30. 6. 1989 — The number of compartments and the quantity of spruce, pine and larch seed. South Bohemian State-owned forests. The growing stock of the 30th June 1989

Lesní závod ¹	Smrk ²		Borovice ³		Modřín ⁴	
	počet oddílů ⁵	množství ⁶ [kg]	počet oddílů ⁷	množství ⁶ [kg]	počet oddílů ⁷	množství ⁶ [kg]
Český Krumlov	3	26,25	22	368,15	.	.
Český Rudolec	8	524,30	12	52,50	3	20,90
Hluboká	4	108,70	7	76,25	.	.
Jindřichův Hradec	3	89,60	12	138,00	4	50,50
Pelhřimov	7	384,40	21	78,25	9	60,60
Kaplice	1	65,30	10	110,10	1	0,70
Milevsko	2	54,90	9	119,50	1	9,80
Nové Hradky	2	41,65	11	204,80	3	35,00
Písek	1	63,60	11	92,25	5	28,90
Prachatice	14	602,25	1	5,30	.	.
Tábor	1	24,80	14	169,00	2	10,40
Třeboň	5	140,50	38	296,85	3	15,20
Vimperk	6	90,00	.	.	3	3,95
Vyšší Brod	1	72,00	2	5,20	.	.
Celkem ⁷	58	2 288,25	170	1 606,15	34	235,95

forest establishment¹, spruce², pine³, larch⁴, number of compartments⁵, quantity⁶ (kg), total⁷

aby v platnosti zůstaly a byly v praxi realizovány dosavadní principy pro další zakládání semenných sadů (rozlohy sadů, počet zastoupených klonů atd.).

Pokud půjde o využívání sazenic z autovegetativního množení v lesnické praxi, bude nutno dodržovat již výše zmíněné zásady tvorby syntetických odrůd s dostatečným počtem klonů a to v rámci realizace prakticky orientovaných šlechtitelských programů. Vyloučit možnosti používání sazenic z autovegetativního množení vyrobených náhodně a neplánovitě bez nutné patřičné evidence a možnosti identifikace původu (klonů) a podílu sazenic jednotlivých klonů v rámci souborů. U dílčích populací, kde bude povoleno autovegetativní množení bez evidence jednotlivých klonů, zajistit odběr řízků z dostatečného množství jedinců populací tvořících.

Uplatňovat přirozenou obnovu v maximální míře v první řadě v genových základnách, porostech uznaných ke sklizni osiva a všude tam, kde jsou pro tento postup vhodné podmínky, s využitím potřebných opatření pěstebních a ochrannářských (vhodný pěstebně-těžební postup v porostech, úprava poměrů půdních přípravou nebo zraňováním půdního krytu, šetrivé způsoby těžby a soustřeďování dříví, ochrana náletů a nárostů před škodami zvěří oplocováním aj.).

Při respektování naznačených postupů lze vyslovit předpoklad, že v ČR jsou v současné době reálné podmínky pro to, aby byla zajištěna a vytvářena dostatečná geneticky podmíněná proměnlivost následných generací lesních dřevin, která představuje jednu ze základních podmínek pro stabilitu lesních ekosystémů do budoucna. Těživý problém představují oblasti, kde v extrémní míře působí na lesy znečištění ovzduší, kde došlo a dochází k extinkci, především smrku ztepilého na rozlehlých plochách a dále ke genetické erozi těch populací, které nejsou letálně poškozeny. V těchto případech je nutno, cestou speciálních opatření (reprodukce generativní a vegetativní vesměs *ex situ*) řešit souběžně úkol zachrany a reprodukce genových zdrojů ohrožených populací a tím i problém jejich genetické proměnlivosti.

DISKUSE

Problematika zachování genetické proměnlivosti v populacích lesních dřevin je většinou přímo spojována s otázkou zachrany a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin (Müller, 1975; Weisgerber et al., 1985; Nather, 1986; Albrecht, 1987; Ziehe a Hattemer, 1988 aj.). Proto i navrhované postupy k zachování genetické variability mají do značné míry obdobný charakter jako opatření k zachraně a reprodukci genových zdrojů (Albrecht, 1987 aj.). V rámci diskuse uvádíme proto jen vybrané náměty, které ve srovnání s celkovými závěry předpokládané práce naznačují některé další aspekty nastíněné problematiky.

Téměř veškerá pěstitelská opatření mají vliv na genetické složení lesních porostů. Toto opatření mohou mít, z hlediska genetické variability dílčích populací, vliv pozitivní nebo negativní, nebo mohou být více méně indiferentní (Geburek et al., 1989).

Při umělém zakládání porostů může výrazně přispět ke genetické diverzitě zakládaných porostů míšení osiva vhodných proveniencí. Tento

postup se doporučuje tehdy, jestliže je dřevina ohrožena jako druh, např. pro jilmy, kaštan jedlý (Bazzigher a Miller, 1987) nebo pro různé ohrožené druhy rodu *Sorbus*. Nevhodné je smíšení osiva tehdy, jestliže existují samostatné populace, u nichž lze předpokládat koadaptační komplexy genů, které by mohly být při smíšení osiva narušeny. Zobel a Talbert (1984) zdůrazňují, že lokálně přizpůsobené (adaptované populace) je třeba množit, aniž by byly míchány, jelikož by se tím jejich ekovalence (adaptační schopnost) narušila. Je vhodné míchat osivo jedné a téže provenience z různých roků sběru. V praxi se však tento postup zřídka kdy realizuje (Geburek et al., 1989). Směrnice pro uznávání a zabezpečení zdrojů lesního osiva a pro jeho přenos z r. 1988 tento postup uvažují a doporučují specificky pro osivo ze semenných sadů pro odděly ze slabších úrod.

Zakládání hustých porostů při umělé výsadbě, za účelem zvýšení genetické proměnlivosti, zejména se zřetelem na odolnost ke znečištění ovzduší, nemá smysl s ohledem na to, že náchylnost jedinců k imisím se projevuje až ve stavu zapojené mlaziny (Burschel a Mosandl, 1985).

Doporučuje se přirozená obnova lesních porostů tak, aby probíhala více let, jelikož tento postup vede ke zvýšení počtu kombinací mezi rodičovskými jedinci a tím i ke zvětšení genetické variability nově vzniklých porostů (Müller — Starck et al., 1982).

Jestliže mají lesní porosty sloužit ke sklizni osiva, není vhodné, příliš snižovat v těchto porostech zakmenění, jelikož tím se nevhodně ovlivňuje systém párování při fruktifikačním procesu. V porostech, které jsou nadměrně uvolněny, dochází ve zvýšené míře k samoopylení a samooplození, což má za následek zúžení genetické proměnlivosti budoucí populace na straně jedné a současně i snížení jakosti produkovaného osiva (Farris a Mitton, 1984; Rudin, 1986).

Pokud jde o výchovu lesních porostů, nemá na genetickou strukturu prokazatelně žádný vliv pouze schematický zásah. O vlivu zásahů selektivních na genetickou strukturu lesních porostů nejsou v současné době k dispozici téměř žádné informace (Wilusz a Giertych, 1974).

SOUHRN

Jedním ze základních úkolů současného lesního hospodářství je ochrana a reprodukce lesů a zajištění stability lesních ekosystémů. K souboru opatření, která je třeba realizovat, patří zabezpečení dostatečné variability lesních dřevin a to nejen jako druhu, ale i jednotlivých regionálních populací (topodemů). Nebezpečí zúžení genetické variability populací lesních dřevin v lesním hospodářství ČR je aktuální v první řadě z toho důvodu, že lesy jsou ohrožovány a poškozovány komplexem faktorů, které jsou důsledkem vlivu znečištění ovzduší na prostředí. Vedle toho, že nastává extinkce některých regionálních populací lesních dřevin (smrk v Krušných horách, Jizerských horách aj.) dochází k erozi genofundu v těch populacích lesních dřevin, které nejsou letálně poškozeny. Vedle přímých škod působených imisemi, ohrožují genetické zdroje lesních dřevin i další kalamitní vlivy, jako jsou škody větrem, sněhem, hmyzími škůdci a houbové choroby. Aktuálnost opatření k zabezpečení do-

statečné genetické proměnlivosti populací lesních dřevin dokumentuje dále i skutečnost, že šlechtění lesních dřevin dospělo v současné době v řadě směrů do realizačních fází a výsledky šlechtitelských prací se začínají ve znatelném měřítku uplatňovat v lesnické praxi. V důsledku selekce bude docházet, uplatňováním vyšlechtěných odrůd, k určitému zúžování genetické variability následných populací lesních dřevin. Metodické zásady šlechtitelské musí zajišťovat, aby zúžení genetické proměnlivosti v důsledku selekce nedosáhlo takového stupně, který by mohl ohrozit stabilitu lesních ekosystémů. Současně je proto jedním ze základních úkolů genetiky a šlechtění lesních dřevin realizace vhodných opatření k udržení a reprodukci genových zdrojů populací lesních dřevin, zajištění jejich dostatečné proměnlivosti tak, aby mohly v budoucnu být využívány pro účely šlechtění i pro potřeby lesnické praxe.

Stručně jsou zmíněny skutečnosti, které by mohly být důsledkem neúměrného zúžení genetické proměnlivosti lesních dřevin v ČR. Jde především o další snížení stability ekosystémů a zvýšení ohrožení lesních porostů škůdci a chorobami. V extrémních případech by mohlo docházet i ke zhroucení některých populací zvláště na extrémních stanovištích a v extrémních klimatických poměrech v důsledku neschopnosti adaptace populací k těmto podmínkám.

Jako konkrétní možné příčiny neúměrného zúžení genetické proměnlivosti populací lesních dřevin může v ČR přicházet v úvahu zejména sklizeň osiva z malého počtu uznaných porostů, z malého počtu stromů v rámci uznaných jednotek, neúměrný rozsah využívání osiva ze semenných sadů, nedostatečný počet klonů v odrůdách z autovegetativního množení.

Na základě analýzy současného stavu reprodukční základny v ČR (porosty uznané ke sklizni osiva, semenné sady, přirozená obnova lesních porostů, koncepce výroby sazenic z autovegetativního množení) je navržen soubor opatření k zajištění dostatečné variability genových zdrojů lesních dřevin v ČR. Jde zejména o dostatečnou základnu porostů uznaných ke sklizni osiva, vhodné metodické a technické postupy při sklizni osiva, rozšíření přirozené obnovy lesních porostů a vhodné postupy přirozené obnovy. Jako další opatření je třeba dodržovat zásady používání osiva sklizeného v semenných sadech v souladu s ustanovením Směrnic pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos. Výrobu sazenic z autovegetativního množení (řízkování, kultury *in vitro*) je třeba realizovat pouze v rámci programů organizovaných lesnickým výzkumem a semenářskošlechtitelskými stanicemi státních lesů. Syntetické odrůdy z autovegetativního množení musí být tvořeny dostatečným počtem klonů v souladu s ustanovením již zmíněných směrnic z r. 1988.

Literatura

- ALBRECHT, J.: Erhaltung genetischer Ressourcen am Beispiel der Fichte in Hessen. Forst- u. Holzwirt, 42, 1987, s. 208-209.
ALBRECHT, J.: Massnahmen zur Erhaltung der genetischen Vielfalt seltener Baumarten in Hessen. Forst- u. Holzwirt, 42, 1987, s. 205-208.
ALBRECHT, J.: Forstpflanzenzüchtung und genetische Variation. Allg. Forst- u. Jagdztg., 159, 1988, s. 84-87.
ALBRECHT, J.: Forstpflanzenzüchtung und genetische Aspekte der künstlichen Bestandesbegründung. Forstarchiv, 59, 1988, s. 12-17.

- BURSCHEL, P. — MOSANDL, R.: Waldbau angesichts neuartiger Waldschäden. 1985 (Ex: Geburek, Th., Stephan, B. R. et Scholz, F.: Forstwiss. Cbl., 108, 1989, s. 204-211).
- FARRIS, M. A. — MITTON, J.: Population density, outcrossing rate and heterozygosity superiority in ponderosa pine. *Evolution*, 38, s. 1151-1154.
- FRÖHLICH, H. J.: Die Exkursion des Zentral-europäischen Pappelkongresses unter dem Blickwinkel aktueller Fragen der Pappelwirtschaft in Deutschland. *Forst- u. Holzwirt*, 19, 1964, s. 249-253.
- GEBUREK, Th. — STEPHAN, B. R. — SCHOLZ, F.: Zur Erhaltung genetischer Variation in Waldbaumpopulationen. *Forstwiss. Cbl.*, 108, 1989, s. 204-211.
- GREGORIUS, H. R. — BERGMANN, F. — MÜLLER-STARCK, G. — HATTEMER, H. H.: Genetische Implikationen waldbaulicher und züchterischer Massnahmen. *Allg. Forst- u. Jagdztg.*, 150, 1979, s. 30-41.
- GREGORIUS, H. R. — HATTEMER, H. H. — BERGMANN, F. — MÜLLER-STARCK, G.: Umweltbelastung und Anpassungsfähigkeit von Baum populationen. *Silvae Gent.*, 34, 1985, s. 230-241.
- GÜNZL, L.: Welche Pappelsorten haben sich bis 1975 in Österreich bewährt? *Holzwirtschaft*, 30, 1976, s. 30-34.
- HATTEMER, H. H.: Bedeutung der genetischen Vielfalt der Waldbäume für die Forstwirtschaft. *Forstarchiv*, 49, 1978, s. 249-256.
- HATTEMER, H. H. — MÜLLER-STARCK, G.: Genetische Aspekte der künstlichen Bestandesgründung. *Forstarchiv*, 59, 1988, s. 12-17.
- KLEINSCHMIT, J.: Forstgenetische Perspektiven der Waldschäden in Mitteleuropa und Möglichkeiten der züchterischen Beeinflussung. Ex: Möglichkeiten und Grenzen der Sanierung immissionsgeschädigter Waldökosysteme. Univ. f. Bodenkultur, Wien, 1987, s. 125-134.
- LEDIG, Th.: Heterozygosity, Heterosis and Fitness in outbreeding plants. 1986 (Ex: Geburek, Stephan et Scholz, E.: Zur Erhaltung genetischer Variation in Waldbaumpopulationen. *Forstwiss. Cbl.*, 108, 1989, s. 204-211).
- LIBBY, W. J.: The clonal option. *Norwegian Forest. Res. Institute*, 1983, As, 32 s.
- MACHANÍČEK, J. a kol.: Zpráva o činnosti na úseku uznávání lesních dřevin a semenných plantáží. 1989. VÜLHM, VS Uherské Hradiště, 2 s. + tab. (rukopis).
- MÜLLER, G.: Untersuchungen über die natürliche Selbstbefruchtung in Beständen der Fichte (*Picea abies* L.) Karst. und Kiefer (*Pinus sylvestris* L.). *Silvae Genet.*, 26, 1977, s. 207-217.
- MÜLLER-STARCK, G. — ZIEHE, M. — BERGMANN, F. — GREGORIUS, H. R. — HATTEMER, H. H.: Die Samenplantage als Instrument der Vermehrung von Waldbäumen. *Allg. Forst- u. Jagdztg.*, 153, 1982, s. 220-229.
- NATHER, J.: Waldbauliche Massnahmen zur Erhaltung der genetischen Vielfalt. *Allg. Forstzeitung*, 1986, s. 64-65.
- NEVO, G.: Genetic variation in natural populations. *Patterns and Theory. Pop. Biol.* 13, 121-127 (Ex: Geburek, Th., Stephan, B. R. et Scholz, E.: Zur Erhaltung genetischer Variation in Waldbaumpopulationen. *Forstwiss. Cbl.*, 108, 1989, s. 204-211).
- PIPAL, M.: Přehled ploch a počtu jednotek lesních dřevin uznaných ke sklizni osiva. VÜLHM, VS Uherské Hradiště, 1989, rukopis.
- RUDIN, D. — MUONA, O. — YAZDANI, R.: Comparison of the mating system of *Pinus sylvestris* in natural stands and seed orchards. *Hereditas*, 104, 1986, s. 15-19.
- SCHMIDT — VOGT, H.: Zur Anerkennung von Fichtenbeständen. *Allg. Forstzeitung*, 23, 1968, s. 123-127.
- STERN, K.: Die Bedeutung genetischer Polymorphismen für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung. *Allg. Forst- u. Jagdztg.*, 139, 1968, s. 199-204.
- ŠINDELÁŘ, J.: Opatření k záchraně a reprodukci genofondu lesních dřevin. [Závěrečná zpráva.] VÜLHM Jiloviště - Strnady, 1987; 114 s.
- ŠINDELÁŘ, J.: Výhledový plán semenářských zdrojů (uznané porosty kategorie A, B). [Závěrečná zpráva.] VÜLHM Jiloviště - Strnady, 1988, 45 s. + příl.
- VASÍČEK, J.: Přehled zásob osiva lesních dřevin v závodu služeb Východočeských státních lesů, Týniště nad Orlicí, 1989, rukopis.
- WEISGERBER, H.: Wünschbares und Machbares bei der Erhaltung forstlicher Genresources. *Forst- u. Holzwirt*, 42, 1985, s. 203-205.
- WEISGERBER, H. — ALBRECHT, J. — BOHNENS, J. — KEHEL, H. B. — RAU, M. M. — SCHULTZKE, R.: Bedrohung der genetischen Vielfalt unserer Wälder durch Immissionen. Gegenmassnahmen der Forstpflanzenzüchtung. *Forst- u. Holzwirt*, 40, 1985, s. 235-238.

- WILUSZ, W. — GIERTYCH, M.: Effects of classical silviculture on the genetic quality of the progeny. *Silvae Genet.*, 23, s. 127-129.
- ZIEHE, M. — HATTEMER, H. H.: Populationsgenetische Ansätze zur Resistenz gegenüber Umweltschäden. *Allg. Forst- u. Jagdztg.*, 158, 1987, s. 217-222.
- ZIEHE, M. — HATTEMER, H. H.: Genetische Variation und Züchtung von Waldbäumen. *Allg. Forst- u. Jagdztg.*, 159, 1988, s. 88-92.
- ZOBEL, B. — TALBERT, J.: Applied forest tree improvement. New York 1984 (Ex: Geburek, T. — Stephan, B. R. — Scholz, E.: Zur Erhaltung genetischer Variation in Waldbaumpopulationen. *Forstwiss. Cbl.*, 108, 1989, s. 204-211).
- Směrnice pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos. Praha, 1988, 22 s. + přílohy.

Došlo 14. 3. 1990

SINDELÁŘ, J. (Research Institute of Forestry and Game Management, Jíloviště-Strnady): *Risks of narrowing the genetic variability of forest species populations in the Czech Republic and its impacts.* *Lesnictví*, 37, 1991 (3) : 213-232.

A possibility of narrowing the genetic variability of forest species populations in the forestry of the Czech Republic is a topical problem: the first reason is that the forest are exposed to and damaged by a complex of factors related to the effect of air pollution on the environment. All this leads to the extinction of certain regional populations of forest species (spruce in the Krušné Mts., in the Jizerské Mts.), to the erosion of genetic sources in those populations of forest species which are not damaged lethally. Besides the direct damage induced by air pollutants, the genetic sources of forest species are threatened with other calamity factors, like e.g. wind, snow, insect pests and fungal diseases. It is urgent to take measures to provide for the sufficiently high genetic variability of forest species populations: this is also documented by the fact that the process of forest species breeding has at present reached in many aspects the materialization stage and that the results of breeding efforts can be applied on a larger scale in practical conditions. As a result of selection, the use of highly bred varieties will narrow to some extent the genetic variability of successive populations of forest species. Such breeding techniques should be used that the narrowing of genetic variability due to selection will not reach such a degree that could affect the stability of forest ecosystems. At the same time one of the main tasks of forest species genetics and breeding is to take measures to maintain and reproduce the gene sources of forest species populations, to provide for their sufficiently high variability, enabling their future use for breeding purposes and for the needs of forestry practice. The consequences of the undue narrowing of the genetic variability of forest species in the Czech Republic are mentioned in brief. First of all this means further reduction of ecosystem stability and higher risks of pest and disease damage to forest stands. In extreme cases this could mean the collapse of some populations growing mainly at extreme sites and in extreme climatic conditions because these populations are not able to adapt themselves to such conditions. The concrete reasons of the excessive narrowing of the genetic variability of forest species populations in Czech Republic could be e.g. the harvest of seed from a small number of certified stands, from a small number of trees belonging to certified units, inadequate extent of the use of seed from seed orchards, low number of clones in the varieties from self-vegetative propagation. The present state of reproduction basis in the Czech Republic (stands certified for seed harvest, seed orchards, natural regeneration of forest stands, production of plants coming from self-vegetative propagation) was analyzed: then the measures were proposed to be taken to maintain sufficiently high variability of forest species gene sources in the Czech Republic. The measures will be applied to the complex of forest stands certified for seed harvest; other measures will concern suitable methodical and technical procedures of harvest, stimulation of the natural regeneration of forest stands and suitable procedures of natural regeneration. It is also necessary to observe the principles of using the seed harvested from seed orchards in keeping with the Guidelines of the Certification and Provision of the Sources of Forest Species Reproduction Material and of its Transfer. The plants coming from self-vegetative propagation (cuttings, *in vitro* cultures) should be produced only wi-

thin the programmes organized by forestry research workers and seed production and breeding stations of State-owned forests. Synthetic varieties from self-vegetative propagation should consist of the sufficiently high number of clones in keeping with the above-mentioned guidelines from the year 1988.

forest species; narrowing of genetic variability of populations; air pollution; breeding work; calamity factors

Adresa autora:

Ing. Jiří Sindelář, CSc., Výzkumný ústav místního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strnady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav

FORMALIZACE ARCHITEKTURY KORUNY SMRKU ZTEPILÉHO [PICEA ABIES (L.) KARST]: MODEL VĚTVENÍ VYŠŠÍCH ŘÁDŮ

M. Pirochtová, M. Barták

PIROCHTOVÁ, M. — BARTÁK, M. (Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Brno): *Formalizace architektury koruny smrku ztepilého [Picea abies (L.) Karst.]: Model větvení vyšších řádů*. Lesnictví, 37, 1991 (3) : 233-243.

Předkládaná práce v sobě zahrnuje kvantitativní analýzu vzorů větvení vyšších řádů a jednoduchý model struktury větvení smrku ztepilého [*Picea abies* (L.) Karst.]. Letorosty jsou označeny číselným kódem, který obsahuje řád větvení, původ a polohu letorostu v rámci větvicí struktury. Kód specifikuje každý letorost a umožňuje rychlé třídění podle různých kritérií. Počet a délka laterálních internodálních letorostů je pozitivně korelována s délkou parentálního letorostu. Kumulativní délky (cumL) jednotlivých řádů větvení a generací letorostů společně s řadou stanovených indexových veličin umožňují simulovat vzory větvení. Na základě veličin zjišťovaných na odebraných vzorníkových větvích byly stanoveny distribuce výškového (β), divergenčního (τ) a azimutálního (AMG) úhlu všech letorostů sledovaných větví. Všeobecně lze říci, že β se zmenšuje se zvyšujícím se řádem větvení a směrem k mladším letorostům. Divergenční úhel není závislý na řádu větvení a je celkově málo variabilní.

vzor větvení; struktura koruny; smrk ztepilý; model

Uspořádání základních skladebných prvků koruny stromu, zejména listového aparátu, hraje důležitou roli v ekofyziologických a produkčně-ekologických úvahách o procesu tvorby asimilátů a dřevní biomasy v lesních ekosystémech. Kromě rozdělení listové plochy ve vertikálním profilu živé koruny (vyjádřeno v biomase nebo listové ploše) je neméně důležitým údajem o struktuře koruny také prostorové uspořádání asimilačního aparátu, respektive jeho variabilita v různých korunových zónách. Je známo, že proměnlivé světelné podmínky uvnitř koruny stromu vedou k funkčním, morfologickým a strukturálním adaptacím jak fotosyntetizujících elementů (Björkman, 1981), tak nosného aparátu větví (Campbell a Norman, 1987).

Vzory větvení (branching patterns) jsou charakteristické pro jednotlivé druhy stromů a v obecné poloze se řídí Hortonovým zákonem větvení, který předpokládá, že poměr mezi počtem větví n -tého a $n+1$ řádu (R_b — poměr větvení, bifurcation ratio, branching ratio) je v biologických strukturách větvení konstantní (Fitter, 1982). Vzory větvení jsou určovány především genetickou dispozicí, respektive jejím uplatněním v reálných porostních podmínkách během celého období růstu stromu. Pro popis vzorů větvení byla vypracována řada systémů vycházejících z délkových a úhlových charakteristik včetně údajů o poloze a vývojovém původu jednotlivých elementů větve. Ze současných autorů se vzory větvení jehličnatých stromů zabývají Remphrey a Powell (1987), kteří se orientují na modřín (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch). Pro smrk ztepilý [*Picea abies* (L.) Karst.] řeší částečně tuto problematiku Gruber (1987). Jejich přístupy se dají charakterizovat jako kvan-

titativní analýza [1], která nachází vyústění v součtových délkách letorostů jednotlivých generací (ročníků), jednotlivých řádů větvení, popřípadě letorostů určitého typu (nodální, internodální). Kromě těchto charakteristik je pozornost věnována úhlovému uspořádání letorostů; zejména jsou sledovány výškový a divergenční úhel. Kvalitativní analýza [2] spočívá v hledání a nalezení korelačních závislostí mezi charakteristikami větvení (např. mezi délkou parentálního letorostu a počtem jím nesených dceřinných letorostů, závislost mezi polohou báze letorostu a jeho výškovým úhlem, závislost mezi řádem větvení letorostu a jeho divergenčním úhlem apod.). Stanovené relace a vztahy mezi charakteristikami se stávají základem pro vytvoření modelu vzoru větvení, pomocí jehož lze popisovat strukturu větví určité dřeviny.

Je zřejmé, že metody a postupy používané při analýze struktury větvení se neobejdou bez počítačového zpracování dat a vhodného programového vybavení. Nutnost počítačového přístupu vyplývá z rozsáhlosti souboru vstupních dat, se kterými řešitel pracuje, a nutnosti matematicky determinovat vztahy a závislosti ve studovaných strukturách větvení. Program RADEGAST, popisovaný v této práci, si klade za cíl poskytnout základní informaci o kvantitativních charakteristikách vzorů větvení pro mladý smrk a určit relaci mezi sledovanými charakteristikami větvení. Program RADEGAST může být využit jako prostředek pro určení variability vzoru větvení jak v rámci jednotlivého stromu, tak pro stanovení odlišnosti mezi více stromy, popřípadě druhů lesních dřevin. Tím se stává univerzálním ukazatelem struktury základních elementů lesních ekosystémů a účinným pomocníkem použitelným v ekologických a ekofyziologických výzkumech (fotosyntéza lesních dřevin, produkce a produktivita, vodní režim nadzemní části stromů, respirace, radiační režim v lesním porostu apod.).

ARCHITEKTURA VZORŮ VĚTVENÍ: VYMEZENÍ POJMŮ

Pro snadnější orientaci v textu považujeme na tomto místě za nutné blíže popsat některé termíny a definovat pojmy, které jsou v této práci použity. Letorosty rozumíme ty části větve stromu, jež byly vyprodukovány růstovými pletivy během jednoho vegetačního období. Letorosty vzniklé během jednoho roku jsou v práci považovány za stejně staré. Letorosty jedné generace (stejněho věku), které produkují průběžné (terminální) nebo boční (laterální) letorosty následující generace, se nazývají parentální. Jejich ročními produkty v dalším roce jsou dceřinné letorosty. Nodálními letorosty rozumíme ty, které se zakládají z pupenů (terminálních i laterálních) na distálním konci (apexu) parentálního letorostu. Za internodální letorosty jsou považovány ty, které vyrůstají z laterálních pupenů rozmístěných v různých pozicích náhodně po celé délce parentálního letorostu. Pojem průběžná osa v sobě zahrnuje letorosty jednoho řádu větvení, které spolu vývojově souvisí (tj. dceřinný letorost vyrostl vždy z terminálního pupenu parentálního letorostu stejného řádu); například letorosty 1. řádu větvení vytvářejí průběžnou osu celé větve. Znamená to, že osa větve vyrůstající přímo z kmene stromu je označena 1. řádem větvení. Laterální letorosty (respektive jejich průběžné osy) nasedající na průběžnou osu 1. řádu jsou označeny 2. řádem větvení. Označení vyšších řádů větvení je analogické.

Popis úhlového uspořádání letorostů je uskutečňován na základě výškového úhlu (β), který je definován jako úhel sevřený osou letorostu a jejím průmětem do horizontální roviny. Divergenční úhel (τ) je ostrý úhel mezi osou letorostu a osou jeho parentálního letorostu. Průmět τ do horizontální roviny je označen jako φ . Azimutální orientace letorostu (AMG) je definována jako úhel sevřený průmětem osy letorostu do horizontální roviny a magnetickým severem.

MATERIÁL A METODA

Architektura vzorů větvení byla sledována na stacionáru Bílý kříž v Moravskoslezských Beskydech v rámci terénních měření uskutečňovaných ekofyziologickou skupinou pracovníků ÚSEB ČSAV. Výzkum v uvedené lokalitě je součástí integrovaného projektu Beskydy, jehož cílem je řešení negativního působení imisí na lesy a lesní hospodářství Beskyd. Stacionár je situován v hřebenové poloze v nadmořské výšce 940 m (49°30'17" sev. šířky a 18°32'28" vých. délky). Výzkumné plochy jsou stabilizovány na mírném svahu s jižní až jihozápadní expozicí. Detailní popis pedologických, klimatických a porostních poměrů sledované lokality je uveden v již publikovaných pracích (Kratochvílová a kol., 1989).

Pro potřeby analýzy větvení vyšších řádů větví smrku byly v letech 1988 a 1989 odebrány vzorníkové větve ze stojícího jedince, který svými biometrickými charakteristikami reprezentoval průměrný úrovnový strom. Věk porostu byl v době měření 30 až 35 let. Z každého přeslenu živé části koruny byla vybrána jedna větev tak, aby její délkou odpovídala průměrné délce větvi v daném přeslenu. Před vlastním oddělením větve od kmene byl zaznamenán údaj o azimutální orientaci větve a výšce báze větve nad rovinou země. Dále byla pomocí hřebíku či špendlíku v bazální části větve fixována vertikála (Norman a Jarvis, 1974). Po odběru byla větev v laboratoři upevněna do původní polohy a pro každý letorost byly zjišťovány tyto veličiny: 1) poloha báze (vyjádřená číselným kódem), 2) věk (ROC_i), 3) délka (l_i), 4) výškový úhel (β_i), 5) průmět divergenčního úhlu (φ_i) a pro internodální letorost, 6) vzdálenost báze dceřinného internodálního letorostu od báze parentálního výhonu (d_i). Přehled měřených veličin je uveden v tab. I. Údaje o poloze letorostu v rámci větve, původu letorostu a řádu větvení jsou včleněny do číselného kódu, který má obecnou podobu:

$$p/q/r$$

- p — charakterizuje řád letorostu (nabývá hodnot 01 až 05, ve sporadických případech až 06)
- q — udává pořadí bazálního nodu na větvi p -tého řádu, ze které vyrůstá sledovaný letorost (nabývá hodnot 01 až n , kde n nepřekračuje hodnotu 15)
- r — dvojčíslí určující charakter a původ letorostu, 1) dvojčíslí 00 znamená, že jde o nodální letorost průběžné osy (tj. letorost stejného řádu jako jeho parentální letorost), 2) hodnoty 01 až 49 znamenají, že se jedná o boční nodální letorost (řád tohoto letorostu je o 1 vyšší, než řád parentálního letorostu), 3) hodnoty 51 až 99 charakterizují internodální boční letorost „sledovaný letorost má $p+1$ řád“.

Uvedená kódová trojice se sdružuje do celkového kódu, který je specifický pro každý letorost a jednoznačně jej určuje. Na obr. 1 jsou pro označené letorosty uvedeny příklady číselného kódu. Takto stanovený kód umožňuje rychlé třídící operace v souboru základních dat. Podrobnější popis získávání terénních dat, přehled užitých měřicích přístrojů a pomůcek, detailní charakteristiku číselného kódu lze nalézt v dřívější práci (Marek a kol., 1989).

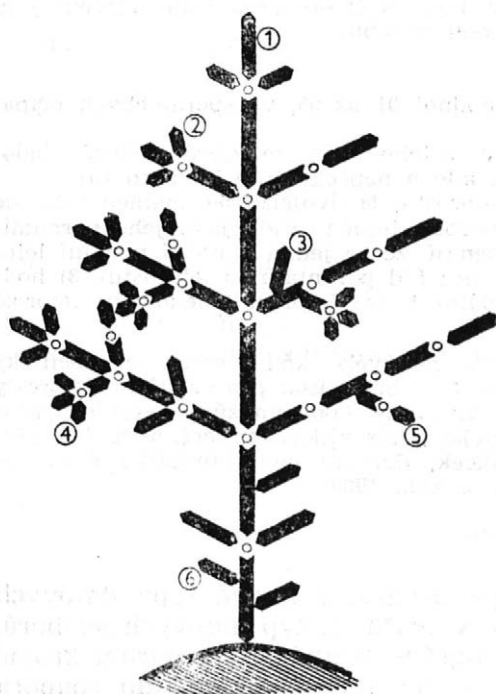
POPIS PROGRAMU

Program RADEGAST obsahuje dva programy a dva typy datových souborů. První program (A) umožňuje vytvářet 1. typ datových souborů, jehož data jsou vstupem pro druhý program. Druhý (B) program kromě výpočtů některé vyhodnocené údaje tiskne a další ukládá do souboru

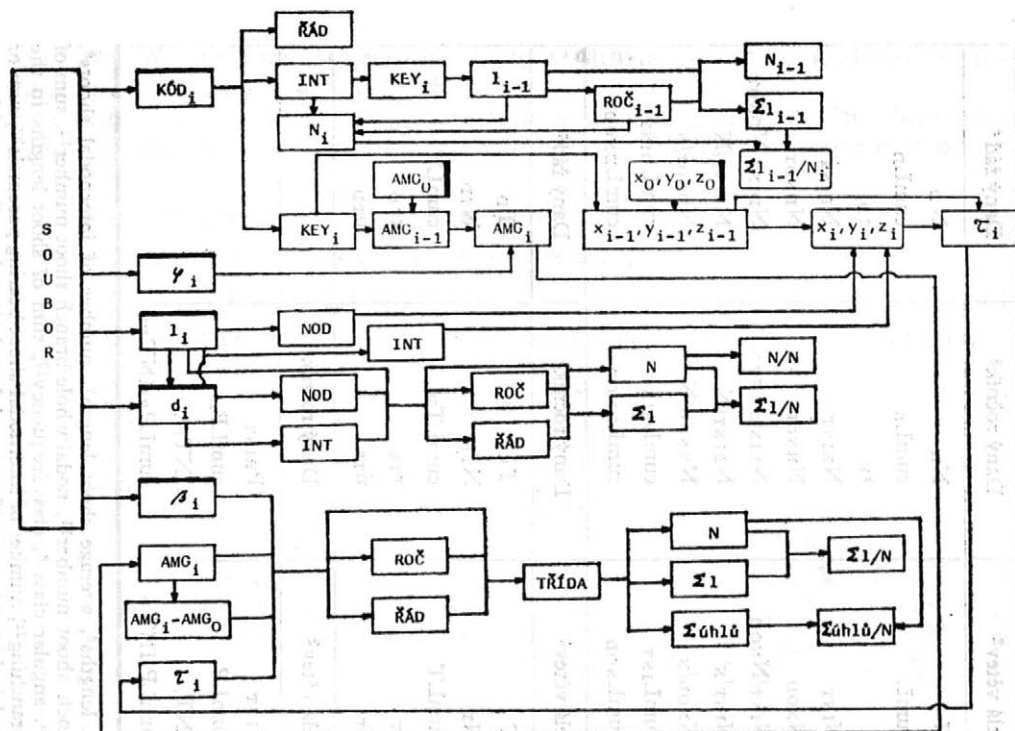
	Symbol ¹	Jednotka ²	Přesnost ³	Rozpětí ⁴
Měřené veličiny větve⁵				
Délka větve ⁶	L_0	[cm]	0,1	—
Výška báze větve od roviny země ⁷	h_0	[m]	0,01	—
Výškový úhel ⁸	β_0	[°]	1,0	-90 až +90
Magnetický azimut osy větve ⁹	AMG_0	[°]	1,0	0 až 360
Měřené veličiny letorostu¹⁰				
Ročník vzniku letorostu ¹¹	ROČ	(89, 88, ...)	—	—
Délka letorostu ¹²	L_1	[cm]	0,1	—
Výškový úhel ¹³	β_1	[°]	1,0	-90 až +90
Horizontální projekce divergenčního úhlu ¹⁴	φ_1	[°]	1,0	-180 až +180

symbol¹, unit², accuracy³, range⁴, branch characteristics⁵, branch length⁶, height base of branch measured from the ground⁷, elevation angle⁸, magnetic azimuth of branch axis⁹, measured shoot characteristics¹⁰, year of shoot appearance¹¹, shoot length¹², elevation angle¹³, horizontal projection of divergence angle¹⁴

a tím vytváří 2. typ datového souboru. Schéma programu RADEGAST je znázorněno na obr. 2. Programy jsou vypracovány v programovacím jazyku BASIC a odpovídají možnostem zpracování na počítači ROBOTRON 1715.



1. Teoretická větev (pohled shora) s příklady číselného kódu letorostů. Uvedené letorosty jsou označeny: 1: 1/05/00, 2: 1/04/02 — 2/01/01, 3: 1/03/01 — 2/00/51, 4: 1/02/02 — 2/02/02 — 3/01/02, 5: 1/02/01 — 2/01/51 — 3/01/00, 6: 1/00/52. — Theoretical branch (top view) with shoot designation. Marked shoots are coded: 1: 1/05/00, 2: 1/04/02 — 2/01/01, 3: 1/03/01 — 2/00/51, 4: 1/02/02 — 2/02/02 — 3/01/02, 5: 1/02/01 — 2/01/51 — 3/01/00, 6: 1/00/52.



2. Schéma struktury programu RADEGAST. Užití symboly tab. I., II. — Schematic presentation of the RADEGAST programme structure. The symbols see Tabs. I., II.

Program A slouží k vytvoření datového souboru (typ 1) ze získaných měření parametrů letorostů jedné větve. Informace o každém letorostu se zapisují prostřednictvím klávesnice. Je to číselný kód letorostu, $ROČ_i$, l_i , d_i , β_i , φ_i . Zkontrolovaná data program ukládá do souboru na pružný disk.

Program B z dat o jednotlivých letorostech uložených v souboru (typ 1) počítá pro každý letorost jeho azimutální orientaci, souřadnice báze a apexu a divergenční úhel. Dále jsou uloženy i vypočtené údaje o letorostech tříděny s následným tiskem četnostních, délkových, úhlových a indexových parametrů (tab. II) sledované větve, které mají závažnou informační hodnotu pro studium struktury větvení smrku ztepilého. Pro každý letorost jsou ukládána data do datového souboru (typ 2) v pořadí: číselný kód, $ROČ_i$, l_i , d_i , β_i , φ_i , τ_i , AMG_i , x_{bi} , y_{bi} , z_{bi} , x_{ai} , y_{ai} , z_{ai} , KEY_i . (KEY_i je klíč k nalezení parentálního letorostu i -tého letorostu).

Azimutální orientace letorostu AMG_i je stanovena na základě vztahu:

$$AMG_i = AMG_{i-1} + \varphi_i \quad (1)$$

kde: AMG_{i-1} je azimutální orientace parentálního letorostu i -tého letorostu. Když $AMG_i > 360$, pak $AMG_i = AMG_i - 360$ nebo $AMG_i < 0$, pak $AMG_i = AMG_i + 360$.

Pro každý letorost jsou vypočteny souřadnice x_{ai} , y_{ai} , z_{ai} jeho apexu pomocí rovnic:

$$x_{ai} = x_{bi} + l_i \cdot \cos(\beta_i) \cdot \sin(AMG_i) \quad (2)$$

$$y_{ai} = y_{bi} + l_i \cdot \cos(\beta_i) \cdot \cos(AMG_i) \quad (3)$$

$$z_{ai} = z_{bi} + l_i \cdot \sin(\beta_i) \quad (4)$$

Charakteristiky ¹	Celá větev ²	Daný ročník ³	Daný řád ⁴
Počet letorostů ⁵	N	N _R	N _D
Suma délek letorostů ⁶	cumL	cumL _R	cumL _D
Průměrná délka letorostu ⁷	τ	τ_R	τ_D
Počet internodálních letorostů ⁸	N _{INT}	N _{RINT}	N _{DINT}
Počet nodálních letorostů ⁹	N _{NOD}	N _{RNOD}	N _{DNOD}
Počet internodálních/počtem nodálních letorostů ¹⁰	N _{INT} /N _{NOD}	N _{RINT} /N _{RNOD}	N _{DINT} /N _{DNOD}
Počet internodálních/počtem letorostů celé větve ¹¹	N _{INT} /N	N _{RINT} /N	N _{DINT} /N
Počet nodálních/počtem letorostů celé větve ¹²	N _{NOD} /N	N _{RNOD} /N	N _{DNOD} /N
Suma délek internodálních letorostů ¹³	cumL _{INT}	cumL _{RINT}	cumL _{DINT}
Suma délek nodálních letorostů ¹⁴	cumL _{NOD}	cumL _{RNOD}	cumL _{DNOD}
Distribuce úhlů ¹⁵ , AMG, AMG ₁ , AMG ₀	Celá větev ²	Daný ročník ³	Daný řád ⁴
Úhlová třída ¹⁶ (á 10°)	T	T _R	T _D
Četnost třídy ¹⁷	N _T	N _{TR}	N _{TD}
Suma délek letorostů třídy ¹⁸	cumLT	cumLT _R	cumLT _D
Průměrná délka letorostu třídy ¹⁹	τ_T	τ_{TR}	τ_{TD}
Průměrný úhel třídy ²⁰	$\bar{u}_T$	$\bar{u}_{TR}$	$\bar{u}_{TD}$
Internodální větvení ²¹	Celá větev ²	Daný ročník ³	
Počet parentálů nesoucích internodální letorosty ²²	P _{INT}	P _{RINT}	
Suma délek parentálů nesoucích internodální letorosty ²³	cumLP	cumLP _R	
Počet internodálních letorostů nesených parentálů ²⁴	INT _P	INT _{PR}	
Suma délek parentálů/počtem internodálních 1. nesených parentálů ²⁵	cumLP/INT _P	cumLP _R /INT _{PR}	

characteristics¹, whole branch², year³, order⁴, number of shoots⁵, sum of shoot lengths⁶, average shoot length⁷, number of internodal shoots⁸, number of nodal shoots⁹, internodal/nodal shoot number¹⁰, internodal/whole branch shoot number¹¹, nodal/whole branch shoot number¹², sum of internodal shoot lengths¹³, sum of nodal shoot lengths¹⁴, distribution of angles¹⁵, angular class¹⁶, class frequency¹⁷, sum of shoot lengths in the class¹⁸, average shoot length in the class¹⁹, average angle of the class²⁰, internodal branching²¹, number of internodal shoot bearing parentals²², sum of lengths of internodal shoot bearing parentals²³, number of parental-borne internodal shoots²⁴, sum of parental lengths/number of parental-borne internodal shoots²⁵

kde: xb_i, yb_i, zb_i jsou souřadnice báze i -tého letorostu. U nodálního větvení $xb_i = xa_{i-1}, yb_i = ya_{i-1}, zb_i = za_{i-1}$, kde: $xa_{i-1}, ya_{i-1}, za_{i-1}$ jsou souřadnice apexu parentálního letorostu i -tého letorostu. U internodálního větvení xb_i, yb_i, zb_i je vypočteno podle vztahů:

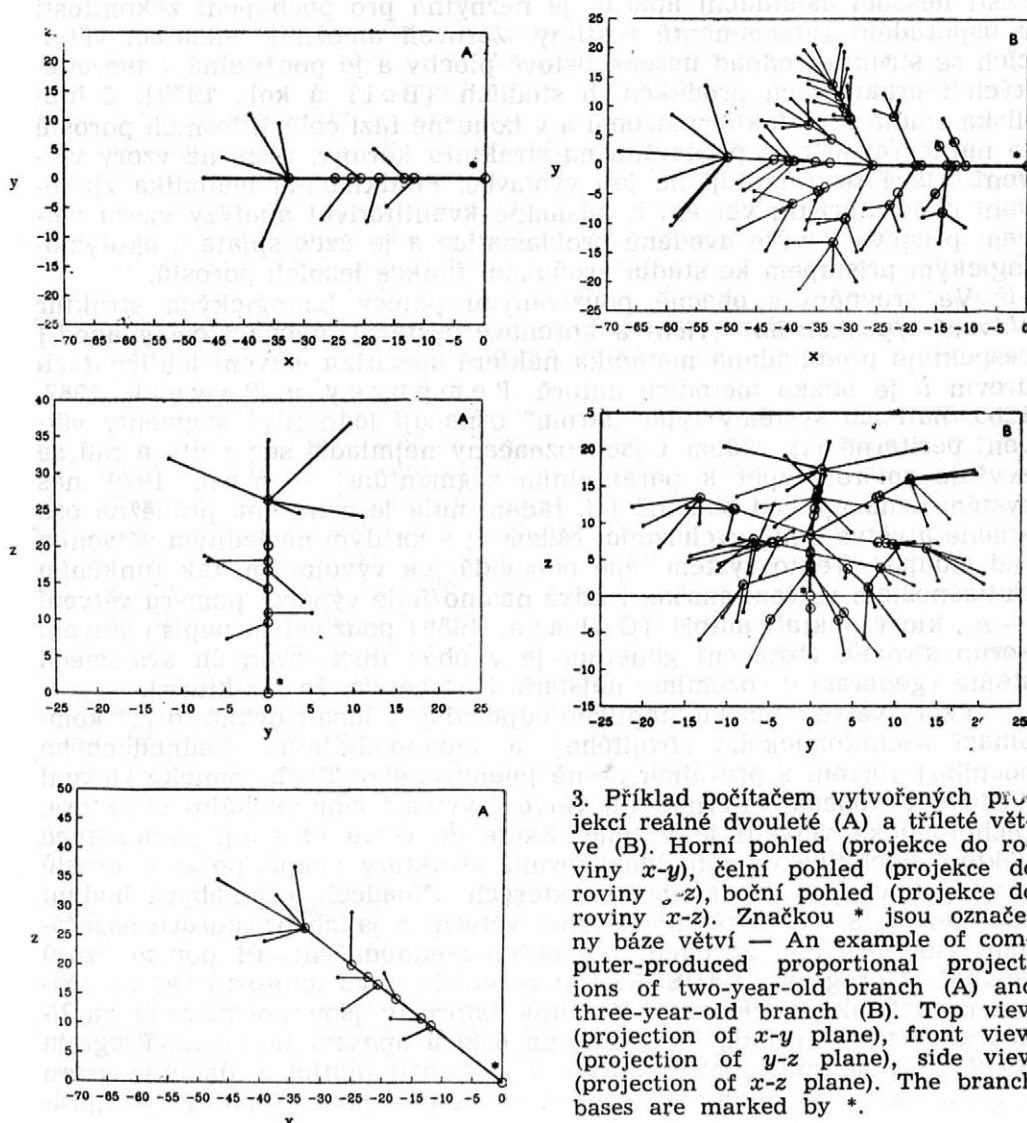
$$xb_i = xb_{i-1} + d_i \cdot \cos(\beta_{i-1}) \cdot \sin(AMG_{i-1}) \quad (5)$$

$$yb_i = yb_{i-1} + d_i \cdot \cos(\beta_{i-1}) \cdot \cos(AMG_{i-1}) \quad (6)$$

$$zb_i = zb_{i-1} + d_i \cdot \sin(\beta_{i-1}) \quad (7)$$

Výpočet divergenčního úhlu τ_i vychází ze vztahu [Rektorys, 1973]:

$$\cos \tau_i = \frac{a \cdot b}{|a| \cdot |b|} \quad (8)$$



3. Příklad počítačem vytvořených projekcí reálné dvouleté (A) a tříleté větve (B). Horní pohled (projekce do roviny $x-y$), čelní pohled (projekce do roviny $y-z$), boční pohled (projekce do roviny $x-z$). Značkou * jsou označeny báze větví — An example of computer-produced proportional projections of two-year-old branch (A) and three-year-old branch (B). Top view (projection of $x-y$ plane), front view (projection of $y-z$ plane), side view (projection of $x-z$ plane). The branch bases are marked by *.

kde: **a** je směrový vektor parentálního letorostu a **b** je směrový vektor *i*-tého letorostu. (Pozn. *i*—1 letorostem je vždy myšlen parentální letorost *i*-tého letorostu.

Výstupy programu RADEGAST umožňují v návaznosti na standardní grafické programy širokou interpretaci výsledků. Studované vzory větvení mohou být převedeny do formy počítačových projekcí (obr. 3), které slouží k vzájemnému srovnání. Z ostatních možných grafických výstupů programu je uveden příklad distribuce výškového úhlu (β) letorostů v různých vrstvách koruny smrku (obr. 4).

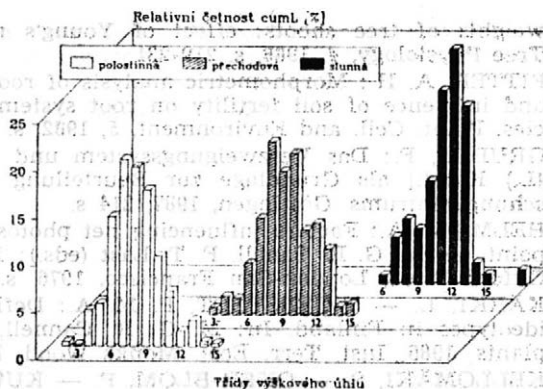
DISKUSE A ZÁVĚR

Informace o velikosti, tvaru a architektuře rostliny, zejména té její části nesoucí asimilační aparát, je nezbytná pro pochopení zákonitosti v uspořádání fytoelementů rostliny. Zároveň umožňuje simulaci větvicích se struktur, odhad nesené listové plochy a je použitelná v teoretických i praktických produkčních studiích (Bell a kol., 1979). Z hlediska studia architektury stromů a v konečné fázi celých lesních porostů je nutné zaměřit se především na strukturu koruny, resp. na vzory větvení, které se uplatňují na její výstavbě. Předkládaná metodika zjišťování charakteristik větvení a následné kvantitativní analýzy vzoru větvení přispívá k výše uvedené problematice a je úzce spjata s ekofyziologickým přístupem ke studiu produkční funkce lesních porostů.

Ve srovnání s obecně používanými popisy biologických struktur větvení typu „strom“ (říční a kořenové systémy, dýchací cesty apod.) respektuje předkládaná metodika některá specifika větvení jehličnatých dřevin a je blízká metodice autorů Remphrey a Powell, 1987, 1988. Zatímco systémy typu „strom“ označují jednotlivé segmenty větvení periferně (tj. řádem 1 jsou označeny nejmladší segmenty a řád se zvyšuje směrem zpět k parentálním segmentům) — Yeh, 1979, náš systém označuje řád bazálně (tj. řádem nula je označena průběžná osa kmene a větve z něj vycházející řádem 1; s každým následným větvením řád stoupá). Tento systém lépe odpovídá jak vývojovým, tak funkčním skutečnostem větvení smrku, i když neumožňuje výpočet poměru větvení — R_b , který někteří autoři (Ohta a, 1986) používají k popisu větvení korun stromů. Označení generací je v obou diskutovaných systémech stejné (generací 0 rozumíme nejstarší část větvicí se struktury).

Vzory větvení smrku ztepilého odpovídají v idealizované formě kombinaci trichotomického (trojitého) a monopodiálního (jednoduchého bočního) větvení s převahou prvně jmenovaného. Trichotomické větvení nastává v nodech, internodální větvení vytváří monopodiální strukturu. Dichotomické větvení je vzácné. Skutečné větve obsahují samozřejmě některé odchylky od této idealizované struktury (např. počet letorostů vzniklých v nodu přesahuje v některých případech 3 a nabývá hodnot od 3 do 7). Složitost reálných vzorů větvení a jejich prostorové uspořádání jsou příčinou zavedení některých zjednodušení při popisu vzorů větvení. V programu RADEGAST je zanedbán ohyb letorostů (ať již způsobený jakoukoli příčinou). Všechny letorosty jsou považovány za lineární, přičemž přímka je proložena bází a apexem letorostu. Program RADEGAST se snaží nalézt vztahy a závislosti platící v ideálním vzoru větvení smrku ztepilého, kde ideál je chápán jako „typický“ či „prů-

4. Rozdělení kumulativních délek (cuml) letorostů ve třídách výškového úhlu β (po 10° počínaje negativní vertikálou) pro větve z různých částí koruny: slunná, přechodová, polostinná — Distribution of cumulative shoot lengths (cuml) in elevation angle classes β (after 10° starting from the negative vertical) given for the branches from different parts of tree crown: sunlit, transient, penumbral



měrný" vzor větvení vzniklý v konkrétních růstových podmínkách. Zcela je pominuto hledisko ideální mechanické podpory nosného aparátu (tj. takový větvicí se systém, který nese maximum listové plochy schopné fotosyntetické produkce s minimálními energetickými náklady na vytvoření nosného aparátu (tak, jak jej zdůrazňují někteří autoři Morgan a Cannell, 1988; Cannell a kol., 1988). Práce se také nezabývá ideálním typem větvení z hlediska intercepce světla (Kellomäki a kol., 1984) ani z hlediska optimální fotosyntézy, tj. maximálního zastoupení intenzivně fotosyntetizujících letošních a loňských letorostů (Helms, 1976) ve větvicím se vzoru. Do budoucna je plánováno rozšíření programu RADEGAST (zejména ve fázi vyhodnocení výsledků), které bude odpovídat programovým možnostem počítače Hewlett-Packard (Vectra).

Cílem dalších studií by mělo být nalezení ideálního vzoru větvení pro smrk ztepilý jako výsledné funkce interakcí mezi genetickou dispozicí, hustotou porostu v dané vývojové fázi a polohou větve uvnitř korunné zóny, to vše z hlediska optimální produktivity. Jinými slovy stanovit 1) velikost koruny stromu nezbytně nutnou pro vysokou produkci za současného zachování (respektování) stability porostu a jeho odolnosti proti abiotickým faktorům prostředí a 2) efektivní vzor větvení tak, aby účelně uspořádané větve nesly maximum listové plochy schopné absorbovat dopadající sluneční záření. Nalezení ideálního vzoru větvení a uspořádání koruny pro určité růstové prostředí (ideotyp) vkládá současnému lesníku (šlechtiteli a pěstiteli) do rukou možnost zvýšit výnos (výnosový index, tj. podíl biomasy kmene a celkové nadzemní biomasy: harvest index) — Kärki a Tigerstedt, 1985.

Literatura

- BELL, A. D. — ROBERTS, D. — SMITH, A.: Branching Patterns: the Simulation of Plant Architecture. *J. theor. Biol.*, 81, 1979, s. 351-375.
- BJÖRKMAN, O.: Responses to different quantum flux densities. In: O. L. Lange, P. S. Nobel, H. Ziegler (eds.): *Physiological plant ecology I. Responses to the physical environment*. Berlin-Heidelberg-New York 1981, s. 57-198.
- CAMPBELL, C. S. — NORMAN, J. M.: The description and measurement of plant canopy structure. In: G. Russel, P. G. Jarvis, S. Marshall: (eds.): *Plant canopies: their growth from and function*. 1987, s. 1-22.
- CANNELL, M. G. R. — MORGAN, J. — MURRAY, M. B.: Diameters and dry

weights of tree shoots: effect of Young's modulus, taper, deflection and angle. *Tree Physiology*, 4, 1988, s. 219-231.

FITTER, A. H.: Morphometric analysis of root system: application of the technique and influence of soil fertility on root system development in two herbaceous species. *Plant. Cell. and Environment*, 5, 1982, s. 313-322.

GRUBER, F.: Das Verzweigungssystem und der Nadelfall der Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.] als Grundlage zur Beurteilung von Waldschäden. *Berichte des Forschungszentrums*. Göttingen, 1987, 214 s.

HELMS, J. A.: Factors influencing net photosynthesis in trees: An ecological viewpoint. In: M. G. R. Cannell, F. T. Last (eds.): *Tree physiology and yield improvement*. Oxford Press, London-San Francisco, 1976, s. 55-73.

KÄRKI, L. — TIGERSTEDT, P. M. A.: Definition and exploitation of forest tree ideotypes in Finland. In: M. G. R. Cannell, J. E. Jackson (eds.): *Trees as crop plants*. 1985, Inst. Terr. Ecol. Monks Wood, Huntington, England, s. 102-109.

KELLOMÄKI, S. — OKER-BLOM, P. — KUULUVAINEN, T.: The effect of crown and canopy structure on light interception and distribution in a tree stand. In: P. M. A. Tigerstedt, P. Puttonen, V. Koski (eds.): *Crop Physiology of Forest Trees*, University Press, Helsinki, 1984, s. 107-115.

KRATOCHVÍLOVÁ, I. — JANOUŠ, D. — MAREK, M. — BARTÁK, M. — ŘÍHA, L.: Production activity of mountain cultivated Norway spruce stands under the impact of air pollution. I. General description of problems. *Ekológia (ČSSR)*, 8, 1989, s. 407-419.

MAREK, M. — BARTÁK, M. — PIROCHTOVÁ, M.: Vertical topography of photosynthetic activity and crown structure in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. *Acta sci. natur. Acad. Sci. bohemoslov.*, Brno, 10, 1989, 52 s.

MORGAN, J. — CANNEL, M. G. R.: Support costs of different branch designs: effects of position, number, angle and deflection of laterals. *Tree Physiology*, 4, 1988, s. 303-313.

NORMAN, J. M. — JARVIS, P. G.: Photosynthesis in Sitka spruce [*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.]. III. Measurements of canopy structure and interception of radiation. *J. App. Ecology*, 11, 1974, s. 375-398.

OOHATA, S. I.: Some quantitative analyses of tree form: Further extensions to the pipe model theory. In: T. Fujimori, D. Whitehead (eds.): *Crown and canopy structure in relation to productivity*. Forestry and Forest Products Research Institute. Ibaraki, Japan, 1986, s. 159-171.

REKTORYS, K. a kol.: *Přehled užití matematiky*. SNTL, Praha 1983, 1136 s.

REMPHREY, W. H. — POWELL, G. R.: Crown architecture of *Larix laricina* saplings: an analysis of higher order branching. *Can. J. Bot.*, 65, 1987, s. 268-279.

REMPHREY, W. R. — POWELL, G. R.: Crown architecture of *Larix laricina* saplings: production and disposition of foliage and their simulation. *Can. J. Bot.*, 66, 1988, s. 2234-2246.

YEH, H. C.: Modelling of Biological Tree Structures. *Bulletin of Mathematical Biology*, 41, 1979, s. 893-898.

Došlo 18. 12. 1989

PIROCHTOVÁ, M. — BARTÁK, M. (Institute of Systematic and Ecological Biology of the Czechoslovak Academy of Sciences, Brno). *Formalization of crown structure in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]: a model of higher order branching*. *Lesnictví*, 37, 1991 (3) : 233-243.

The paper contains a quantitative analysis of higher order branching and a simple model of branching patterns in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. The number and length of internodal laterals were positively correlated with the length of parental shoot. The shoots were marked by a special numerical code which involved the order of branching, the origin and position of shoot inside the branching pattern. The code specified each shoot an enabled quick sorting operations. Cumulative lengths (cumL) both of different ordered and different aged shoots together with some calculated ratios made it possible to simulate branching patterns in Norway spruce. The distributions of shoot elevation angle (β), divergence (τ) and azimuthal (AMG) ones were established according to the data measured on the sample branches taken away from a tree crown. Generally, the ele-

vation angle showed decreasing trend towards the higher orders and the more recent shoots. Divergence angle was found independent on the order of branching and showed only a little variation.

branching pattern; crown structure; Norway spruce; model

Adresa autorů:

Ing. Marta Pirochtová, ing. Miloš Barták, Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Květná 8, 603 65 Brno

Upozornění pro příspěvovatele a čtenáře časopisu Lesnictví

Pro lepší zpřístupnění výsledků československého výzkumu zahraničním odběratelům rozhodla redakční rada časopisu Lесnictví počínaje ročníkem 1991 uveřejňovat rozšířené, podrobně zpracované (s odkazy na tabulky a obrázky), souhrny v angličtině. Od ročníku 1992 budou tyto souhrny podmínkou pro přijetí příspěvků do tisku.

Proto žádáme autory našeho časopisu, aby příspěvky zasílané do redakce vybavili kratším souhrnem, který bude publikován v češtině nebo ve slovenštině, a dále delším souhrnem (v rozsahu 2,5 až 3 rukopisných stran), který bude přeložen do angličtiny. Autor může k příspěvku přiložit i souhrn v angličtině, popř. pouze anglický terminologický slovníček.

Doufáme, že toto opatření se setká s příznivým ohlasem jak u autorů, tak i u čtenářů našeho časopisu.

Redakce časopisu

ZPŘÍSTUPNĚNÍ LESŮ V PAHORKATINÁCH

J. Beneš

BENEŠ, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno: *Zpřístupnění lesů v pahorkatinách*. Lesnictví, 37, 1991 (3) : 245-266.

Obsahem práce je návrh koncepce uspořádání lesní dopravní sítě v pahorkatiněm území z hlediska ekologie lesa a ochrany lesní půdy a vodních zdrojů. Na základě rozboru stavu a účinnosti zpřístupnění několika gravitačních území jsou vyvozovány předpoklady optimálního zpřístupnění lesa v pahorkatinách. Optimální tvar a hustota dopravní sítě jsou především ovlivňovány tvarem terénu a používanou soustředovací technikou. Navrhuje se větší využití etážových odvozních cest, trasovaných na rozhraní náhorních plošin a příkrých svahů nad údolím, které lépe odpovídají požadavkům ekologickým i hospodářským než cesty údolní a hřebenové. Bylo použito nově zaváděné kritérium účinnosti lesních odvozních cest vyjádřené poměrem optimálně dosažitelné a dosažené přibližovací vzdálenosti. Návrh doporučuje snížení hustoty přibližovacích cest na únosnou hodnotu, vzhledem k jejich malému využití, škodlivému ovlivňování vodohospodářských poměrů a ztrátě lesní půdy. Základním požadavkem je přibližování dříví nejkratší dráhou od pařezu k odvozní cestě po neodhumusovaných přibližovacích linkách, vedených nejčastěji po spádnících.

zpřístupnění lesa; lesní dopravní síť; kritéria obtížnosti terénu; ekologická kritéria zpřístupnění lesa; lesní cesty v pahorkatinách

Území pahorkatin vytváří zvláštní přírodní poměry pro optimalizaci lesní dopravní sítě. V ČR obsahují pahorkatiny podstatnou část lesní půdy. Rozmanité morfologické, geologické, klimatické, půdní a vodohospodářské poměry pahorkatin vytvářejí specifické předpoklady obhospodařování lesů a tvorby lesní dopravní sítě.

Předkládaná studie si klade za cíl upozornit na některé zvláštnosti a možnosti při vytváření koncepce optimalizace plánování, projektování a výstavby lesních cest v uvedeném terénním tvaru.

Pahorkatiny vykazují řadu zvláštností, kterými se liší od horského terénu. Jsou to zejména menší rozdíly nadmořské výšky mezi údolními a hřebeny, kratší spádnice a menší průměrný sklon terénu.

Dosavadní koncepce zpřístupnění pahorkatin vyplývala z téměř výhradního používání koní a později traktorů k soustředování dříví. Odvozní cesty jsou umístěny především v údolích nebo na hřebenech. Traktorová technologie přibližování dříví vyžaduje výstavbu přibližovacích cest, jejichž průměrná hustota v tomto terénním tvaru činí asi 80 m. ha⁻¹ a převyšuje hustotu přibližovacích cest v horách o asi 40 m. ha⁻¹ (Beneš, 1985).

Lesy v pahorkatinách nevytvářejí tak velké a souvislé komplexy jako lesy horské. Často pokrývají jen strmé svahy nad vodním tokem, zatímco náhorní plošiny jsou obhospodařovány zemědělsky. Mnohdy je lesní území obklopeno zemědělskou půdou bez komunikačního zpřístupnění. Soustředování dříví se tu uskutečňuje v době vegetačního klidu, tj. na podzim a v zimě, tak, že se dříví přibližuje z lesa na pole a odtud

odváží po polních cestách. Při scelování pozemků byla většina polních cest zrušena a odvoz dříví, jakož i vlastní obhospodařování lesa se staly problematickými. Některé rozsáhlé zalesněné náhorní plošiny pahorkatin mají charakter rovinatých terénů s průměrným sklonem pod 10 % a mohou být z hlediska zpřístupnění lesa považovány za roviny.

Pahorkatiny vykazují mnohem hustší síť veřejných komunikací než horské terény. Státní, obecní a družstevní cesty přispívají v pahorkatinách zpřístupnění lesa průměrnou hustotou asi $4,5 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$ odvozních cest.

Z hlediska hustoty odvozních i přibližovacích cest by bylo možno považovat mnohé lesy v pahorkatinách za zpřístupněné. Uspořádání sítě odvozních cest, zejména jejich excentrické rozložení v údolích a na hřebenech vynucuje doplnění cestní sítě vzhledem k současným požadavkům a představám o technologii zpřístupňování lesa.

METODA

Při výzkumu optimálního zpřístupnění lesa v pahorkatinách bylo zhodnoceno 35 gravitačních území v různých pahorkatinných tvarech. Jako gravitační území bylo považováno povodí potoků nebo souvislé lesní území ohraničené zemědělskými pozemky, případně ucelené lesní území, ohraničené údolnicemi a hřebeny. Celková zkoumaná poloha činila 15 650 ha. V uvedených spádových územích byla navržena optimální síť odvozních cest tak, aby odpovídala zásadám, vytyčeným v závěrečné zprávě výzkumného úkolu „Teoretické základy optimalizace lesní dopravní sítě“ — Beneš, 1985.

Zásady plánování lesní dopravní sítě v pahorkatinách:

1. Za maximální rozestup odvozních cest se považuje vzdálenost 1000 m.
2. Údolní cesty se doporučují budovat tam, kde je možné přibližování traktory nebo lanovkami po přibližovacích linkách vedených po spádnici, aniž by se budovaly přibližovací cesty.
3. Použitím lanových systémů k soustřeďování dříví je možno nahradit údolní cesty cestami hřebenovými nebo etážovými.
4. Při zpřístupnění pahorkatin, které mají vytvořeny náhorní plošiny a příkré svahy nade dnem údolí je výhodné vést etážové cesty přibližně na rozhraní uvedených terénních tvarů za předpokladu soustřeďování dříví traktory z náhorních plošin a lanovými systémy z příkrých svahů nad údolním dnem.
5. Svahové cesty, vedené napříč pahorkatinným svahem, mají především význam spojení mezi cestami údolními, hřebenovými a etážovými. Z hlediska zpřístupnění lesa jsou málo účinné.
6. Cesty hřebenové jsou výhodně doplňovány větvemi po přístupných bočních hřebenech.
7. Přibližovací cesty, budované zpravidla dozerem v pahorkatinných svazích, je možno zřizovat jen výjimečně. Jejich existence je z hlediska ekologického a pro velmi nízkou dopravní frekvenci nežádoucí. Tyto cesty lze většinou nahradit dopravními linkami vedenými po neodhumusovaném terénu převážně ve směru spádnic. Připouští se budování přibližovacích cest v trasách budoucích odvozních cest.
8. Jednou z hlavních tendencí při rozmístění odvozních cest po zpřístupňovaném terénu je vyloučení tzv. lomeného přibližování dříví, tj. přiblížení dřeva lanovkou po přibližovací lince a traktorem po přibližovací cestě.
9. Hlavním kritériem optimálního plánování a trasování odvozních cest v pahorkatinách a horách je optimální podélný sklon, který by měl mít hodnoty od 5 do 8 %. Tento předpoklad se nedá dodržovat u cest údolních, jejich podélný sklon je závislý na sklonu údolního dna a u cest hřebenových, u nichž je rozhodující sklon hřebenu. Nejlépe se dá tento požadavek dodržovat u cest etážových a svahových. V některých případech je nutné vkládání protispádu, aby bylo možno vést trasu cesty v předpokládané etáži a optimálním sklonu. Cesty hřebenové je možno umís-

fovát mimo vlastní hřebeny a trasou střídát sousední gravitační území. V tomto případě je možno optimální podélný sklon dodržet. Tento druh cest lze nazvat „podhřebenovými“. Jejich dopravní význam je stejný jako u cest hřebenových. 10. Nejvhodnější sklon svahu pro stavbu lesních cest se pohybuje mezi 15 až 30 % (Beneš, 1978). Ve svazích se sklonem nad 50 % by neměly být lesní cesty stavěny.

Navržená cestní síť ve zvolených gravitačních územích vznikla na základě vyhodnocení studijních variant.

Pro posouzení účinnosti navržené dopravní sítě byla vyjádřena členitost terénu, průměrná geometrická přibližovací vzdálenost a účinnost zpřístupnění lesa podle těchto vztahů:

1.

$$K_t = \frac{\frac{I_t}{5} + K_{\text{čv}}}{2}$$

kde: K_t — koeficient členitosti terénu

I_t — průměrný sklon terénu v ‰, počítaný jako průměrný sklon spádnic systematicky rozložený po 200 až 500 m po gravitačním území

$K_{\text{čv}}$ — koeficient členitosti vrstevnic je vypočítáván podle Bližnjaka, 1952) ze vztahu:

$$K_{\text{čv}} = \frac{D_{\text{sv}}}{K}$$

kde: D_{sv} — délka vrstevnice o průměrné nadmořské výšce v gravitačním území v m. Pokud vrstevnice končí na obvodu území, doplní se její délka obvodem území mezi konci vrstevnic

K — délka kružnice v m, která by ohraničovala stejnou plochu, jako je plocha ohraničená použitou střední vrstevnicí

2. Stanovení účinnosti zpřístupnění lesní dopravní sítě (podle Backmunda, 1968; Beneš, 1985)

$$Z = \frac{D_t}{D_g} \cdot 100 \quad [\%]$$

kde: Z — účinnost zpřístupnění lesa v ‰

D_t = teoretická přibližovací vzdálenost v m

$$D_t = \frac{10\,000}{4h}$$

h — hustota dopravní sítě v m · ha⁻¹

D_g = geometrická přibližovací vzdálenost v m

$$D_g = \frac{D_1 + D_2 + D_3 \dots D_n}{n} \quad [m]$$

D_1, D_2, D_n — nejkratší vzdálenost středu čtverců o ploše 10 ha, rozložených po gravitačním území od odvozních cest v metrech.

PROBLEMATIKA ZPŘÍSTUPNĚNÍ PAHORKATIN

V tab. I jsou uvedeny současné stavy lesní dopravní sítě v několika vybraných gravitačních územích pahorkatin. Problematiku současných dopravních poměrů lze vysvětlit na zvolených příkladech gravitačních území.

Na obr. 1 je uveden současný stav lesních cest v gravitačním území Útěchovského potoka, umístěného na pravém břehu Svitavy v Drahanenské vrchovině. Území o ploše 322 ha vykazuje hustou síť odvozních cest (25,00 m · ha⁻¹) i cest přibližovacích (70,79 m · ha⁻¹). Umístění odvozních i přibližovacích cest svědčí o používaných dopravních technologiích v době výstavby těchto cest. Přibližování dříví koňmi a později traktory

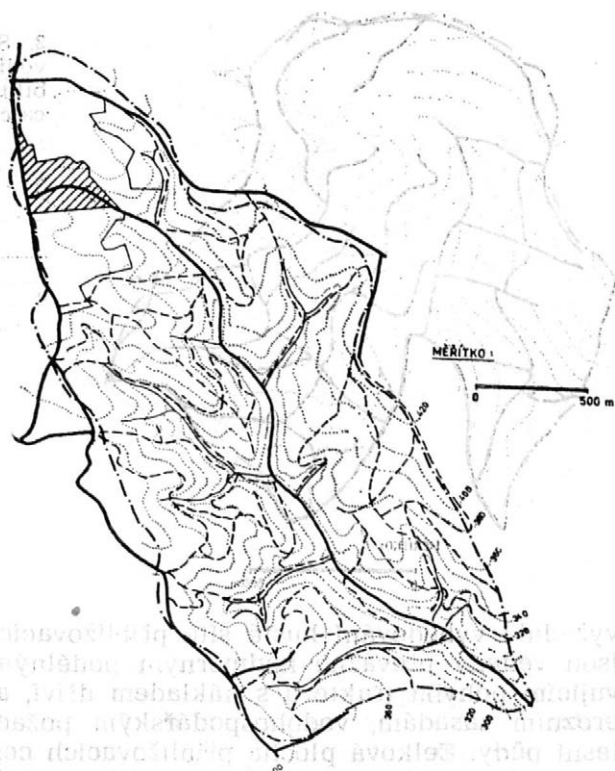
I. Současný stav lesní dopravní sítě ve vybraných gravitačních územích pahorkatin — The present state of forest road system in some gravitational areas in the hilly country

Pořadové číslo ¹	Gravitační území ²	Výměra gravitačního území ³	Hustota cest ⁴			Plocha cest ⁵			Podíl cest na ploše gravitačního území ⁶			Erozivní plocha cestní sítě ⁷		Přibližovací vzdálenost geometrická ⁸	Poměr zpřístupnění lesa ⁹
			Odvozních ¹⁰	Přibližovacích ¹¹	Celkové ¹²	Odvozních ¹⁰	Přibližovacích ¹¹	Celkové ¹²	Odvozních ¹⁰	Přibližovacích ¹¹	Celkové ¹²	Výměra ¹³	Podíl ¹⁴		
		[ha]	[m · ha ⁻¹]			[ha]			[%]			[ha]	[%]	[m]	
1	Josefovský potok	652	28,00	46,06	74,06	13,58	12,82	26,40	2,08	1,97	4,05	14,85	2,27	210	63
2	Útěchovský potok	322	24,94	70,79	95,73	5,62	8,37	13,99	1,75	2,59	4,34	6,49	2,01	195	65
3	Babický potok	331	25,09	76,19	101,28	6,06	10,27	16,33	1,83	3,10	4,93	4,19	1,26	229	58
4	Vranovský potok	179	37,10	65,27	102,37	5,25	5,47	10,72	2,95	3,05	6,00	5,59	3,11	162	62
5	Žebrakovský potok	387	12,50	100,00	112,50	2,30	11,60	13,90	0,59	3,00	3,59	1,22	0,32	333	62
6	Benčice I	244	8,92	89,54	98,46	1,93	6,53	8,46	0,79	2,68	3,47	2,85	1,16	438	64
7	Benčice II	435	—	96,90	96,90	—	5,58	5,58	—	2,91	2,91	2,43	0,55	1309	—
8	Jahodná	333	—	75,40	75,40	—	10,75	10,75	—	3,23	3,23	2,27	0,68	1312	—
	Plošně vážený průměr ¹⁶		22,81	75,45	98,26	7,07	9,50	16,57	1,64	2,72	4,36	6,07	1,38	508,6	62,4

serial number¹, gravitational area², surface of gravitational area³, road density⁴, road surface⁵, proportion of roads in the surface of gravitational area⁶, erosion surface of road system⁷, approximate geometrical distance⁸, relative accessibility of forest⁹, hauling¹⁰, skidding¹¹, overall¹², surface¹³, proportion¹⁴, present¹⁵, surface-weighted mean¹⁶

1. Současné zpřístupnění povodí Útěchovského potoka —
Present accessibility of the catchment area of the Útěchovský potok

- státní silnice
- lesní cesta odvozní
- lesní cesta přibližov.
- vodoteč
- main road
- hauling forest road
- skidding forest road
- discharge trough

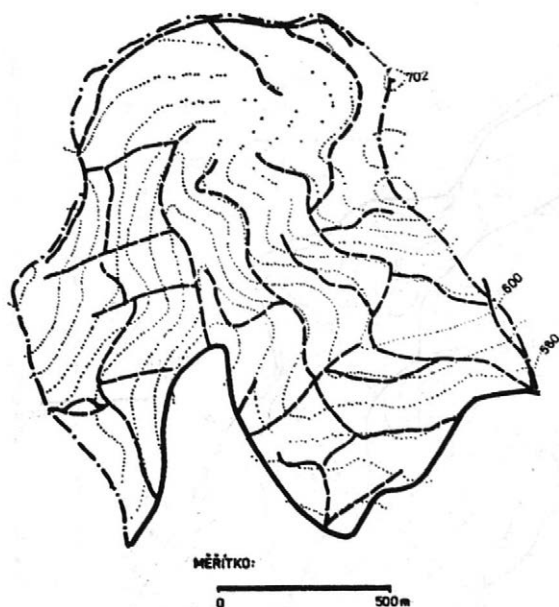


vyžadovalo nezbytnou síť údolních odvozních cest. Jakékoliv přibližování dříví proti sklonu uvedenými soustředovacími prostředky je ne-hospodárné. V popisovaném gravitačním území jsou vybudovány odvozní cesty po náhorních plošinách jako cesty hřebenové. Síť odvozních cest, která vznikla historickým vývojem lesního dopravnictví, vykazuje v povodí Útěchovského potoka poměrně vysokou hustotu ($25 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$ při nízké účinnosti (65 %), způsobené členitostí údolního dna i hřebene.

Obdobné řešení zpřístupnění lesa bylo praktikováno ve většině členitých pahorkatinných územích. Ze současného hlediska na lesní dopravnictví lze tomuto způsobu vytknout řadu nedostatků: Údolní odvozní cesty v členitých pahorkatinách vyžadují nadměrný finanční náklad na jejich vybudování. Údolní dna v těchto terénních tvarech bývají úzká a mnohdy strmá. Stavba cesty vyžaduje velký přesun zemin a zvýšené náklady na odvodňovací práce. Trasa nutně kříží údolní vodní tok a těleso cesty musí být technicky zabezpečováno proti vyvěrající spodní vodě na patě svahů a v údolních nivách. Z uvedených důvodů je část údolních cest v pahorkatinách v dezolátním stavu. To se týká i údolní cesty „Ganglofová“ v popisovaném území Útěchovského potoka.

Hřebenové odvozní cesty v povodí Útěchovského potoka jsou po stavební stránce jednoduché vzhledem k malým přesunům zemin únosného podloží a minimálním nákladům na odvodňovací práce. K jejich nevýhodám lze řadit nevyrovnaný podélný sklon, závislý na sklonu hřebenu a nutné antigravitační přibližování dříví v traktorovém terénu náhorní plošiny.

Většina těženého dříví v takto zpřístupněném území je soustřeďována do údolí převážně pomocí kolových traktorů. Tato skutečnost si



2. Současné zpřístupnění části povodí BENCICE — Present accessibility of a part of the BENCICE catchment area

- vrstevnice
- cesta odvozní
- cesty přibližovací
- · - · - zámkové území
- contour line
- hauling road
- skidding road
- · - · - special-interest territory

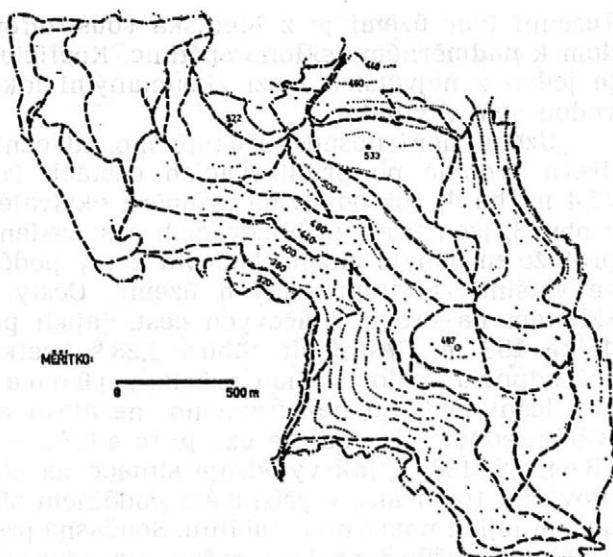
vyžádala vybudování husté sítě přibližovacích cest ($71 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$). Cesty jsou vedeny převážně nadměrným podélným sklonem ($\approx 15\%$), vyhovujícím pohybu traktoru s nákladem dříví, ale zcela odporujícím protierozním zásadám, vodorovným požadavkům a boji proti ztrátě lesní půdy. Celková plocha přibližovacích cest včetně výkopových a násypových svahů v povodí Útěchovského potoka činí $8,4 \text{ ha}$, což je $2,6\%$ celkové výměry zpřístupňovaného území a převyšuje výměru ($0,84\%$) odvozních cest. Vzhledem k tomu, že přibližovací cesty nejsou ani zpevněné, ani odvodněné, je jejich povrch vystaven účinkům vodní eroze (celkem $6,5 \text{ ha}$), jejíž následky jsou popisovány různými autory v lesnické i všeobecné literatuře (Buzek, 1986; Krešl, 1978, 1987; Škopek, 1984 aj.).

Trasování přibližovacích cest průměrným podélným sklonem 15% znamená podstatné prodloužení přibližovací vzdálenosti proti vedení trasy nejkratší dráhou od pařezu k odvozní cestě. Ve zkoumaném gravitačním území činí přímá (geometrická) průměrná přibližovací vzdálenost 195 m a skutečná, tj. vedená po přibližovacích cestách 310 m . Podstatný rozdíl geometrické a skutečné přibližovací vzdálenosti při traktorovém přibližování v členitém terénu je příčinou značných škod na lesních porostech a půdě, jakož i opotřebování a poruchy používaných traktorů. Trasy přibližovacích cest vytvářejí četné oblouky, jimiž se přispívá členitému terénu a překážkám. Tato skutečnost zvyšuje přibližovací náklady a vytváří předpoklady nadměrné spotřeby lesní půdy pro dopravní účely. Mimo jiné je příčinou zvýšeného poškozování stávajících porostů podél přibližovacích cest.

Sjízdnost přibližovacích cest se stále zhoršuje vlivem poježdění traktorů s nákladem dříví a vodní eroze. Největší opotřebování nastává při přibližování dříví za vlhka a deště. Opravy poškozených cest dozerem nebo graderem jsou neúčinné. Srovnávání koruny těchto cest vyžaduje těžbu a přesun zemin. Často je do násypů přemísťována i humózní půda s hrabankou a kořeny. Vytvořené násypy bývají při prvním vodním přívalu odnášeny vodou a cesta se stává znovu nesjízdnou.

3. Zpřístupnění lesního území JAHODNÁ — Accessibility of the JAHODNÁ forest territo- ry

- vrstevnice
- · - · hranice zájmového území
- lesní cesta přibližovací
- contour line
- · - · boundary of special-interest territory
- skidding forest road



Jiným příkladem zpřístupnění pahorkatinného území je vedení odvozní cesty ve svahu (obr. 2). Jedná se o současné zpřístupnění části povodí potoka BENČICE ve Vizovických vrších. Odvozní cesta je vedena napříč povodím, přibližně uprostřed a lze ji označit jako cestu sva-hovou.

Hustota lesních odvozních cest v uvedeném území je poměrně nízká ($9,1 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$) a odpovídá průměru sledované oblasti. Lesní cesty přibliž-žovací, včetně přibližovacích linek, vytvářejí hustotu $91 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tato hustota je nadprůměrná a vznikla v důsledku neúčinně vedené odvozní cesty.

Jak je patrné z rozložení přibližovacích cest (obr. 2) je v tomto pří-padě nahrazována funkce údolní a hřebenové cesty trasami poměrně husté sítě přibližovacích cest. Část povodí pod odvozní cestou není fak-ticky zpřístupněna, protože přibližování dříví traktory proti sklonu je neúčinné a znamená velkou spotřebu pohonných hmot a nadměrné opo-třebování přibližovacích cest dezény pneumatik, jakož i zvýšené opotře-bování traktorů.

Použití lanových systémů k soustředování dříví předpokládá v uve-deném území stavbu údolních nebo hřebenových přibližovacích cest, po nichž by bylo lanem soustředěné dříví přibliženo traktorem k odvozní cestě.

Průměrná přímá (geometrická) přibližovací vzdálenost v popisova-ném gravitačním území činí 430 m, zatímco skutečná průměrná přibli-žovací vzdálenost, vedená po přibližovacích cestách, je vyjádřena délkou 634 m. Síť odvozních cest dosahuje vzhledem ke svému neracionálnímu rozložení účinnosti 64 %. Cesty zabírají 3,5 % lesní půdy, což zhruba odpovídá průměru v ČR (Beneš, 1985). Většina plochy cestní sítě (2,7 %) náleží cestám přibližovacím, které vytvářejí v plném rozsahu předpoklady potenciální eroze lesní půdy.

Na obr. 3 je uveden příklad současného zpřístupnění souvislého lesního území JAHODNÁ v povodí Svatky na Českomoravské vrchovině.

Terénní tvar území je z hlediska soustřeďování dříví nepříznivý vzhledem k nadměrnému sklonu spádnic. Koeficient tvaru terénu 4,25 (tab. I) je jeden z největších mezi zkoumanými lokalitami. Vodní síť se stálou vodou není vyvinuta.

Území není dosud zpřístupněno odvozní cestou a veškerá doprava dřeva probíhá po přibližovacích cestách (obr. 3). Jejich hustota činí $75,4 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$, což odpovídá průměru ekvivalentních území. Jak je patrné z obr. 3, jsou trasy přibližovacích cest vedeny nestandardním způsobem, protože tu nebylo možno budovat cesty podél vodních toků, jak tomu je ve většině zpřístupňovaných území. Cesty byly trasovány příznivým sklonem na úrovni etážových cest. Jejich průměrný rozestup vyjadřuje délka 133 m. Cestní síť zabírá 3,23 % celkové zpřístupňované plochy, což odpovídá celostátnímu průměru (Beneš, 1985). Pouze 0,68 % plochy lesní půdy je nezatravněno, nezalesněno a nezpevněno, takže vytváří předpoklady vodní erozi. Je to o 0,32 % méně než celostátní průměr (Beneš, 1985). Jak vyjadřuje situace na obr. 3, jsou přibližovací cesty převážně trasovány v příznivém podélném sklonu (do 10 %), což zabezpečuje jejich poměrnou stabilitu. Současná průměrná geometrická (přímá) vzdálenost přibližovací od pařezu na odvozní místo je vyjádřena délkou 860 m, zatímco průměrná skutečná přibližovací vzdálenost (po přibližovacích cestách) činí 1186 m.

Kromě uvedených typických tvarů pahorkatinného území se v lesnické praxi vyskytuje celá řada různých terénních zvláštností. Jde zejména o rozsáhlé náhorní plošiny vysočin s průměrným sklonem terénu do 10 %. V těchto lokalitách je možno vytvářet odvozní cestní síť obdobně jako na rovinách. Přibližovací cesty se tu zpravidla nebudují dozerem. Traktory mohou pojíždět po neodhumusovaném terénu nebo po starých koňských přibližovacích cestách a lesní rozdělovací síti. Tyto terény a jejich zpřístupnění nevytvářejí výrazné nebezpečí půdní eroze a zhoršení vodohospodářské funkce lesa, pokud se dodržují technologické postupy soustřeďování dříví a traktory nezajíždějí z přibližovacích linek do porostů. Největší dopravní problém tu vytváří zamokřená a neúrodná půda.

VÝSLEDKY STUDIE ZPŘÍSTUPNĚNÍ VYBRANÝCH GRAVITAČNÍCH ÚZEMÍ V PAHORKATINÁCH

V tab. II je uvedeno 35 gravitačních území, vyjadřujících různé typy terénu. V pahorkatinách jako podklad pro návrh optimální dopravní sítě z hlediska předpokladů, uvedených v kapitole Metoda. Pro výzkum byly vybrány zpřístupňované plochy v těchto orografických útvech: Českomoravská vysočina, Dražanská vrchovina, Oderské vrchy, Středočeská vrchovina, Chřiby a Vizovické vrchy. Průměrná velikost zpřístupňované plochy činí 450 ha. Nová síť odvozních cest byla navrhována jako ideální zpřístupnění lesa, bez ohledu na současné uspořádání lesních cest.

Při výběru plochy pro studii cestní sítě bylo přihlášeno k rozmanitosti pahorkatinného terénu a z ní vyplývajících předpokladů zpřístupnění lesa v hlavních útvech pahorkatin v ČR.

Optimální síť odvozních cest v řešeném území dosahuje průměrnou hustotu $20,1 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$, což je o $0,8 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$ více než průměrná hustota odvozních cest v horách (Beneš, 1989). Lze to vysvětlit větší členi-

II. Návrh optimální sítě odvozních cest ve vybraných gravitačních územních pahorkatin – A draft of the optimum hauling road system in some gravitational areas of the hilly country

Pořadové číslo ¹	Lesní závody ²		Výměra ⁵	Hodnoty morfologických veličin ³				Hodnoty lesní dopravní sítě ⁴				Délka spádnice ¹⁵	Průměrný výškový rozdíl spádnice ¹⁶
				Průměrný ⁶ sklon terénu	Hustota vodních toků ⁷	Čísnost vrstevnic ⁸	Čísnost terénu ⁹	Hustota odvozních cest ¹⁰	Přibližovací vzdálenost ¹¹		Účinnost LDS ¹⁴		
									Teore- tická ¹²	Geome- trická ¹³			
1	2	3	[ha]	[%]	[m. ha ⁻¹]	koef.	koef.	[m. ha ⁻¹]	[m]	[m]		13	14
1	Nové Město na Moravě	Spálená paseka	448	6,7	8,47	1,24	1,91	20,07	124,6	133,9	93	600	40
2	Nové Město na Moravě	Kostkovice	288	10,0	12,15	1,11	2,11	15,30	163,4	169,7	96	1700	120
3	Nové Město na Moravě	Řásník	327	9,1	6,11	1,28	2,19	15,59	160,4	186,8	86	1100	100
4	Nové Město na Moravě	Blatka	331	10,0	6,85	1,19	2,19	16,00	156,3	168,7	93	800	80
5	Nové Město na Moravě	Smuch	325	7,9	6,76	1,14	1,93	15,97	156,5	175,3	89	1270	100
6	Přibyslav	Račín	438	3,1	17,70	1,20	1,51	15,80	158,20	164,30	96	713	37
Českomoravská vysočina Ø			359,5	7,8	9,67	1,19	1,97	16,50	153,2	166,3	92,2	947,2	79,5
7	Kuřim	Květnice	130	25	6,9	1,24	3,74	24,70	101,2	150,0	67	640	160
8	Kuřim	Jahodná	302	27,5	—	1,50	4,25	16,6	150,6	154,0	97	800	220
9	Kuřim	Na skalách	190	15,4	4,2	1,72	3,26	21,1	118,8	186,8	67	650	100
10	Kuřim	St. špice	486	12,8	18,5	1,62	2,90	18,3	136,6	170	80	558	71
Českomoravská vysočina Ø			277	22,7	7,0	1,52	3,54	20,2	126,8	162,9	77,8	662	137,8

Tab. II. pokračování

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11	ŠLP Křtiny	Útěchovský potok	322	17,2	23,17	1,70	3,42	25,80	96,9	146,3	66	580	100
12	ŠLP Křtiny	Vranovský potok	180	25,5	23,67	1,55	4,10	20,83	120,0	175,5	68,4	470	120
13	ŠLP Křtiny	Josefovský potok	670	14,9	1,19	1,75	3,24	17,76	140,8	175,0	80	670	100
14	ŠLP Křtiny	Babický potok	424	13,6	16,86	1,38	2,74	23,58	108,0	150,3	70	779	106
15	VLS Plumlov	Hranáč	374	10,9	13,2	1,74	2,83	19,8	126,3	145,6	86,7	920	100
16	VLS Plumlov	St. Plumlov	849	11,7	19,9	1,46	2,63	19,5	128,2	182,0	70,0	750	88
17	VLS Plumlov	Vosek	593	15,1	18,3	2,23	3,74	27,5	90,9	118,6	76,6	518	72
Drahanská vrchovina Ø			523,6	15,6	18,8	1,69	3,24	24,8	115,9	137,4	74,0	698	98,9
18	Bílovec	Podvihov	388	6,3	16,2	1,77	2,4	20,4	122,5	176,2	70	940	60
19	Bílovec	Kyjovice	853	10,0	13,7	2,75	3,75	20,1	124,4	186,0	67	700	70
20	Bílovec	U lípy	722	16,0	18,3	2,93	3,63	24,9	100,4	127,9	78,5	500	80
21	Bílovec	Výškovice	564	10,3	9,2	2,30	3,33	19,0	131,6	186,3	70,4	780	80
22	Bílovec	Ohrada	10,33	7,1	10,9	1,9	3,68	24,2	103,3	142,7	72,4	700	50
Oderské vrchy Ø			712	9,9	13,9	2,15	3,36	21,7	116,4	163,9	71,7	724	62
23	LZ Vlašim	Vrábov	173	17,3	13,3	1,45	3,18	16,8	148,8	188,2	79	520	90
24	LZ Vlašim	Kozi hřbety	130	15,4	—	1,60	3,14	20,0	125,0	152,3	82	650	100
25	Kácov	Jistpecká rokle	168	17,8	26,8	1,50	3,28	16,07	155,6	201,9	77	450	80
26	Kácov	V pekle	395	18,6	18,0	2,14	4,00	21,9	114,2	155,3	74	565	105
27	Křivoklát	Jeřábky	417	12,7	9,8	1,64	2,91	15,5	161,3	184,6	87,4	785	100
28	Křivoklát	Bludný	392	17,1	11,1	2,68	2,68	15,6	160,3	193,2	83,0	679	116
29	Křivoklát	Čertovka	246	21,9	34,5	2,60	4,79	28,5	87,9	99,2	88,6	520	114
Středočeská vrchovina Ø			274	17,3	16,2	1,94	3,43	19,2	136,2	167,8	81,6	595,6	100,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30	Bučovice	Hradisko	730	14,3	11,2	2,27	3,70	18,5	135,1	169,6	79,7	860	123
31	Bučovice	Voj. žlíbek	584	14,4	13,7	1,90	3,34	21,4	116,8	158,6	73,6	667	96
32	Buchlov.	Skály	715	13,8	12,3	1,77	3,15	20,1	124,4	157,7	78,9	798	110
33	Buchlov.	Smutný žleb	535	17,2	17,2	1,69	3,41	19,8	126,3	152,9	82,6	663	114
Chřibý Ø			641	14,9	13,6	1,35	3,40	19,95	125,7	159,7	787	747	1108
34	Brumov	Černé potůčky	556	22,9	18,0	1,52	3,81	20,7	120,8	163,4	73,9	445	102
35	Brumov	Mužíkov	454	21,6	23,8	1,44	3,60	19,2	130,2	163,8	79,7	635	137
Vizovické vrchy Ø			505	22,3	20,9	1,48	3,70	19,9	125,7	163,6	76,8	540	119,5
Celkový aritmetický průměr ¹⁷			401	14,9	13,86	1,70	3,16	19,91	129,3	165,3	76,5	700,6	98,9

serial number¹, forest establishments², values of morphological characteristics³, values of forest road system⁴, surface⁵, average terrain slope⁶, density of water-courses⁷, contour line configuration⁸, density of hauling roads¹⁰, skidding distance¹¹ theoretical¹², geometrical¹³, effectiveness of forest road system¹⁴, length of slope line¹⁵, average height difference of slope line¹⁶, total arithmetical mean¹⁷

tostí a roztržitostí pahorkatinných lesů. Současná průměrná hustota uvedených cest ve zkoumaném území podle tab. I činí $22,8 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$ při účinnosti 62,4 %. Účinnost navržené optimální sítě cest (tab. II) dosahuje průměrné hodnoty 76,5 %. Nízkou účinnost současné dopravní sítě lze vysvětlit převážným situováním odvozních cest na dnech pahorkatinných údolí při sledování hlavního cíle, představovaného gravitačním přibližováním dříví.

Některá lesní území v pahorkatinách nejsou zpřístupněna odvozními cestami, což je patrné z tab. I. Jedná se převážně o menší odloučené plochy lesů, dříve obhospodařované soukromníky, národními výbory nebo zemědělskými družstvy.

ČINITELE OVLIVŇUJÍCÍ POTŘEBNOU HUSTOTU LESNÍCH CEST V PAHORKATINÁCH

Potřebná hustota odvozních cest ve zkoumaných gravitačních územích se pohybuje od 13,6 do $37,9 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tento poměrně velký rozdíl je možno vysvětlit různou členitostí a roztržitostí lesního území v pahorkatinách. Potřebná hustota cest úzce souvisí s jejich účinností, která se ve zkoumaném území pohybuje v rozmezí 60 až 93 %.

Průměrná geometrická (přímá) přibližovací vzdálenost v optimálně zpřístupněných gravitačních územích činí 165 m, což plně odpovídá teoretickým předpokladům zpřístupnění lesa (Beneš, 1986).

Kromě tvaru terénu ovlivňuje potřebnou hustotu lesních cest používaná soustředovací technologie, geologické, půdní a klimatické poměry zpřístupňovaného území a způsob hospodaření.

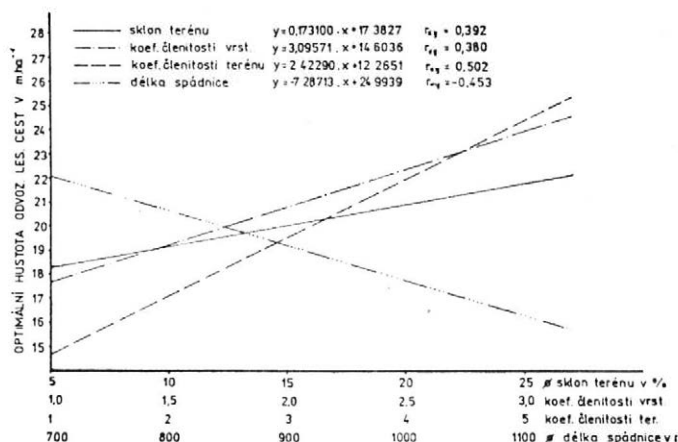
Terénní tvar pahorkatin

V publikaci „Zpřístupnění horských lesů“ (Beneš, 1989) je uvedena závislost potřebné hustoty lesních odvozních cest na průměrném sklonu území, členitosti vrstevnic a hustotě vodních toků. Je tu vyjádřena korelační závislost hustoty cest na tzv. koeficientu členitosti terénu ($r_{xy} = 0,769$), slučujícím uvedené terénní faktory. V pahorkatinách je závislost hustoty cest na analogicky vyjádřeném koeficientu členitosti terénu mnohem menší ($r_{xy} = 0,502$, obr. 4).

Závislost potřebné hustoty odvozních cest v pahorkatinách na průměrném sklonu terénu ($r_{xy} = 0,382$) a členitosti vrstevnic ($r_{xy} = 0,380$) je mnohem nižší než v horách. Závislost na hustotě a členitosti vodních toků nebyla prokázána. Členitost a roztržitost zalesněného území pahorkatin, jakož i nízký průměrný sklon terénu podstatně snižují uvedené korelační závislosti.

V pahorkatinách se uplatňuje závislost optimální hustoty cest na průměrné délce spádnice (tab. II, obr. 4). Je to průměrná vzdálenost dna údolí a nejbližšího hřebene, měřená ve směru největšího sklonu terénu ve stanovených vzdálenostech (např. po 200 m). Průměrná délka spádnice ve zkoumaném území (tab. II) činí 700 m a pohybuje se v rozmezí 445 až 1270 m. Z hlediska zpřístupnění lesa vyplývá závislost mezi délkou spádnice a hustotou odvozních cest z nutnosti vybudování alespoň jedné odvozní cesty v dílčím gravitačním území, tj. alespoň jedné cesty, protí-

4. Závislost potřebné hustoty odvozních cest na tvaru terénu v pahorkatinách — The dependence of the useful density of forest roads on the terrain configuration in the hilly country



nající spádnici. Z teoretického hlediska zpřístupní jedna cesta až 1000 m široký pruh. Proto klesá v údolích s malou délkou spádnice účinnost vybudovaných odvozních cest.

Hustota vodních toků se pohybuje v zájmovém území od 0 do 24 m . ha⁻¹. Některá gravitační území mají tvar kopců (homole), vypínajících se nad okolními zemědělskými pozemky. To jsou zvláštní terénní útvary, které vyžadují specifický přístup při návrhu cestní sítě. Vodní síť tu bývá zanedbatelná a v některých případech se stálá voda nevyskytuje.

Optimální odvozní síť se v pahorkatinách vyhýbá vedení tras po dně údolí. Snaží se více využít cest etážových a hřebenových. Proto se tu ztrácí výrazná závislost potřebné hustoty cest na hustotě vodní sítě.

Hustota vodních toků je především závislá na geologických a klimatických poměrech, zejména propustnosti půdy a srážkovém úhrnu. I když množství vodních toků neovlivňuje v prokazatelné míře optimální hustotu cest, lze konstatovat, že má výrazný vliv na pořizovací náklady lesních cest v podobě zvýšeného množství potřebných propustí, příkopů a odvodňovacích zařízení.

Průměrný sklon terénu zpřístupněných lesních území činí 10 % a pohybuje se v rozmezí 6,3 až 27,5 %. Je závislý především na původu a historickém vývoji terénních útvarů. Malý sklon terénu vykazují náhorní plošiny pahorkatin, např. území LZ Nové Město na Moravě, Příbyslav a Jihlava. Území s větším terénním sklonem se zpravidla nachází v blízkosti větších vodních toků, jako např. na březích Vltavy, Sázavy, Svitavy, Svatky.

Sklon území je používán za kritérium při klasifikaci terénu pro návrh předpokládané soustředovací technologie v lesních hospodářských plánech.

Horský terén vykazuje větší průměrný sklon vzhledem k větším výškovým rozdílům mezi dnem údolí a hřebeny a odlišnému morfológickému tvaru. V 27 charakteristických horských gravitačních územích (Beneš, 1989) byl zjištěn průměrný sklon území 23 %. Tato skutečnost je hlavním důvodem obtížnějšího a nákladnějšího soustředování dříví v horách proti pahorkatinám.

Sklon zpřístupňovaného území ovlivňuje mj. i stavební náklad na výstavbu cest a určuje předpoklady jejich výstavby. Ve sklonech spádnic nad 50 % je výstavba cest z hlediska stavební ekonomiky i ochrany pří-

rody nehospodárná a je jí možno praktikovat jen v omezeném úseku při řešení návaznosti tras. Podle získaných údajů (Beneš, 1974) pro výstavbu cesty se jeví ekonomicky nejvýhodnější průměrný sklon terénu v příčných řezech komunikace 15 až 30 %. Tento sklon vytváří předpoklady nejmenšího přesunu zemních hmot a plně odpovídá technologickým předpokladům zemních prací pomocí dozeru.

Při návrhu optimálních tras lesních cest se uplatňuje zásada volby vhodného sklonu terénu pro stavby cesty. Dna pahorkatinných údolí bývají z hlediska sklonu terénu nepříznivá. Kromě toho je nutno odvozní cestu, budovanou podél vodního toku nákladným způsobem odvodňovat a zabezpečovat proti erozivní činnosti vody.

Při volbě umístění trasy cesty v pahorkatinném povodí hraje značnou roli možnost použití optimálního podélného sklonu. Tento předpoklad je v úzkých a často strmých údolích vyloučen a dochází k častému vynucenému použití nadměrných podélných sklonů trasy. Je to jeden z důvodů, proč se doporučuje opustit údolní dno při návrhu tras odvozních cest v některých případech zpřístupnění pahorkatin.

Sklon terénu hraje určitou roli i při trasování cest po hřebenech pahorkatin. Jejich tvar zpravidla nevyhovuje předpokladu optimálního podélného sklonu cesty. Mimoto se na hřebenech vyskytují časté protispády, které komplikují stavbu cesty i dopravní provoz po nich.

Z hlediska použití optimálního podélného sklonu cest a optimální stavební technologie jsou nejvhodnější trasy vedené ve svahu pahorkatin se sklonem spádnic do 30 %.

Soustředovací technologie

Základní zásady soustřeďování dříví byly popsány v publikaci „Zpřístupnění horských lesů“ (Beneš, 1989). Pahorkatiny vykazují určitá specifika proti horskému terénu. Současná lesnická praxe používá pro přibližování dříví v pahorkatinách převážně traktorů pro těžby mýtní a koňských potahů pro těžby předmýtní. S touto volbou dopravních prostředků nutno počítat i do budoucna. Předpokládá se větší použití lanových systémů. Výhradních lanovkářských terénů je v pahorkatinách mnohem méně než v horách. Přesto lze tzv. malé lanovky zařadit do soustředovací technologie, jak to současná provozní praxe některých lesních závodů prokazuje.

Jak vyplývá z tab. I je v pahorkatinách vybudována podstatně větší hustota přibližovacích cest než v horách ($40 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$). K této skutečnosti přispěl poměrně výhodný sklon terénu pro stavbu přibližovacích cest a především převážně traktorové přibližování dříví, které se tu bez cest neobejde.

Současná tendence v ochraně lesní půdy a zabránění růstu potenciální vodní eroze vedou k většímu využívání přibližování dříví lanovkami. Z tohoto hlediska by mělo lesní hospodářství omezit budování přibližovacích cest v pahorkatinách. Škodlivost přibližovacích cest, vedených napříč svahem při nadměrném podélném sklonu byla potvrzena v řadě publikací (např. Navrátil, 1988; Buzek, 1986 aj.). Předpokládá se přibližování dříví po spádnici pomocí traktorů a proti spádu pomocí lanových systémů. Základní zásadou musí být pohyb dřeva od pařezu k odvozní cestě nejkratší cestou, což odpovídá předpokladu minimálních škod na půdě i lesním porostu.

Při teoretické tendenci upuštění údolních odvozních cest se jeví výhodná možnost vedení cesty ve svahu. Gravitační území se sklonem terénu, vyhovujícímu traktorovému přibližování dříví po celé ploše, by mělo mít trasovou odvozní cestu tak, aby nejlépe odpovídala dopravní účinnosti (Beneš, 1985), tj. přibližně v ose zpřístupňovaného území.

Pro ochranu lesní půdy a vodohospodářské poměry je současné traktorové soustřeďování dříví škodlivé vytvářením nové sítě odtoku povrchových vod. Přibližovací cesty směřují od hřebenu k údolní cestě, přičemž na hlavní cestu navazují přibližovací linky, které vytvářejí spojenou síť pro odtok povrchové vody, končící v údolní vodoteči. Pokud použijeme traktorové přibližovací linky do největšího sklonu 30 %, vedené ve spádnici po neodhumusovaném terénu, vytvoříme předpoklad minimální eroze lesní půdy. I když nastane částečná eroze půdy z přibližovacích linek, nedostane se uvolněná zemina až do vodního toku, ale je zachycována porostem mezi svahovou cestou a údolním dnem.

Uvedené tvrzení částečně odůvodňuje výhodnost svahových odvozních cest v pahorkatinách.

Pro volbu vhodných tras odvozních cest při traktorovém přibližování dřeva se doporučují tyto zásady:

- a) Vyhýbat se trasám, vedeným v příkrých terénech (nad 40 %) a po dně ostře zaříznutých údolích, bez dostatečně široké údolní nivy pro tvorbu lesních skládek.
- b) Hřebenové cesty jsou pro traktorové přibližování nevýhodné, zejména tam, kde nejsou vytvořeny náhorní plošiny.
- c) Odvozní cesta má být vedena tak, aby se na ní mohly snadno napojovat přibližovací linky, vedené převážně po spádnici.
- d) Terén podél odvozní cesty má skýtat možnost budování skládek dříví. Dostatečný počet skládek snižuje přibližovací vzdálenost a zabráňuje vlečení přibližovaného dříví traktory po odvozních cestách na větší vzdálenosti.

Z hlediska vodohospodářských poměrů a potenciální eroze lesní půdy lze k soustřeďování dříví plně doporučit antigravitační lanovkové přibližování. Vytvářené rýhy ve stopách přibližovaného dřeva se zvětšují odspodu nahoru a případná jimi protékající voda se rozlévá bočními rýhami vzniklými vlečenými kmeny do porostu. Po lanovkovém soustřeďování dříví nedochází k vytváření vodních strží. Při předpokladu použití lanovek je nutno dodržovat tyto zásady při trasování odvozních cest:

- a) Přibližovací linka vedená od nejvzdálenějšího přibližovaného kmene k odvozní cestě má být přímá bez protispádu a její největší délka by neměla přesáhnout 500 m.
- b) Odvozní cesta má být situovaná tak, aby se podél ní snadno zřizovaly skládky přibližovaného dříví. Tomuto požadavku nejlépe vyhovují cesty trasované po náhorních plošinách nebo na jejich okraji.
- c) Lanovkové přibližovací linky mají končit na odvozní cestě, aby se zabránilo tzv. lomení dopravy použitím dalšího přibližovacího prostředku.
- d) Odvozní cesty se doporučuje trasovat tak, aby bylo možno použít antigravitačního přibližování lanem, které je z technologického i nákladového hlediska výhodnější, než přibližování po spádu.

- e) Trasa svahové odvozní cesty by měla sledovat možnost lanovkového přibližování zesponu a traktorového svrhu.
- f) Pro antigravitační lanovkové přibližování dříví plně vyhovují hřebenové dovozní cesty, které vytvářejí odbočky po zpřístupňovaných bočních hřebenech.

Hospodářský způsob

Mezi hustotou, rozložením a vybavením lesních cest a hospodářským způsobem je velmi úzká souvislost. Čím je intenzivnější hospodaření v lese, tím je potřebná hustší a vybavenější cestní síť.

Základním problémem vztahu lesní dopravní sítě k pěstování lesa je otázka priority cesty nebo porostu. Lesní cesta narušuje svoji šířkou tělesa a hloubkou zářezu ekologické poměry zpřístupňovaných porostů a zvyšuje jejich náchylnost ke škodám větrem a sněhem. Při trasování cest je nutno komplexně hodnotit jejich budoucí účinky na zpřístupňované lesy.

Mayer, 1971; Štaud, 1972; Doležal, 1977 řešili vazbu lesní dopravní sítě na těžbu a pěstování lesa vytvářením technologických předpokladů bezeškodného hospodaření v lesních porostech. Prosazovali síť přibližovacích linek, dopravních hranic a přibližovacích cest, které určují základní předpoklad úspěšných pěstebních zásahů a obnovy lesa.

Zařizovatelé lesů usilují o vytvoření plošných hospodářských jednotek (oddělení, provozních celků ap.), které jsou zpřístupňovány určitou cestní sítí, v souladu s perspektivním rozdělením lesa (Truhlář, 1983). Trasy vhodně vedených odvozních cest vytvářejí přirozené hranice lesních provozních jednotek, sledují terénní, půdní, polohové, biologické, technologické a jiné předpoklady nově tvořených porostních celků.

Maloplošné a výběrné lesní hospodářství vyžaduje mnohem větší ohledy při trasování cest na stávající biotopy, předpoklady ochrany lesa a bezeškodné soustřeďování dříví.

V pasečném hospodářství, které se u nás převážně praktikuje, lze přisuzovat prioritu účelnému uspořádání lesní dopravní sítě z hlediska terénní výhodnosti a předpokládané soustřeďovací technologie. Základním kritériem tu jsou vodohospodářské požadavky a provozní účinnost odvozních cest.

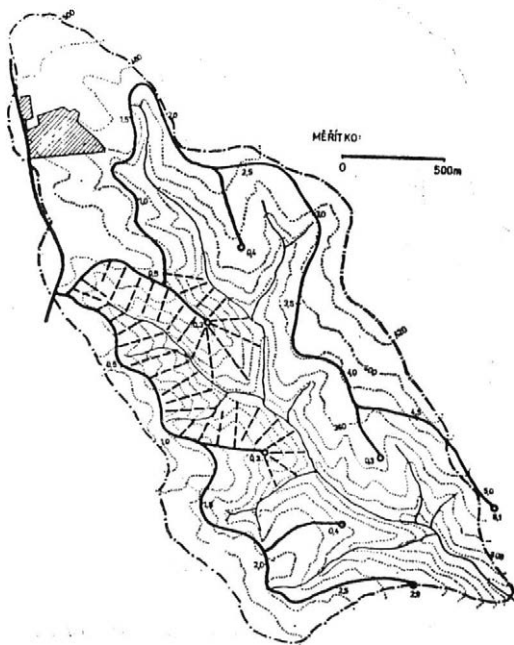
Z hlediska hospodářského způsobu jsou nejméně problematické odvozní cesty údolní a hřebenové. V těchto liniích jsou zpravidla vedeny trasy rozdělovací sítě. Údolnice a rozvodnice tvoří přirozené hranice ekologicky rozdílných hospodářských jednotek.

Cesty etážové mohou výhodně posloužit rozdělení svahu na plochy s rozdílnými přírodními a růstovými poměry a vytvořit přirozenou hranici. Z hlediska lesního hospodářství jsou nejproblematictější cesty, vedené napříč svahem, které násilně zasahují do celistvosti porostů a bývají neškodlivější po stránce vodohospodářské, zejména půdní eroze. Tyto cesty jsou pro rozdělení lesa nevyužitelné.

Pro podrobné rozčlenění porostů, potřebné pro pěstební výchovu, ochranu a dopravní zpřístupnění, mohou dobře posloužit trvalé přibližovací linky, postupně vytyčované při těžbě dříví a stabilizované pro další

5. Návrh optimální dopravní sítě v gravitačním území Útěchovského potoka — A draft of the optimum road system in the gravitational area of the Útěchovský potok

- státní silnice
- lesní odvozní cesta
- trasy lanovek
- ~~~~~ vodní toky
- vrstevnice
- · - · rozvodnice
- main road
- hauling forest road
- cableway tracks
- ~~~~~ water-courses
- contour line
- · - · distribution system



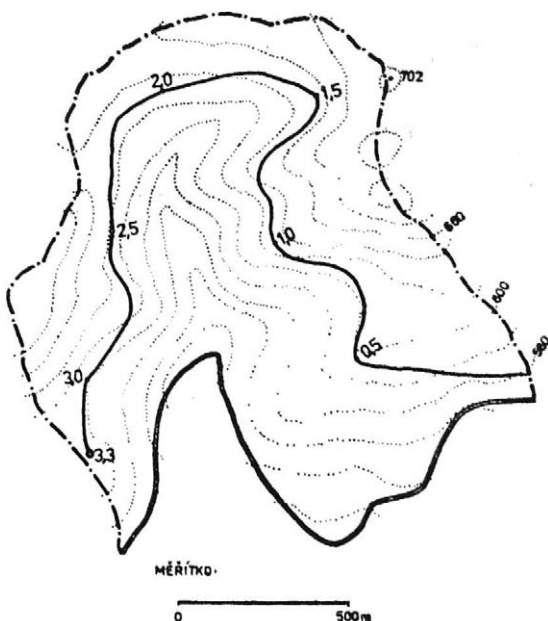
hospodářské úkony. Pro tyto účely se zřizují 3 až 4 m široké průseky ve vzájemné vzdálenosti 40 až 60 m, převážně orientované do směru terénních spádnic s ohledem na traktorové soustřeďování dříví a 2 m široké průseky pro trasy lanovek.

PŘÍKLADY OPTIMÁLNÍHO ZPŘÍSTUPNĚNÍ LESA V PAHORKATINÁCH

Na obr. 5 je uvedena optimální dopravní síť v povodí Útěchovského potoka, která je protikladem současné sítě cest, uvedené na obr. 1. V návrhu zpřístupnění je zvýšena hustota odvozních cest ze současných $24,9 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$ na optimální $25,8 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$, geometrická přibližovací vzdálenost je snížena ze současných 195 m na perspektivních 146 m. Účinnost cestní sítě se zvyšuje ze 65 % na 70 %. Skutečná přibližovací vzdálenost, měřená po současných přibližovacích cestách, klesne z 310 na 200 m vzhledem k tomu, že se předpokládá přibližování nejkratší cestou, tj. po spádnici.

Přednosti uvedeného návrhu optimálního zpřístupnění:

- a) Není nutná výstavba a údržba přibližovacích cest, jejichž plocha činí v současné době 8,4 ha, tj. 2,6 % celkové lesní půdy v gravitačním území. Většinu této plochy bude možno zalesnit, a tím se zamezí škodám vodní erozi.
- b) Navržené trasy odvozních cest jsou vedeny v optimálním podélném sklonu 5 až 8 %. Tato skutečnost ovlivní stabilitu cest. Trasy probíhají v příznivém terénu z hlediska stavební technologie, tj. nekříží, ani nesledují vodní toky a sklon terénu v příčných řezech (15 až 30 %) plně vyhovuje technologii uskutečňování zemních prací dozerem. Finanční náklady na odvodnění, zpevnění a údržbu těchto cest budou mnohem nižší než u současných údolních odvozních cest.
- c) Návrh umožňuje přímočaré přibližování dříví ze všech zpřístupňova-



6. Návrh optimální sítě odvozních cest v gravitačním území BENČICE — A draft of the optimum hauling road system in the BENČICE

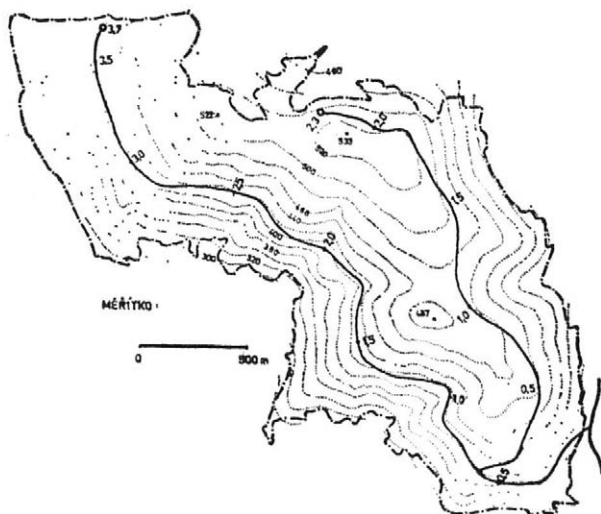
- cesta odvozní stávající
- cesta odvozní návrh
- · - · - · zájmové území
- vrstevnice
- === present hauling road
- hauling road — project
- · - · - · special-interest territory
- contour line

ných ploch. Nejdelší přibližovací dráha má délku 450 m. Předpokládá se přibližování lanovými systémy ploch pod cestou a traktory nad cestou, přičemž se traktory mohou pohybovat po síti přímočarých přibližovacích linek neodhumusovaných a stavebně nebudovaných.

- d) Způsob vedení a výstavby odvozních cest zabraňuje transportu půdních součástí do vodních toků. Nejsou tu přibližovací cesty vyústované na údolní komunikaci, které bývají hlavním zdrojem vodní eroze. Mezi údolím a etážovou odvozní cestou je dostatečně široký pruh lesa, který zabrání přítoku plavenin do vodotečí.
- e) Z hlediska ochrany vodohospodářských poměrů lesa a stávajících lesních porostů má navržený dopravní způsob řadu výhod. Především podstatně sníží pohyb přibližovacích traktorů po lese a lesních cestách. S tím souvisí snížení úniku olejů do půdy, spotřeby pohonných hmot, hutnění lesní půdy, devastace přibližovacích cest, zrychlení odtoku povrchové vody i podzemní vody z gravitačního území po husté síti přibližovacích cest s nadměrným podélným sklonem, poškozování porostů přibližovaným dřívím a traktory aj.
- f) Navrhovaný způsob zpřístupnění lesa vytváří předpoklady podstatného snížení poruchovosti a tím i údržby traktorů, používaných k přibližování dříví. Jejich největší opotřebování vzniká na strmých, neudržovaných, často demolovaných přibližovacích cestách s vyjetými koleji, nerovnostmi, kameny a kořeny na jejich koruně.
- g) Vedení tras po náhorní plošině a na jejím rozhraní umožňuje skladování soustředěného dříví podél odvozních cest. Sjezd i nájezd traktorů z porostu na koruny cesty, jakož i skladování dříví v úzkých pahorkatinných údolích a příkrých svazích jsou problematické a řeší se často na úkor lesní půdy a vodohospodářských poměrů.
- h) Navržený způsob soustřeďování dříví vylučuje tzv. povýrobní úpravu přibližovacích cest, jak ji prosazují současné hospodářské směrnice. Lanovkové soustřeďování dříví nevytváří erozivní rýhy a traktorové

7. Návrh zpřístupnění lesního území JAHODNÁ — A draft of the accessibility of the JAHODNÁ forest territory

- vrstevnice
- · - · hranice zájmového území
- cesta odvozní navrhovaná
- contour line
- · - · boundary of special-interest territory
- projected hauling road



linky mají být vytyčovány jen na únosném podloží, takže by při do-
držení předpokládané dopravní technologie neměly žádné erozivní
rýhy vznikat.

- i) Zkrácení a napřímení přibližovacích linek přispěje k podstatnému
snížení oděrků stromů v porostech, jimiž soustřeďované dříví pro-
chází. Příčinou neúměrných škod na porostech podél přibližovacích
cest je častá změna směru cesty a tendence vlečeného svazku dříví
k uhýbání z přibližovací cesty ve směru sklonu terénu.

Obr. 6 uvádí možnost vhodného vedení odvozní cesty v části gravi-
tačního území BENČICE (obr. 2). Jestliže se má podstatně snížit přibli-
žovací vzdálenost, vyloučit výstavbu přibližovacích cest dozerem a umo-
žnit přibližování dříví nejkratší cestou po spádnicí, je nutno umístit od-
vozní cestu do etáže (obr. 6).

Parametry uvedené optimální dopravní síť odpovídají průměrům
(tab. II), tj. hustota odvozních cest 23,1 m. ha⁻¹, průměrná geometrická
přibližovací vzdálenost 145 m a účinnost odvozních cest 75 %.

Pro přibližování dříví je možno použít všechny dostupné přibližovací
prostředky, včetně koní, bez „lomení dopravy“. Skutečná průměrná přibli-
žovací vzdálenost klesne z 634 m na 198 m.

Vedení trasy odvozní cesty ve zpřístupňovaném území umožňuje
hospodářské výhody obdobné jako u předcházejícího případu zpřístup-
nění, tj. v gravitačním území Útěchovského potoka.

Dalším terénním typem, jehož současné zpřístupnění je vyznačeno
na obr. 3 představuje gravitační území JAHODNÁ. Optimální (modelové)
zpřístupnění uvádí obr. 7.

Navržená síť odvozních cest vykazuje poměrně nízkou hustotu
16,6 m. ha⁻¹, což lze odůvodnit menší členitostí terénu a uceleností les-
ního území, které nemá vyvinutá boční údolí se sítí stálých vodních toků
a poměrně dlouhou průměrnou délkou spádnice (800 m). Jedna z navrže-
ných cest (obr. 7) je etážová a druhá podhřebenová.

Návrh dosahuje vysokou účinnost odvozní sítě 77 %. Průměrná geo-
metrická přibližovací vzdálenost 149 m zcela odpovídá průměru řeše-
ných gravitačních území.

Vzhledem k tomu, že sledované území dosud zpřístupněno odvozními cestami není, bylo by možno navrženou cestní síť uskutečnit. Současná nadměrná přibližovací vzdálenost 1180 m by klesla asi na 210 m.

Ve zpřístupněném území by se uskutečňovalo přibližování převážně lanovkovými systémy, vzhledem k průměrnému sklonu spádnic 27,5 %. Pouze náhorní plošina by mohla být zpřístupňována traktory.

ZÁVĚR

Zpřístupnění lesů v pahorkatinách vyžaduje specifický přístup vzhledem k zvláštnostem terénních tvarů tohoto území.

Z rozboru vlivu prvků členitosti terénu v horách (Beneš, 1981) a pahorkatinách vyplývá rozdílnost spolupůsobení zkoumaných faktorů na potřebnou (optimální) hustotu lesních odvozních cest. V horských terénech byla zjištěna výrazná závislost potřebné hustoty cest ($r_{xy} = 0,761$) na koeficientu tvaru terénu, vyjádřeném průměrným sklonem terénu, hustotou vodních toků a členitostí vrstevnic. Pro pahorkatiny vychází uvedená závislost mnohem menší ($r_{xy} = 0,502$). Zdůvodnění lze hledat v rozdílném charakteru terénních prvků, zejména menším průměrným sklonu terénu a menší průměrné délce spádnic.

Pahorkatiny se vyznačují větší roztržitostí lesního území s četnými zásahy zemědělských pozemků, osad a komunikací. Tato okolnost zvyšuje předpoklady průměrné hustoty optimální sítě odvozních cest.

V předložené práci byly ověřeny základní předpoklady optimálního návrhu lesní dopravní sítě v pahorkatině, vyjádřené v kapitole — Metoda.

Z rozboru parametrů cestní sítě a terénních prvků v 35 gravitačních územích v pahorkatinách vyplývá malá účinnost údolních cest. Jejich výstavba je ztížena členitostí údolí, často nepříznivým podélným sklonem, velkými přesuny zemin při stavbě a malé možnosti budování skládek podél těchto cest, jakož i vysokými nároky na odvodnění.

Většina návrhů optimálního zpřístupnění uvedeného v tab. II využívá hřebenových a etážových odvozních cest, jejichž výstavba a účinnost jsou ekonomicky výhodnější než údolní odvozní cesty. Základním předpokladem jejich použití je zvýšený podíl lanovkového soustřeďování dříví.

Průměrná optimální hustota odvozních cest ve zkoumaných gravitačních územích je $19,9 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jak je uvedeno v článku Beneše (1989) byla obdobným způsobem zjištěna zkoumaná hustota cest v horách v hodnotě $21,1 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$, což potvrzuje prakticky stejné požadavky na potřebnou hustotu odvozních cest v horách i pahorkatinách. Zjištěná hustota kolísá v pahorkatinách od 13,6 do $37,9 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$, což potvrzuje rozmanité přírodní a provozní poměry pahorkatin.

Průměrná geometrická přibližovací vzdálenost zkoumaného území činí 165 m, zatímco v horském území byla zjištěna tato veličina v hodnotě 162 m (Beneš, 1989). Získané údaje potvrzují skutečnost, že průměrná geometrická přibližovací vzdálenost by se v našich horských i pahorkatinných územích měla pohybovat mezi 140 až 180 m. Tento údaj vytváří jedno ze základních kritérií vyhovujícího zpřístupnění lesa.

Vedení tras odvozních cest podle navržených zásad vytváří předpoklad zvýšení jejich únosnosti. Ve zkoumaných gravitačních územích se

optimálním návrhem zvýšila účinnost z průměrných 62 % na 76 %, což představuje značný hospodářský přínos.

Nedoporučuje se současná praxe rozsáhlé výstavby a údržby přibližovacích cest (v $\varnothing$ 75 m. ha⁻¹). Tyto cesty se jeví ve většině případů zbytečné a jsou z hlediska ekologie lesní krajiny škodlivé, zejména vytvářením předpokladů eroze a ztráty lesní půdy. Doporučuje se vedení přibližovacích linek po spádnicích, bez odhumusování cestní pláně a přesunu zemin. Přibližovací linky by měly mít trvalý charakter.

Etážových odvozních cest v pahorkatinách lze využít jako rozdělovacích linií k vytváření provozně samostatných ploch pro obhospodařování lesa.

Hlavní překážkou perspektivní optimalizace lesní dopravní sítě je současná poměrně hustá síť odvozních a přibližovacích cest, včetně veřejných komunikací. Přesto lze doporučit vytvoření celostátní koncepce zpřístupnění lesa a její postupné uplatňování v lesnické praxi podle uvedených zásad.

Literatura

- BACKMUND, F.: Indices for the degree of accessibility of forest districts via roads. Schw. Zeitschr. für Forstw., 119, 1968, č. 11, s. 445-452.
- BENEŠ, J.: Vliv přírodních poměrů na pořizovací cenu lesních cest. Lesn. Čas., 20, 1974, č. 1, s. 17-30.
- BENEŠ, J.: Výzkum přírodních faktorů ovlivňujících tvorbu lesní dopravní sítě. VŠZ, Brno 1978, 85 s.
- BENEŠ, J.: Teoretické základy optimalizace lesní dopravní sítě. [Závěrečná zpráva.] Brno 1985, s. 1-47.
- BENEŠ, J.: Zpřístupnění horských lesů. Lesnictví 1989, č. 2, s. 153-172.
- BLIŽNJAK, J.: Vodnyje isledovanija. Moskva 1952. 425 s.
- BUZEK, L.: Beskydy. SPN, Pedagogická fak., Ostrava, 1986, 347 s.
- DOLEŽAL, B.: Malopasečný les a nová těžební technika. Referát na konf. „Zpřístupnění horských lesů“, VŠZ Brno, 1977.
- KREŠL, J.: Protierozní ochrana půdy — základní povinnost lesního hospodáře. Práce, 1987, č. 8, s. 361-365.
- MAYER, H.: Entwicklungstendenzen im Gebirgswaldbau. Zbl. Forstwes., 1971, s. 79-100.
- NAVRÁTIL, P.: Projevy eroze půdy na odlesněných svazích Jizerských hor. In: Sbor. Konf. ČSVTS—DT Ústí n. L., 1988, s. 106-110.
- ŠKOPEK, V.: Výskyt a intenzita sekundární antropogenní eroze v Jizerských horách. Lesotechnické meliorace v ČSSR. In: Sbor. Ref. symposia v Brně, 1984, s. 202-211.
- STAUD, V.: Výrobní technologie v těžebním procesu lesního hospodářství a její návaznost na lesní dopravní síť. In: Sbor. Ref. semináře „Lesní dopravní síť“. Křtiny, VÜLHM, 1972.

Došlo 20. 12. 1989

BENEŠ, J. (Faculty of Forestry, Brno): *Accessibility of forests in the hilly country*. Lesnictví, 37, 1991 (3) : 245-266.

A draft is presented in this paper of the conception of forest road system in the hilly country, in view of forest ecology and forest soil and water resource conservation. The state and effectiveness of the accessibility of several gravitational areas had been analyzed; then the conditions of the optimum accessibility of forest in the hilly country were defined. The optimum shape and density of forest roads are influenced first of all by the terrain configuration and by the used skidding machines. It is proposed to use more and more contour hauling

roads, bridging the valley on the boundary of uplands and steep slopes; these roads meet the ecological and economic requirements in a better way than do the valley and ridge ones. A newly introduced criterion of the hauling road effectiveness was used: it is the ratio of optimally accessible and actual skidding distance. In the draft it is recommended to reduce the density of skidding roads to the tolerable value; low intensity of their use, harmful impacts on the water resource management and forest soil loss must be taken into consideration. Wood skidding the along the shortest track from a stump to a hauling road is an elementary requirement: these skidding tracks with preserved humus layer should lead in most cases along slope lines.

forest accessibility; forest road system; criteria of difficult terrain accessibility; ecological criteria of forest accessibility; forest roads in hilly country

Adresa autora:

Prof. ing. Jaroslav Beneš, DrSc., Lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 613 00 Brno

MOŽNOSTI UŽITÍ NĚKTERÝCH MATEMATICKÝCH FUNKCÍ KE STANDARDIZACI LETOKRUHOVÝCH SÉRIÍ

J. Zach, K. Drápela

ZACH, J. — DRÁPELA, K. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno): *Možnosti užití některých matematických funkcí ke standardizaci letokruhových sérií*. Lesnictví, 37, 1991 (3) : 267-272.

V práci jsou uvedeny výsledky ověření vhodnosti tří matematických funkcí pro standardizaci letokruhových sérií. Standardizací se odstraní z časové řady věkový trend. Tím se získá stacionární časová řada — řada bez trendu, která je předpokladem pro aplikaci teorií, které umožňují studium faktorů způsobujících kolísání hodnot časových řad. I když je rozsah zkoumaného souboru letokruhových sérií, na kterém jsou výsledky demonstrovány, poměrně malý je prokázáno, že každá ze tří uvažovaných funkcí je pro standardizaci nejvhodnější za určitých podmínek. V konkrétně sledovaných porostech závisí vhodnost na délce letokruhové řady.

letokruhová analýza; standardizace časové řady

Letokruhová analýza je jedním z moderních prostředků výzkumu vývoje lesa. Je zvláště vhodná ke zkoumání průběhu tloušťkového přírůstu stromů a jeho změn během celého života stromu.

Šířka letokruhu je údajem, na jehož hodnotu má vliv mnoho faktorů a z tohoto hlediska musí být také interpretovány výsledky letokruhové analýzy. Pokud zkoumáme vliv určitého faktoru na tloušťkový přírůst (např. imisi, klimatu apod.), je poměrně obtížné separovat tento faktor a kvantifikovat jeho vliv na šířku letokruhu.

Co o k (1987) sestavil lineární model jednotlivých komponent, které mají vliv na šířku letokruhu. Model vyjádřil následujícím způsobem:

$$R_t = A_t + C_t + \delta D1_t + \delta D2_t + E_t \quad (1)$$

kde: R_t — změřená šířka letokruhu

A_t — věkový trend letokruhové série

C — vliv klimatu na šířku letokruhu

$D1_t$ — rušivé pulsy způsobené endogenními faktory (projevující se nepravidelnostmi v průběhu tloušťkového přírůstu u jednotlivých stromů)

$D2_t$ — rušivé pulsy způsobené exogenními faktory (projevující se v letokruhových křivkách u většiny stromů porostu)

E_t — náhodná složka

δ — 0 nebo 1 — binární indikátor přítomnosti nebo absence rušivého faktoru

Složky A , C a E jsou obsaženy ve všech letokruhových sériích. Rušivé vlivy se buď mohou vyskytovat anebo chybí. Mezi endogenní faktory patří takové, které vyplývají z existence porostu a jsou nezávislé na vnějším prostředí (např. prostorová konkurence stromů, změny v prostředí způsobené odumíráním přestárlých stromů apod.). V letokruhové křivce se projevují náhodným kolísáním přírůstu. Exogenní vlivy jsou vlivy vnějšího prostředí (imise, mráz, požáry, škůdci...) a jejich vliv

zpravidla zahrnuje celý porost, takže změny přírůstu vyvolané těmito vlivy lze pozorovat u většiny letokruhových křivek.

Na prvním místě je v Cookově modelu uveden věkový trend, který je vlastní každé letokruhové sérii a je možné ho matematicky modelovat.

Věkový trend je možné vyjádřit jako matematicky definovanou funkci, která popisuje průběh letokruhové křivky v závislosti na vzrůstajícím věku [jinak řečeno udává, jak by pravděpodobně strom tloušťkově přirůstal, kdyby na něj nepůsobily jiné vlivy než vzrůstající věk nebo tyto vlivy byly konstantní]. Věkový trend je nutné z letokruhové série odstranit, aby byla získána stacionární časová řada.

Stacionární časová řada bez trendu je základním pojmem analýzy letokruhových řad. Stacionarita časové řady je předpokladem pro aplikaci teorií, které umožňují studium faktorů způsobujících kolísání hodnot časových řad. V Cookově modelu to jsou C, D1, D2 a E. Z matematického hlediska je časová řada stacionární tehdy, je-li kovarianční funkce závislá pouze na rozdílu argumentů a střední hodnota procesu je konstantní (Anděl, 1976). Těchto podmínek lze dosáhnout standardizací časové řady. Tedy proces modelování a odstranění věkového trendu z časové řady se nazývá *standardizací*.

METODA

Cílem této studie bylo ověřit vhodnost některých matematických funkcí jako standardizačních funkcí pro letokruhovou analýzu při studiu vlivu imisí na růst a vývoj stromů a porostů v Beskydech. Úvahy o výběru vhodných standardizačních funkcí nás vedly k nutnosti ověřit, která ze standardizačních funkcí je nejvhodnější a za jakých podmínek. Šetření jsme zaměřili v první řadě na délku letokruhové série, tj. na věk stromů, protože přírůst stromů v mladém věku vykazuje větší rozptyl, který se snižuje se vzrůstajícím věkem.

Vývrty byly odebrány ve třech porostech LZ Ostravice ve výčetní výšce přírůstovým nebo zezem. Údaje o porostech obsahuje tab. I. Porosty jsou srovnatelné z hlediska lesního typu, tj. produkčních podmínek. Ve všech převládá jako hlavní dřevina smrk. Porosty jsou zařazeny ve stupni poškození 1. Vývrty byly proměřeny na digitálním pozitometru v Lesprojektu, Brandýs nad Labem.

Pomocí počítačového programu pro PMD-85-3 bylo analyzováno 50 letokruhových sérií:

15 z porostu 405 C1

20 z porostu 404 C3

15 z porostu 403 A5

Jako možné standardizační funkce byly po předběžných výpočtech vybrány následující:

- 1) *exponenciální funkce použitá ve Warrenově růstovém modelu* (Warren, 1980):

$$W = b_1 \cdot T^{b_2} \cdot \exp(b_3 \cdot T), \text{ kde } b_1 > 0, b_3 < 0$$

b_1, b_2, b_3 — koeficienty

T — čas (věk)

I. Údaje o porostech na LZ Ostravice, ze kterých byly odebírány vývrtky pro letokruhovou analýzu — The characteristics of forest stands in the Ostravice forest establishment, from which the cores for a tree ring analysis were taken

	Porostní skupina ¹				
	405 C1	404 C3		403 A5	
Věk ²	33	78		109—122 (115)	
Hospodářský soubor ³	501	501		501	
Lesní typ ⁴	6S1	6S9		6S9	
Nadmořská výška ⁵	1050	1050		900	
Dřevina ⁶	SM ¹⁰	SM ¹⁰	BK ¹¹	SM ¹⁰	BK ¹¹
Zastoupení [%] ⁷	100	83	17	94	6
Střední výška/ <i>d</i> _{1,3} ⁸	13/14	28/25	20/18	30/36	26/26
Bonitní stupeň ⁹	1	3	4	4	6

stand¹, age², management complex³, forest type⁴, height above sea level⁵, tree species⁶, representation [%]⁷, mean height/d_{1,3}⁸, yield class⁹, spruce¹⁰, beech¹¹

2) Korfova přírůstová funkce (1. derivace Korfovy růstové funkce):

$$W = A \cdot \frac{k}{T^n} \cdot \exp\left(\frac{k}{(1-n) \cdot T^{(n-1)}}\right) \quad k \neq 0, n > 1 \quad (3)$$

A, k, n — koeficienty

Průběh a vlastnosti této funkce jsou u nás dobře známé a vyzkoušené.

3) Lomená racionální funkce:

$$W = a + \frac{b}{T} + \frac{c}{T^2}, \quad b > 0; c < 0 \quad (4)$$

a, b, c — koeficienty

Vzhledem k samozřejmé podmínce $T > 0$, je grafem funkce pouze větev v I. a IV. kvadrantu pravoúhlé soustavy souřadnic s maximem

$B\left(-\frac{2c}{b}, a - \frac{b^2}{4c}\right)$, průsečíkem s asymptotou

$A\left(-\frac{c}{b}, a\right)$ a inflexním bodem $C\left(-\frac{3c}{b}, a - \frac{2b^2}{9c}\right)$.

Koeficienty rovnic byly počítány metodou nejmenších čtverců. Shoda naměřených dat s vypočítanou funkcí byla testována pomocí indexu korelace I_r .

Ze standardizovaných šířek letokruhů byly vypočítány letokruhov é indexy podle vzorce:

$$I = \left(\frac{W}{\hat{W}}\right) \cdot 100 \quad (5)$$

W — naměřená šířka letokruhu

$\hat{W}$ — vypočítaná šířka letokruhu

II. Výsledky standardizační analýzy vybraných funkcí — čísla udávají, kolikrát daná funkce nejlépe vyhovuje zadaným letokruhovým sériím (na základě I_r) — The results of the standardization analysis of some functions — the figures indicate how many times the given function suits best the set tree ring series (on the I_r basis)

Porostní skupina ¹	Počet vývrtů ²	Nejlépe vyhovovala funkce ³					
		exponenciální ⁴		Korfova ⁵		lomená ⁶	
		počet ⁷	[%]	počet ⁷	[%]	počet ⁷	[%]
405 C1	15	8	53	4	27	3	20
404 C3	20	2	10	16	80	2	10
403 A5	15	2	13	4	27	9	60

stand¹, number of cores², the most suitable was the function³, exponential⁴, Korf's⁵, fraction⁶, number⁷

III. Maximální a minimální indexy korelace (I_r) pro jednotlivé funkce — Maximum and minimum index of correlation (I_r) for different functions

Porostní skupina ¹	Exponenciální ²		Korfova ³		Lomená ⁴	
	min. ⁵	max. ⁶	min. ⁵	max. ⁶	min. ⁵	max. ⁶
405 C1	0,530	0,986	0,396	0,971	0,157	0,870
404 C3	0,587	0,965	0,619	0,998	0,574	0,908
403 A5	0,306	0,934	0,200	0,913	0,080	0,936

stand¹, exponential², Korf's³, fraction⁴, min.⁵, max.⁶

Letokruhové indexy splňují požadavky kladené na stacionární časovou řadu a je možné je použít pro statistickou analýzu časových řad.

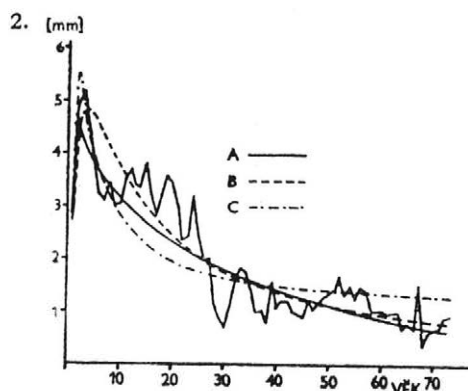
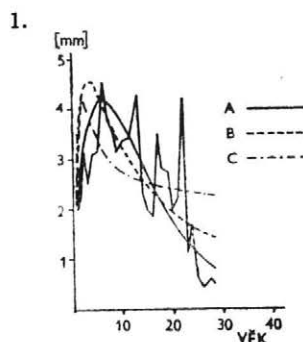
Základní výsledky jsou uvedeny v tab. II, intervaly I_r jsou uvedeny v tab. III.

Příklady vyrovnaní letokruhových sérií pro jednotlivé porosty jsou na obr. 1 až 3.

I když rozsah zkoumaného souboru letokruhových sérií je poměrně malý, je prokázáno, že každá ze tří uvažovaných funkcí je pro standardizaci nejvhodnější za určitých podmínek. V konkrétně sledovaných porostech závisí vhodnost na délce letokruhové řady.

Exponenciální funkce nejlépe vyrovnává rychlý pokles přírůstu mladých stromů, u kterých hodnoty přírůstu mají velký rozptyl. Vzestupná linie přírůstu není zpravidla zachycena, protože vývrty byly odebrány ve výčetní výšce a ne vždy se podařilo dodržet směr do středu kmene. Z obr. 1 je vidět, že zvláště lomená funkce je pro prudký pokles hodnot příliš plochá a její maximum také nastává dříve.

Korfova funkce se jeví jako nejlepší u porostů věku 70 až 80 let, kde se k exponenciálnímu poklesu přírůstu přiřazuje již vyrovnanější průběh mocninné funkce. Korfova funkce je nejuniverzálnější ze všech zkoumaných funkcí a kromě extrémních případů ji lze použít pro široký rozsah hodnot a věků.



1. Srovnání průběhu standardizačních funkcí pro letokruhovou sérii 209 — A comparison of the pattern of standardization functions for growth ring series 209

Rovnice funkcí:¹

Exponenciální funkce:² $W = 2,2364 \cdot T^{0,7883} \cdot e^{-0,1306 \cdot T}$

Korfova funkce:³ $W = 218,76 \cdot \frac{2,8196}{T^{1,499}} \cdot e^{\frac{2,8196}{(1-1,4999) \cdot T^{(1,4999-1)}}$

Lomená funkce:⁴ $W = 1,9974 + \frac{8,2622}{T} + \frac{-7,9085}{T^3}$

equations of the functions:¹, exponential function:², Korf's function:³, fraction function:⁴ (for fig. 1-3)

2. Srovnání průběhu standardizačních funkcí pro letokruhovou sérii 102 — A comparison of the pattern of standardization functions for growth ring series 102

Rovnice funkcí:¹

Exponenciální funkce:² $W = 4,8735 \cdot T^{-0,0981} \cdot e^{-0,0214 \cdot T}$

Korfova funkce:³ $W = 374,665 \cdot \frac{2,4198}{T^{1,4157}} \cdot e^{\frac{2,4198}{(1-1,4157) \cdot T^{(1,4157-1)}}$

Lomená funkce:⁴ $W = 1,0336 + \frac{19,4017}{T} + \frac{-17,9610}{T^2}$

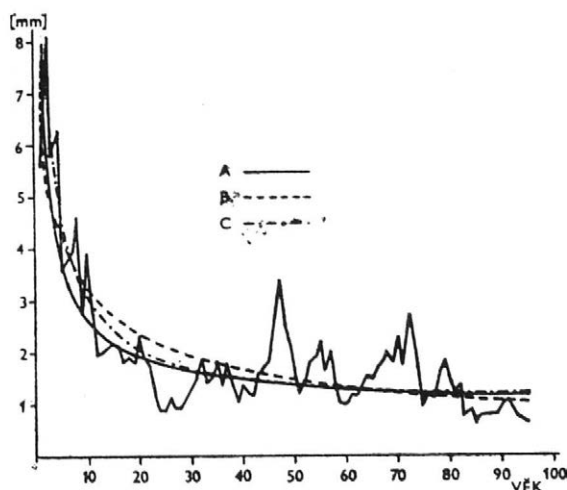
Lomená funkce se nejlépe osvědčila u nejstarších porostů, kde v delší časové řadě její plochý průběh dobře vyrovnává i případné nepravidelnosti, jak ukazuje obr. 3.

Veškeré výsledky je nutno považovat za předběžné. Využití statistické analýzy časových řad pro letokruhovou analýzu nebylo dosud v ČSFR podrobně zpracováno. Je tedy nutný další výzkum této problematiky. V oblasti standardizace je to výzkum dalších možností jako např. využití polynomů, spline-funkcí, dvojitého odstranění trendu (double detrending — Cook, 1985) a jejich vyzkoušení na rozsáhlém materiálu při použití výpočetní techniky.

Jen za použití nových přístupů mohou být cenné údaje, které poskytuje letokruhová analýza, efektivně získány a správně interpretovány.

Literatura

- ANDEĚL, J.: Statistická analýza časových řad. SNTL, Praha 1976.
 COOK, R. E.: A time series analysis approach to tree-ring standardization. Tree-Ring Laboratory, Lamont-Doherty Geological Observation. Ph. D. Thesis, 171 s.



3. Srovnání průběhu standardizačních funkcí pro letokruhovou sérii 350 — A comparison of the pattern of standardization functions for tree ring series 350

Rovnice funkcí:¹

Exponenciální funkce:² $W = 8,5733 \cdot T^{-0,5187} \cdot e^{-0,0039 \cdot T}$

Korfova funkce:³ $W = 12216,8 \cdot \frac{0,9706}{T^{1,1283}} \cdot e^{\frac{0,9706}{(1-1,1283 \cdot T^{(1,1283-1)})}}$

Lomená funkce:⁴ $W = 0,9427 + \frac{22,5830}{T} + \frac{-17,7200}{T^2}$

U všech obrázků platí:

A — exponenciální funkce² — exponential function

B — Korfova funkce³ — Korf's function

C — lomená funkce — fraction function

COOK, R. E.: The decomposition of tree-ring series for environmental studies. Tree-Ring Bulletin, 47, 1987, s. 37-59.

WARREN, W. G.: On removing the growth trend from dendrochronological data. Tree-Ring Bulletin, 40, 1980, s. 35-44.

Došlo 15. 12. 1989

ZACH, J. — DRÁPELA, K. (Faculty of Forestry, Brno): Possibilities of the use of mathematical functions for growth ring series standardization. Lesnictví, 37, 1991 (3) : 267-272.

Three mathematical functions of growth ring series standardization were verified with respect to their suitability. Standardization will remove the age trend from time series. In this way a stationary time series — trendless series, will be formed; then it will be possible to apply the theories which will enable to study the factors influencing the fluctuation of time series values. Although the size of the tested set of growth ring series is relatively small (the results are demonstrated on this set), each of the three mentioned functions was found to be most suitable for standardization under certain conditions. Its suitability depends on the length of growth ring series in the forest stands which were investigated in this study.

growth ring analysis; time series standardization

Adresa autorů:

RNDr. ing. Jan Zach, ing. Karel Drápela, Lesnická fakulta VŠZ, Zemědělská 3, 613 00 Brno

Z. Bludovský

BLUDOVSKÝ, Z. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady): *Problémy veřejného vlastnictví lesů*. Lesnictví, 37, 1991 (3) : 273-286.

Zestátněním lesů měly být v poválečném Československu vytvořeny některé předpoklady pro cílevědomé uplatnění společenských zájmů v lesním hospodářství. Zvláště výrazně se tyto možnosti očekávaly při rozvoji celospolečenských funkcí lesů, ale také při rozšiřování optimálních postupů hospodaření, při uplatňování objektivního přístupu k posuzování schopnosti lesů uspokojit poptávku po dřevě a na dalších úsecích. Věcný rozbor předchozího vývoje ale ukazuje, že se nepodařilo tyto potenciální přednosti veřejného vlastnictví převládající části lesů využít. Naopak, v souvislosti s řízením lesního hospodářství direktivními administrativními metodami došlo ke značným nedostatkům a škodám. Také v lesnictví převládl subjektivismus téměř ve všech oblastech odvětvového řízení se všemi negativními důsledky. Výrobní vztahy byly poznamenány odcizením pracovních kolektivů i jednotlivých pracovníků od výrobních prostředků, které jim byly svěřeny. Anonymní vlastnictví lesů nevytvořilo prostředí reálných vlastníků s příslušnými pozitivními atributy. K dosažení souladu odvětvových a podnikových zájmů s celospolečenskými zájmy je především nezbytné doplnit hospodářský mechanismus státních lesů o dostatečně účinné nástroje, podněcující zájem na zvelebování a rozhojňování národního majetku. Jejich konstrukce se musí opírat o hodnotové, peněžní ocenění lesního fondu. Hodnota lesního národního majetku musí vyjadřovat v první řadě schopnost lesních porostů plnit užitečné produkční i mimoprodukční funkce. Dynamika změn hodnoty lesního majetku, spolu s porovnáním ekonomických vstupů s výstupy operativní činnosti lesnických organizací nejlépe charakterizující úroveň a výsledky jejich hospodářské aktivity. Na tyto postupy navazuje doplnění systému hmotné zainteresovanosti o stimuly, podněcující zájem o pozitivní povahu těchto změn.

veřejné vlastnictví lesů; hodnota majetku; řízení lesní výroby, produkční a mimoprodukční funkce lesních porostů

Československé lesní hospodářství prošlo v období po druhé světové válce složitým vývojem. Po kořistnickém hospodaření okupačního režimu bylo nutné přistoupit k obnově válkou poškozených lesů. Současně došlo k rozsáhlému znárodňování lesů na základě dekretů prezidenta republiky. Výměra státních lesů, která v českých zemích činila v roce 1945 asi 400 000 ha dosáhla počátkem roku 1947 již 1 200 000 ha a na základě zákona o revizi I. pozemkové reformy z roku 1947 vzrostla o dalších 400 000 ha. Nacionalizace lesů pak pokračovala a koncem osmdesátých let spravovaly státní lesy v ČSFR již 97,4 % lesů. Spolu s politickými aspekty bylo zestátnění lesů zdůvodňováno očekávanými přednostmi veřejného vlastnictví.

POTENCIONÁLNÍ PŘEDNOSTI VEŘEJNÉHO VLASTNICTVÍ LESŮ

Zestátněním lesů měly být vytvořeny předpoklady pro uplatnění

racionálních postupů hospodaření, odpovídajících z kvalitativní i kvantitativní stránky potřebám a možnostem společnosti.

Společnost měla tedy možnost vědomě prosazovat své zájmy v organizacích lesního hospodářství, orientovat jejich činnost směrem, který je ze společenského hlediska optimální a regulovat tvorbu zdrojů v souladu s cíli z takové orientace vyplývajícími. Dlouhodobé cílevědomé plánování mělo realizovat uvědoměle reprodukční opatření s potřebným časovým předstihem vymezeným známou extrémní dlouhodobostí výrobních procesů lesního hospodářství a investovat v tomto účelu prostředky s vědomím jejich dlouhodobé návratnosti.

Zvláště výrazně se potenciální přednosti vlastnictví lesů očekávaly v oblasti rozvoje tzv. *celospolečenských funkcí lesů*, spočívajících ve využívání příznivých vodohospodářských, půdoochranných, klimatických a krajinných účinků lesních porostů. Při podněcování intenzifikace mimoprodukčního působení lesů nelze spoléhat na působení tržního mechanismu a jeho hodnotových kritérií, neboť výsledkem není tržně realizovaná produkce a změny mimoprodukční účinnosti porostů se zatím nepromítají do změn ocenění jejich hodnoty. Veřejné vlastnictví lesů tyto zábrany eliminuje a vytváří příznivé předpoklady pro rozvoj činnosti, která nepřináší vlastníku bezprostřední ekonomický efekt ani nezvyšuje finanční hodnotu jeho majetku.

(Úsilí o ocenění společenské užitečnosti mimoprodukčních funkcí lesů, o vyjádření významu celospolečenských funkcí lesů hodnotovými jednotkami není v podmínkách soukromého vlastnictví lesů motivováno představou, že vlastník lesního pozemku bude tyto funkce tržně realizovat, ani očekáváním, že oceněním se zvýší hodnota a přiměřeným způsobem i cena jeho majetku. Oceňování účinků tohoto druhu má především prokázat oprávněnost dotací z prostředků státního rozpočtu či z jiných veřejných zdrojů, naléhavost snížení daňového zatížení lesních majetků a fiskálních povinností jejich vlastníků).

Ani ostatní stránky reprodukce lesního fondu a využívání zdrojů vytvářených v průběhu tohoto procesu nelze vždy účinně regulovat ekonomickými motivačními nástroji, pomocí obvyklých postupů hmotné zainteresovanosti na dosahování vysokého ekonomického efektu. V určitých podmínkách, v některých etapách rozvoje našeho lesního hospodářství se proto někdy osvědčily i přímé zásahy řídicího centra do činnosti provozních jednotek, konkrétní ukládání závazných úkolů v procesu reprodukce lesního fondu a v péči o lesní bohatství. Direktivními hospodářskými opatřeními centra byla zvyšována účinnost právních norem, regulujících hospodaření v lesích. Takové přímé ovlivňování hospodaření provozních jednotek je možné jen v podmínkách, kdy rozhodující část lesů spravuje stát prostřednictvím svých orgánů.

V počátečním stadiu poválečné obnovy byly oprávněné i administrativní zásahy do *rozdělování produkce* lesního hospodářství. V centrálně sestavených bilancích surového dříví bylo s velkou závazností a podrobností stanoveno kolik kterého sortimentu, komu a kdy dodají jednotlivé podniky. Rozhodování podniku o objemu a struktuře své produkce bylo omezeno na minimum. Pokud bilance respektovaly přirozené možnosti lesních zdrojů a nepodléhaly jednostranně silným tlakům vysoké poptávky po dřevní surovině, mohly s přijatelnou mírou spolehlivosti vyjadřovat společenský názor na intenzity využívání les-

ních zdrojů, na kompromisní řešení disproporce mezi rostoucími požadavky na těžbu dřeva a omezenými produkčními schopnostmi lesů. Administrativní rozdělování dříví snižovalo poněkud rizika, spojená s možností subjektivního přístupu provozních jednotek k provádění sklizňových operací, k výši, struktuře a rozmístění těžeb, s řešením ekonomických problémů pomocí vyšších zdrojů vytvářených překračováním těžby a dodávky cenných sortimentů. Bilancujícím subjektem při tom nemusel být výhradně jen mimoodvětvový, mimoresortní orgán. V podmínkách omezené ekonomické samostatnosti podniků plnil tuto funkci samostatně nebo ve spolupráci s ústředním průřezovým orgánem plánování ústřední orgán řízení podniků spravujících lesy ve státním vlastnictví.

Jednotná správa lesního hospodářství vyplývající z převažujícího státního vlastnictví lesní půdy měla být předpokladem pro rychlé a všeobecné rozšiřování optimálních postupů hospodaření, racionální organizace práce a pokrokových technologií. Zejména tehdy, jsou-li provozní jednotky ekonomicky silně závislé na centrálním řídicím orgánu, dochází-li mezi centrem a podnikovou sférou k výraznému uplatnění vztahů nadřízenosti a podřízenosti, lze direktivním postupem přikázat aplikaci osvědčených metod hospodaření či technologických variant s nejvyšší podrobností závaznosti.

Výhodnou může být i vysoká úroveň organizační koncentrace provozních jednotek vyplývající z jednotných majetkových vztahů v příslušném regionu. Vznikem velkých podniků dochází k soustředění zdrojů a kapacit v rozsahu, který je nezbytný pro zásadní řešení náročných strategických záměrů v oblasti techniky a technologie, při řešení otázek sociálního rozvoje podnikových kolektivů a dalších.

Jednotná správa lesů umožňuje i jednotný přístup k vytváření odvětvových i podnikových organizačních struktur, k racionalizaci hospodářského mechanismu využívajícího jednotně stanovená kritéria, metodicky shodné evidenční systémy, optimalizační postupy apod.

Soustředění lesního majetku v rukou státu mělo vytvořit podmínky pro účinnější prosazování odvětvových zájmů lesního hospodářství v národohospodářském komplexu a pro sladění těchto zájmů s rostoucími požadavky veřejnosti na produkci dřeva a na mimoprodukční příznivé účinky lesních porostů.

PROBLÉMY A RIZIKA DIREKTIVNĚ ADMINISTRATIVNÍHO ŘÍZENÍ LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Více než čtyřicetileté zkušenosti lesního hospodářství v ČSFR, podobně jako zkušenosti jiných zemí potvrzují, že využití přednosti veřejné správy lesů předpokládá vyřešit rozsáhlý okruh náročných metodických i věcných problémů. V opačném případě nejen že nemusí dojít k přesvědčivému projevení výhodnosti veřejného vlastnictví lesního národního bohatství ale nelze vyloučit ani vznik nezanedbatelných rizik.

Je příznačné, že tato rizika vznikají především v těsné souvislosti s pozitivními rysy veřejné správy lesního majetku v podmínkách, kdy je lesní hospodářství řízeno direktivními administrativními metodami. Za nejvážnější z nich lze považovat riziko subjektivismu, subjektivní

přístup ke stanovení odvětvových cílů, priorit a vývojových trendů, subjektivní tvorbu organizačních struktur, subjektivní posuzování odvětvových potřeb a možností, subjektivní zásahy do rozdělování produkce apod.

Nebezpečí subjektivismu je v lesním hospodářství znásobeno působením známých zvláštností reprodukčního procesu, omezujících možnosti objektivního vyjadřování společenské efektivity hospodářské aktivity organizačních jednotek běžnými ekonomickými kritérii. Administrativně-direktivní model odvětvového řízení ostatně degradoval v předchozích etapách účinnost i takto limitovaného výčtu nástrojů ekonomického řízení, které má lesní hospodářství k dispozici.

Řídící orgány lesního hospodářství v minulosti nejednou přistoupily k hromadnému rozšiřování metod reprodukce lesního fondu a péče o něj, neověřených hospodářskou praxí, nezdůvodněných seriózním vědeckým bádáním ani empirickým poznáním. Na uplatnění direktivně uložených pěstebních postupů byla orientována hmotná zainteresovanost pracovníků i podnikových jednotek. Dodržení technologických direktiv bylo podporováno i celým arzenálem nástrojů morálně-politického působení organizovaného tzv. socialistického soutěžení. K výčtu takto rozšiřovaných postupů, které se z valné části neosvědčily a vyvolaly nepříznivý dopad na stav československých lesů, patřilo svého času paušální vysazování topolů na stanovištích pro tuto dřevinu nevhodných, používání biologicky nevypělých sazenic či dokonce semenáčků při zalesňování v obtížných podmínkách zabuřenělých starých holin nebo lokalit ohrožovaných zvěří, extremistický přechod od pěstování smrkových monokultur k pokusům o zakládání biologicky ani ekonomicky nezdůvodněných směsí nejrůznějších listnáčů, zavádění neproověřeného hnízdového způsobu výsadby, nekritická propagace sazeče a další.

Většina těchto zásahů se datuje do období padesátých let. Snaha o centrální usměrňování pěstebních postupů bez jejich konfrontace s důsledky na stav zakládaných a pěstovaných porostů v pozdějších obdobích poněkud ustoupila, donedávna ale nebyla zcela vyloučena ze soustavy nástrojů centrálního ovlivňování hospodaření v lesích. Za určitých okolností došlo jen k určitému posuvu v dislokaci subjektů direktivního rozhodování. Mezi subjektivním rozhodnutím centrálního orgánu nebo orgánu oblastního řízení neexistuje zásadní rozdíl pokud nedochází k rozdílné míře odpovědnosti za ekonomické, produkční či ekologické důsledky direktivního zásahu.

Subjektivní přístup k paušálnímu rozšiřování neověřených postupů pěstování lesů umožňoval (a dosud v nezanedbatelné míře umožňuje) nedostatek kritérií, podle kterých lze efektivnost těchto postupů posoudit. Hospodářská praxe zatím nedisponuje ekonomickými, resp. hodnotovými ukazateli, vyjadřujícími společenský efekt prováděných reprodukčních opatření. V provozních podmínkách nejsou zatím při posuzování výsledků hospodářské činnosti důsledně využívány ani ukazatele charakterizující stav lesního fondu dynamikou taxačních veličin — přírůstu, výše a struktury porostních zásob, bonity, zakmenění, zastoupením věkových stupňů aj. Zainteresovanost kolektivů, jimž je národní lesní fond svěřen, na zvelebování lesů byla nahrazena zainteresovaností na provádění centrálně specifikovaných opatření, o nichž se předpokládalo, že se pozitivně projeví na stavu lesů. Ne vždy a ne všude

po vertikále ukládaná reprodukční pěstební opatření přinesla očekávaný pozitivní účinek.

Nebezpečí subjektivního rozhodování se nepodařilo zcela vyloučit ani tam, kde lze, více než v pěstební činnosti, využít hodnotová kritéria ekonomické efektivity. Direktivní působení centra na technologie sklizňových procesů lesního hospodářství, na využívání a rozdělování surového dříví, na sortimentaci nepřinášel vždy žádoucí společenský účinek.

V jednotlivých etapách poválečného vývoje lesního hospodářství byl provoz často orientován na uplatňování technologických postupů, které se v daných podmínkách technického rozvoje jevíly obecně jako progresivní, které se na některých pracovištích osvědčily, ale jejichž paušální rozšiřování do různorodých podmínek lesního provozu mnohdy přineslo více škody než užítku. V systému direktivního administrativního řízení lesního hospodářství se negativní ekonomické důsledky doporučených technologií neprojevily v hodnocení výsledků podniků a závodů, ani v posuzování zásluhovosti řídicích pracovníků a pracovních kolektivů. Podniky byly hodnoceny především podle zastoupení centrálně doporučovaných technologií v jejich výrobní činnosti, zatímco výsledný efekt těchto technologií byl druhořadým. Vysoká centralizace technologického rozhodování sice umožňuje rychlé a všeobecné rozšíření pokrokových postupů, současně ale hrozí nebezpečí jejich zavádění do nevhodných podmínek, diskreditace, ekonomických a ekologických ztrát.

Takový osud potkal např. technologii „rampování“ (nakládání kmenů ze speciálně vybudovaných ramp), formálně uplatňované technologie surových kmenů, jednostranně prosazované sortimentní metody v probírkách, zavádění tzv. proudové výroby bez vytvoření potřebných technických předpokladů a přizpůsobení navazujících technologických fází. Zjednodušíme-li poněkud, kvůli zvýraznění názornosti výkladu, poněkud náš přístup k hodnocení důsledků centralizace technologického rozhodování docházíme k závěru, že podnik (nebo závod) byl hodnocen především podle zastoupení doporučených technologií a až na druhém místě bylo přihlíženo k jeho úspěchům a zvyšování produktivity práce (měřené jen výkoností „živé“ práce), ve snižování nákladů, ve využívání těženého dříví. K ekologickým důsledkům doporučovaných technologií se při tom prakticky nepřihlíželo.

Analogický přístup uplatňoval direktivní, silně centralizovaný systém řízení lesního hospodářství při prosazování záměrů technického rozvoje. Úkoly technického rozvoje, zúžené zpravidla na plánované výkony jednotlivých typů mechanizačních prostředků, patřily k rozhodujícím kritériím hodnocení organizací a hmotné zainteresovanosti jejich pracovníků. Podnikům byly centrálně určovány průměrné měsíční nebo roční výkony nákladních aut při odvozu dříví, traktorů v přibližování, odkorňovačů, odvětvovacích strojů, ve vzdálenější minulosti dokonce i výkony motorových pil, potahů apod. Protože až na výjimky byly úkoly tzv. technického rozvoje stanovovány jednotně, bez přihlídnutí k diferenciaci výrobních podmínek, v nichž je prostředek nasazen, docházelo v praxi, ve snaze dosáhnout plánovaný výkon, k odklonu od zásad racionálního hospodaření. Proto je snadno pochopitelná snaha používat jednotlivé typy strojů především na pracovištích, kde se očekával vysoký výkon bez ohledu na to, zda jsou zde optimálně využity jejich tech-

nické vlastnosti a možnosti, zda lze v daných podmínkách úspěšně využít technicky méně náročné a tudíž i levnější prostředky.

Neúspěchy subjektivního řízení technického rozvoje lesního hospodářství vyvolal také nedostatek objektivních, teoreticky i věcně zdůvodněných kritérií efektivnosti. Zjednodušený přístup k posuzování efektů mechanizace a automatizace, omezený zpravidla jen na porovnání spotřeby pracovního času s dosaženým výkonem v rámci příslušné pracovní operace nebo technologické fáze vede k podcenění požadavků na hospodárné využívání zhmotnělé práce, k nepřiměřené materiálové spotřebě a k deformaci přirozeného průběhu amortizačních procesů.

ZHODNOCOVÁNÍ TĚZENÉHO DŘÍVÍ

Hlavní výrobky lesního hospodářství — sortimenty surového dříví byly zahrnuty do systému centrálního rozdělování výrobních prostředků. Sortimenty surového dříví patřily mezi centrálně plánované a rozdělované výrobky, ekonomická funkce odběratelsko-dodavatelských vztahů byla v administrativně direktivní soustavě řízení silně potlačena. Administrativně byly stanoveny kvantitativní a kvalitativní stránky dodávek, určeny cesty pohybu produkce, ekonomické nástroje (např. ceny) plnily svou motivační a stimulační funkci omezeně. Vliv administrativního systému odběratelsko-dodavatelských vztahů na racionální využívání těženého dříví byl u výrobce (lesní hospodářství) i u spotřebitele (především dřevozpracující průmysl) minimální.

Motivační nástroje podniků lesního hospodářství byly zaměřeny na splnění plánovaného objemu dodávek dříví ve stanovené sortimentní struktuře. Snaha o dosažení předepsaného zastoupení sortimentů vedla někdy, přes omezený zájem na dosažení nadplánované rentability, k umísťování těžebních zásahů do porostů, které sice neměly být těženy, ale které poskytovaly sortimenty požadované kvality. Jindy byla do sortimentu s nižšími nároky na kvalitu zařazena vědomě surovina kvalitnější s cílem zajistit dodávku v plánované sortimentní struktuře (viz např. často se vyskytující zpracování pilařské kulatiny na vlákninu).

Ani na chování odběratelů surového dříví, na podniky dřevozpracujícího průmyslu nemělo centralizované rozdělování surového dříví, z hlediska racionálního využívání této suroviny, bezvýhradně pozitivní vliv. Možnost zajistit si potřebné množství kvalitních sortimentů bilančním přidělem omezovala zájem na hledání a využívání nových zdrojů z netradičních dřevin a méněkvalitních komponent stromové biomasy. Dodnes v ČSFR zaostává výroba a průmyslové použití štěpky z těžebního a zpracovatelského odpadu, na okrají zájmu zpracovatelů se nacházejí mnohé sortimenty a dřeviny, zejména listnaté. Vysoký je i nadále podíl dříví používaného jako palivo. (V zájmu objektivitě nutno dodat, že samotné centrální rozdělování bilančních přidělů dřeva není jedinou příčinou menšího zájmu o racionální využívání dostupných zdrojů dřeva. Také u zpracovatelských podniků se projeví i ostatní slabé stránky direktivně administrativního systému řízení — podceňování motivační úlohy cen, omezení zainteresovanosti na zisku, subjektivní povaha ekonomických kritérií, podle nichž byl podnik hodnocen a další).

Direktivně administrativní systém řízení lesního hospodářství neuspěl ve snaze orientovat podniky na snižování podílu palivového dříví

v dodávkách. Ukazatel „užitkovosti“ (vyjadřující procento užitkových sortimentů z celkového objemu dodávek) měl vyjadřovat výsledky dokonalejšího zhodnocování vytěženého dříví a proto bylo jeho vylepšování podporováno dostupnými nástroji stimulace. Přesto ale měl nežádoucí vliv na přístup k hospodaření dřívím. Podíl palivového dříví v dodávkách se např. u státních lesů ČR za uplynulých 30 let snížil z 9,6 % v roce 1958 na 5,3 % v roce 1988 u jehličnanů a z 38,8 % na 18,8 % za totéž období u listnáčů. Pod zdánlivě příznivým trendem se ale skrývá obtížně kontrolovaný únik méněkvalitní dřevní hmoty do nevidovaného těžebního odpadu. Z úzce podnikového hlediska bylo zatím výhodnější méněkvalitní část těžební porostní zásoby nezpracovávat, neboť zpracováním netvárných či poškozených kmenů a vrcholových, zpravidla hustě zavětvených částí stromu dochází k růstu těžebních nákladů a současně roste i nežádoucí zastoupení nadřazeným orgánem s nelibostí posuzovaného sortimentu — palivového dříví.

K deformaci zájmu na optimálním využívání disponibilních zdrojů surového dříví přispívá celkové pojetí ekonomického řízení lesního hospodářství, založené na plánem vymezeném vztahu podniků ke státnímu rozpočtu. Podniku byl stanoven v absolutní hodnotě (v Kčs) tzv. odvod volného zůstatkového zisku. Volným zůstatkem zisku je veškerý zisk podniku zjištěný v účetnictví, který nebyl podle příslušných předpisů přidělen do fondů nebo nebyl podle nich použit na jiné účely. Roční povinnost odvodu ukládal nadřazený orgán (ministerstvo) podnikům ve finančním plánu.

Ekonomická zainteresovanost podniku byla soustředěna především na dosažení plánované úrovně volného zůstatku zisku a na zabezpečení jeho odvodu do státního rozpočtu. Zájem podniku na zvyšování rentability snižováním nákladů a zvyšováním příjmů byl omezen na minimum.

Omezení zainteresovanosti podniků lesního hospodářství na zvyšování zisku nad plánovanou úroveň mělo zatím určité oprávnění. Pokud nejsou vytvořeny dostatečně účinné zábrany proti nežádoucímu postupu, případně reálné motivační podněty pro zvelebování svěřeného lesního majetku, může totiž v lesním hospodářství zdůraznění zájmu na snižování nákladů a zvyšování tržeb za realizovanou produkci vyvolat nezanedbatelná rizika. Rizika spočívají v možnosti nezdůvodněných a nežádoucích úspor nákladů na pěstování lesů, na rozvíjení produkčních a mimoprodukčních funkcí lesních porostů, v opomíjení porostů, v nichž výchovné zásahy a sklizňové postupy jsou technologicky a nákladově náročné nebo které poskytují produkci nižší kvality a naopak v přetěžování porostů z krátkodobého hlediska ekonomicky výhodnějších. Výsledným, souhrnným důsledkem je riziko zneužívání krátkodobých ekonomických zájmů na úkor celospolečenských, dlouhodobých ekologických, sociálních a ve své podstatě ekonomických cílů a potřeb. V podmínkách, kde je zainteresovanost na krátkodobém a střednědobém ekonomickém efektu omezena je do jisté míry takové riziko sníženo, i když ani v tomto případě není zcela vyloučeno. Zkušenosti více než třicetiletého řízení lesního hospodářství metodami, v nichž převládaly prvky centralizovaného administrativně direktivního rozhodování, takové závěry potvrzují.

Každý líc má ale také svůj rub. Nelze přehlédnout problémy, které jsou s uplatňováním systému, založeném na plánem určeném vztahu

podniků ke státnímu rozpočtu, spojeny. Je to především poměrně vysoký stupeň centralizace rozhodování o úrovni plánovaných ukazatelů podniků a z něho vyplývajících, výše již zmíněná úloha subjektivního faktoru řízení, zvýrazněná známým deficitem prakticky použitelných objektivizačních a optimalizačních metod v lesním hospodářství. Podnik z pochopitelných důvodů usiluje o prosazení méně napjatých úkolů a normativů plánu, přičemž často má k dispozici více konkrétních argumentů o faktorech, které napjatost plánu ovlivňují než centrum, které mu plánované úkoly a normativy stanoví.

Stejně závažným důsledkem záměrného omezení podnikové zainteresovanosti na překračování plánovaného zisku je silná redukce ekonomického zájmu na racionalizaci výroby. Nejsou-li dost zdůrazněny a podpořeny motivy směřující k maximálním zhodnocení disponibilních sortimentů surového dříví je sice omezena tendence dosahovat lepšího zpeněžení společensky nežádoucím způsobem, tj. např. opomíjením méně kvalitních porostů, ponecháním nekvalitních laciných sortimentů v těžebním odpadu, nebo naopak vyhledáváním sortimentů vysoké kvality a ceny atd., současně však není vytvářen dostatečně účinný zájem na lepším zhodnocení těžebního dříví způsoby společensky žádoucími, zejména lepším druhováním, snížením sklizňových ztrát, řádným ošetřením dříví na skládkách apod.

Na bezztrátové využití sklizeného dříví má vliv postup stanovení ekonomických kritérií hodnocení podniků a pořadí jejich významnosti. Administrativně direktivní systém řízení akcentuje zájem na omezení a úspory vstupů reprodukčních procesů, zejména zájem na úsporách vkládané živé práce. Dosažení plánované úrovně nákladů nebo snížení plánované nákladovosti jednotky produkce je upřednostněno před zvýšením rentability, spočívající v porovnání vstupů s výstupy, nákladů s výnosy. Podnik (a jeho organizační složky) má zájem na snížení nákladů na jednotku produkce, především na snížení jejich mzdové složky a méně ho zajímá možnost dosažení vyšších výnosů za cenu zvýšených výrobních, dopravních či odbytových nákladů. Pro podnik lesního hospodářství v podmínkách administrativně direktivního systému řízení je ekonomicky nevýhodná těžba, doprava a prvotní zpracování dříví všude tam, kde potřeba živé a zhmotněné práce (nákladů) převyšuje úroveň stanovenou plánem a to i tehdy, je-li toto převýšení kompenzováno vyšší tržbou za vyrobený a dodaný sortiment. Rentabilita ztrácí svůj kritériální význam, dochází k nelogickému posunu v přístupu k hodnocení efektivnosti chování podnikového kolektivu i jednotlivých pracovníků.

Přístup k posuzování efektivnosti těžby dřeva je ztížen metodickými postupy tvorby cen surového dříví. Podobně jako v zemědělství je i lesní výroba spojena s využíváním půd rozdílné úrodnosti a polohy. V důsledku toho vzniká při stejné úrovni hospodaření na kvalitativně lepších půdách zvýšený čistý důchod. Časové rozvržení možnosti čerpat tento zvýšený čistý důchod a v jisté míře i jeho absolutní výše závisí na stavu a struktuře (zejména věkové) lesních porostů, které jsou na lesní půdě pěstovány a sklizeny. Čistý důchod, který vzniká v souvislosti s rozdíly v kvalitě pozemků a porostů na nich pěstovaných se v podmínkách, kdy lesní podniky vystupují jako samostatní výrobci zboží, přeměňuje na diferenciální rentu.

Cenová hladina surového dříví v ČSFR nevycházela v podmínkách

direktivního řízení z nákladů na pěstování a sklizeň na horších pozemcích. Byla odvozena z průměrných celostátních nákladů. Ceny konkrétních sortimentů s výrobními náklady bezprostředně nesouvisely, byly diferencovány s ohledem na jejich užitnou hodnotu. Z toho vyplývá, že výroba dříví byla z podnikových hledisek nerentabilní téměř na polovinu pracovišť lesního hospodářství. Obdobně nerentabilní byla téměř polovina produkce sortimentů. Podnik lesního hospodářství za těchto okolností zřejmě nemůže své rozhodování spojit s kritérii úplné rentability zahrnujícími náklady obou fází — pěstební i sklizňové. Příliš velká část těžby je podle těchto kritérií ztrátová. Odvětvový systém řízení proto uvažoval trvale s existencí přerozdělovacích procesů mezi podniky. Přerozdělováním prostředků mezi rentabilními a nerentabilními podniky bylo nahrazováno odčerpáváním zvýšeného čistého důchodu — diferenciální renty do centralizovaných fondů. K přerozdělování docházelo především v oblasti nákladů na pěstování lesů a to prostřednictvím resortního fondu ochrany a rozvoje lesa. Docílení rovnovážného vztahu bylo ztíženo rozdílnými ekonomickými podmínkami obou národních republik. Konstrukce cen dřeva vycházela z porovnání vstupů s výstupy v celostátním, federálním měřítku, zatímco přerozdělování mezi podniky prováděly republikové resortní orgány s ohledem na vlastní ekonomické možnosti v rámci republik. Důsledkem byly složité vztahy lesního hospodářství ke státnímu rozpočtu.

Přerozdělováním byla podnikům soustavně odčerpávána část tržeb za realizované dříví, určená pro úhradu potřeb na pěstební péči o lesní porosty (jak to vyplývalo z metodiky tvorby cen surového dříví) a současně jim byly z resortního fondu přidělovány prostředky na pěstební práce v rozsahu, který považoval resortní orgán za přiměřený.

Kritérium návratnosti pěstebních reprodukčních nákladů lze vyloučit z úvahy o efektivnosti těžby dřeva v konkrétních podmínkách jednotlivých pracovišť. Z podnikového hlediska je efektivní těžba a prvotní zpracování každého sortimentu v kterýchkoliv podmínkách, pokud přímé náklady sklizňové fáze (rozšířené eventuálně o pružnou část režijních položek) jsou adekvátní očekávanému zpeněžení realizací. Z toho vyplývá, že z ekonomického hlediska neexistují, ani při známém rozporu mezi rostoucí náročností procesu pěstování a sklizně dřeva a úrovní velkoobchodních cen, zábrany proti zpracování veškerých zdrojů surového dříví, které jsou hospodářskou úpravou lesů jako disponibilní vymezeny. Jen v mimořádných případech na omezeném počtu extrémních pracovišť, přesahují přímé náklady sklizňové fáze realizační cenu těženého dříví.

EKONOMICKÉ ZÁKLADY VÍCEÚČELOVÉHO LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Také v nových podmínkách tržní ekonomiky zůstává velká část lesů ve vlastnictví státu. Je tomu tak především s ohledem na veřejný zájem o rozvíjení obecně prospěšných, tržně nerealizovaných účinků lesa. Má-li být úloha státu na rozvíjení obecně prospěšných funkcí lesních porostů s dostatečnou účinností realizována je nezbytné, aby stát na svém majetku nejen uplatňoval svá vlastnická práva, ale aby současně účinně působil, v souladu se širšími veřejnými zájmy na hospodaření v lesích, které vlastní. V tomto smyslu nelze zcela, ani z teo-

retického, ani z praktického hlediska oddělit vlastnictví lesů od hospodaření v nich.

Státní vlastnictví převažující části lesního fondu vyvolává specifické problémy, spojené s vytvářením předpokladů k tomu, aby pracovní kolektivy lesního hospodářství dosáhly postavení reálných vlastníků. Pokud je předmětem řešení racionální využití společenského majetku neliší se postupy sblížení celospolečenských zájmů se zájmy pracovních kolektivů a jednotlivých pracovníků v lesním hospodářství od postupů, aplikovaných ve většině jiných výrobních odvětví.

Efektivnost využití lesního fondu a ostatních výrobních prostředků svěřených novým státním podnikům lesního hospodářství bude vyjádřena z velké části úrovní realizace tržní produkce této aktivity na vnitřním, resp. zahraničním trhu. Konkrétní vyjádření dosahovaného efektu a systémy podněcující zájem jednotlivých subjektů společenského vlastnictví lesů se ale budou od postupů aplikovaných u ostatních výrobních odvětví v mnohém lišit. Při jejich konstruování nutno brát v úvahu silné působení diferenciální renty na kvalitu i kvantitu vytvářených efektů (především realizovaných sortimentů surového dříví) a další specifické rysy lesní výroby, zejména její extrémní dlouhodobost. K zásadním rozdílům v uplatnění mechanismu zboží-peněžních vztahů však na tomto úseku nedochází. Zcela reálným se jeví postupné zavedení, po vytvoření příslušných metodických i věcných předpokladů systému fungujícího s jistou mírou automatické regulace a založeného na permanentním porovnávání ekonomických vstupů s výstupy. V tomto směru, je-li subjekt společenského vlastnictví zainteresován na optimalizaci vztahu mezi vstupy a výstupy a chová-li se přiměřeně tomuto zaměření zainteresovanosti, dochází ke shodě jeho zájmů se společenskými zájmy a potřebami. Postavení pracovního kolektivu lesního hospodářství (a při důsledném promítnutí těchto zásad do systému vnitropodnikového a vnitrozávodního řízení i postavení jeho jednotlivých členů) se blíží postavením reálného vlastníka.

Podstatně obtížnější je podnícení zájmu podnikových kolektivů na rozvoji efektů, které nejsou tržně realizovány a které zahrnujeme mezi tzv. mimoprodukční funkce lesů. Zvláště naléhavé je v případech, kdy mimoprodukční efekt nevzniká paralelně s efektem produkčním, ale je výsledkem speciálních účelových hospodářských opatření. V současných podmínkách nepřináší rozvoj mimoprodukčních funkcí státnímu podniku lesního hospodářství žádnou ekonomickou výhodu. Ani po změně vztahu pracovního kolektivu ke svěřenému lesnímu bohatství na reálný vlastnický vztah se ekonomický zájem na vkladech podporujících mimoprodukční funkční účinnost v podstatě nemění. Dochází k nežádoucímu nesouladu mezi společenskými zájmy a ekonomickou motivací uživatele a správce lesního bohatství. Podnik nemá ekonomicky motivovaný důvod provádět činnosti, které pro něj neznamenaají ekonomický přínos a neusiluje proto z ekonomických důvodů o vytvoření zdrojů (včetně získání dotací ze státního rozpočtu a mimopodnikových fondů) na zajištění těchto činností.

Není ovšem reálné ani předpokládat, že soukromý vlastník lesů se chová zásadně jinak. Nečekejme, že bude ochoten dobrovolně vkládat své prostředky do svého lesa s cílem dosáhnout vyšší mimoprodukční efekt neovlivňující jeho současné či budoucí příjmy. Přesto ale usiluje o získá-

ní dotací ze státního či komunálního rozpočtu (nebo z jejich zdrojů) na rozvoj celospolečenských funkcí jeho lesních porostů a to i tehdy, neztotožňují-li se tyto intenzifikační zásahy s opatřeními na zvýšení kvantity či kvality přírůstu biomasy. Zpravidla totiž k takovému ztotožnění zcela nebo alespoň zčásti dochází a i tam, kde tomu tak není, zvyšuje vyšší ekologický, rekreační, vodohospodářský, ochranný atd. význam lesních porostů jejich eventuální tržní hodnotu. Vztahy ze společenských zdrojů rozhojňují tak majetek lesů. (Někdy osvobozují společenské orgány prostředky vlastníka, použité na zvýšení mimoprodukčního efektu lesních porostů od zdanění, resp. lze jimi zčásti nebo zcela daňovou povinnost naplnit. Ekonomická podstata daňové úlevy v tomto případě se v zásadě neliší od dotace).

V hospodářském mechanismu státních podniků zatím postrádáme dostatečně účinné nástroje, podněcující zájem na zvelebování a rozhojňování národního majetku, který jim je společností svěřen. Nejinak tomu je i v systému řízení podniků lesního hospodářství. V lesnictví jsou problémy z toho vyplývající znásobeny známou skutečností, že lesní porosty nejsou v bilanci základních fondů podniku hodnotově vůbec zastoupeny. Zlepšení či zhoršení stavu lesů neovlivňuje finanční hodnotu základních prostředků podniku. Ani nepřímě se neprojevuje v hospodářském výsledku či v jiných ekonomických ukazatelích charakterizujících v rámci systému ekonomických informací průběh a výsledky reprodukčního procesu lesního hospodářství.

Z toho vyplývá, že opatření na podporu mimoprodukčních funkcí, ač je všeobecně uznáván jejich nepopíratelný vliv na společenskou hodnotu lesního fondu se zatím v jeho finanční hodnotě státního lesního majetku nepromítají. Motivy, kterými je zdůvodněna oprávněnost státního vlastnictví základního lesního fondu zatím nutí i k omezenému používání i specifických metod přímého a mimoekonomického ovlivňování organizačních jednotek státních lesů.

Lesní hospodářství disponuje rozsáhlými možnostmi intenzifikovat provedením účelových biotechnologických postupů mimoprodukční funkce lesů. Veřejný zájem na intenzifikaci je zřejmý mimo jiné také z toho, že každoročně jsou zvyšovány dotace státního rozpočtu k tomuto účelu. (Roční dotace státního rozpočtu na tzv. práce celospolečenského významu v ČR dosáhly v roce 1985 154 mil. Kčs, v roce 1990 se předpokládalo 208 mil. Kčs a v roce 1995 260 mil. Kčs). Protože zatím neexistují reálné předpoklady k uplatnění ekonomické zainteresovanosti na výsledku intenzifikačních opatření, na zvýšení mimoprodukční činnosti porostů či jejich ekologické hodnoty, má-li se dosáhnout žádoucí kvalita reprodukčního procesu musí hospodářský mechanismus zahrnovat nástroje podněcující zájem na přijetí a realizaci společenské objednávky na rozvoj mimoprodukčních funkcí. Motivační nástroje zainteresovanosti na provádění intenzifikačních prací celospolečenského významu nelze samozřejmě ztotožňovat s jejich direktivním stanovením v příslušném technologickém členění. Také věcná skladba intenzifikačního opatření má být usměrňována nepřímě, ekonomickým zvýhodněním žádoucí struktury a naopak. V současném pojetí vztahů mezi hospodářským centrem a podniky státních lesů nelze uvažovat s tím, že centrum stanoví podnikům závazné detailní členění prací celospolečenského významu, jehož dodržování by bylo nutné sledovat, kontrolovat atd.

Metodická náročnost přístupu k tvorbě ekonomické zainteresovanosti na rozvoj tržně nerealizovaných efektů lesního hospodářství není, přes všechny uvedené skutečnosti, vyšší než náročnost postupů, podněcujících zájem na dlouhodobém zvyšování produktivnosti lesů, na dosahování vyššího přírůstu produkce včetně té, která je pak běžně realizována na domácím i zahraničních trzích. Nesmírná časová vzdálenost mezi vynaložením prostředků a tržní realizací výsledků, představující období několik desetiletí a nezřídka pokračující století (průměrná tzv. doba obmýti tzn. věk, v němž jsou dospělé porosty mýceny, se v ČR pohybuje zpravidla mezi 80 až 120 lety), znemožňuje využít v běžné hospodářské praxi reprodukce lesního fondu ekonomické metody porovnání vstupů s výstupy.

Náklady na pěstební fázi reprodukčního procesu lesního hospodářství tzn. na založení porostu a na jeho pěstování, ošetřování a ochranu až do okamžiku sklizně smýcením se svou ekonomickou povahou podobají nákladům na dlouhodobé budování náročné investice. Užitečným výsledkem nákladů vynaložených na pěstování lesa je produkce nově vytvářené biomasy vyjadřovaná přírůstem ukládaným v zásobě lesních porostů. (Užitečnost výsledků pěstování lesa je zásadně zvýšena souběžným působením lesních porostů v oblasti jejich mimoprodukčních funkcí). Přetrvávajícím paradoxem současného modelu ekonomiky lesního hospodářství (a to nejen v ČSFR, ale i v jiných bývalých socialistických zemích) je výhradně bezhodnotová evidence nejvýznamnějšího prostředku lesní výroby — lesního půdního fondu a porostů na něm pěstovaných. Vzniká nikým nevyřešená, ale z dané ekonomické praxe zřetelně vyplývající představa nenávratnosti nákladů vynaložených na pěstování lesů. Změna hodnoty lesního fondu, k níž dochází v důsledku nižší či vyšší efektivity intenzifikčních pěstebních vkladů neovlivní současné ukazatele hospodářské činnosti lesních podniků (s výjimkou zvýšení úrovně nákladů o náklady pěstební činnosti).

Podniky nejsou ekonomicky zainteresovány na zvyšování vkladů do pěstební činnosti ani v případě, kdy tyto vklady čerpají z mimopodnikových resortních fondů či z dotací státního rozpočtu. Tím méně je motivováno jejich úsilí o vytváření vlastních zdrojů pro financování pěstebních vkladů. Pokud dojde realizací produkce k tvorbě volných prostředků, které lze zpětně vložit do reprodukčního procesu, je výhodnější zajistit jejich rychlou návratnost investováním do výroby další tržně realizované produkce.

Nelze ovšem přehlížet vysokou účinnost povinnosti dodržovat závazná ustanovení lesního zákonodárství a normativních pravidel na lesní zákony navazujících. V nich je s velkou konkrétností vymezena zodpovědnost uživatelů za svěřené národní bohatství. Narušení zásad řádné péče o lesní fond mohou orgány státního dozoru postihovat. Obava ze současného postihu ale nemůže nahradit aktivní zájem na zvelebování lesního fondu, na rozvoji produkčních a mimoprodukčních funkcí lesních porostů, vyvolaný ekonomickou výhodností takových postupů. Z toho vyplývá mimořádný význam takových úprav hospodářského mechanismu českých státních lesů, které ekonomický zájem na péči o lesní fond vytváří.

Přízpůsobení hospodářského mechanismu lesního hospodářství požadavkům zvýšení motivačního vlivu na intenzifikaci péče o lesní fond nemůže být jednoduchou jednorázovou záležitostí. Vyžaduje důslednou teoretickou a zejména metodologickou přípravu procesů oceňování lesů zahrnující spolu s oceněním nově vytvářených hodnot také hodnotové vyjádření užitečných produkčních a mimoprodukčních funkcí. Po vyřešení otázek oceňování lesů může následovat rozpracování postupů promítnutí změn v hodnotě lesního fondu do ukazatelů charakterizujících úroveň a výsledky hospodaření organizačních jednotek a doplnění systému hmotné zainteresovanosti o stimuly, podněcující zájem o pozitivní povahu těchto změn.

Dříve než bude možné dosáhnout této zásadní změny kvality hospodářského mechanismu umožňující jistou automatiku působení ekonomického zájmu na zvelebování lesů je v podmínkách uplatnění ekonomického řízení lesních podniků nevyhnutelné zavést sice dílčí, ale přesto systémová opatření snižující rizika poněkud jednostranného zvýšení zainteresovanosti na zisku z tržně realizované produkce. Tato opatření spočívají především ve zvýšení závaznosti a účinnosti právních norem regulujících hospodaření v lesích a v podpoře ekonomického zájmu podnikových kolektivů na provádění intenzifikačních opatření zaměřených na rozvoj produkčních i mimoprodukčních funkcí lesních porostů.

Soulad mezi společenským zájmem na zvelebování lesů a zájmem podniku na rostoucí tvorbě zdrojů pro uspokojení potřeb jeho pracovníků bude zajištěn dočasnou náhradou zainteresovanosti na pozitivních změnách stavu lesa zainteresovaností na provádění opatření, které mají žádoucí pozitivní změny vyvolat.

Literatura

- BLUĐOVSKÝ, Z.: Ekonomická podmíněnost rozvoje produkčních a celospolečenských funkcí lesa, *Práce VÚLHM*, 1985, č. 66, s. 363-391.
- BLUĐOVSKÝ, Z.: Motivation system in forestry, *Lesnictví*, 1989, č. 11, s. 961-974.
- BLUĐOVSKÝ, S.: Nové problémy osobní hmotné zainteresovanosti v lesním hospodářství, *Lesnictví*, 1989, č. 5, s. 427-442.
- BLUĐOVSKÝ, Z.: Puti i predposylki intenzifikaciji lesnogo chozjajstva v ČSSR, In: *Intenzifikacija lesnogo kompleksa stran členov SEV*, 1989, Moskva, s. 86-99.
- NIESLEIN, E.: Die Ertragslage der Forstwirtschaft. *Allg. Forstzeitung*, 1989, č. 33, s. 875-879.
- OESTEN, G.: Über den praktischen Nutzen der forstlichen Betriebswirtschaftslehre, 1987, *Allg. Forst- Jagdztg.*, 1987, č. 158, s. 3-7.
- Organization and Management Systems in the Forest Service US Department of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C. 1981, s. 72.
- PARTYKA, T.: System ekonomiczno-finansowy leśnictwa w warunkach reformy gospodarczej, *Sylwan*, 1988, č. 6, s. 1-11.
- SKÝPALA, J.: Aspekty oceňování mimoprodukčních funkcí lesa ve vztahu k oceňování škod na lesním fondu, *Zpr. lesn. Výzk.*, 1988, č. 3, s. 35-39.
- SYROVÁTKA, K. — VALA, V.: Metodika posuzování ekonomické efektivity technologických postupů péstební a těžební činnosti, *Zpr. lesn. Výzk.*, 1988, č. 3, s. 39-45.
- ŠEJNGAUZ, A. S. — SAPOŽNIKOV, A. P.: Ocenka sočetanija funkcij lesnyh resursov — osnova organizaciji mogocelovogo lesopolzovanija 1989, *Lesovedenije*, s. 3-8.

Došlo 8. 2. 1990

The nationalization of forests in the post-war Czechoslovakia created conditions for the consistent application of corporate interests in the forestry. These possibilities are clearly manifested in the development of social functions of forests, and also in the introduction of optimal management procedures, in the application of objective approaches to evaluate the forest capacity of meeting the demand for timber, and in other sectors. But it has been demonstrated by a factual analysis of previous development that we have failed to make use of these potential advantages of the state ownership of the major part of forests. On the contrary, the directive administrative methods of the control and management applied in the sphere of forestry brought about shortcomings and damage. Subjectivism in all spheres of forest management with all negative impacts was prevailing in this sector. Production conditions can be characterized by alienation of working teams and workers from the means of production which had been entrusted to them. The anonymous state ownership did not create the stratum of real owners with all positive attributes. If the interests of this national-economy sector and of different forest establishments are to be harmonized, the economic mechanism of state-owned forests must comprise sufficiently effective tools, stimulating the interest in the promotion and augmentation of national property. The construction of these tools should be based on a value and monetary appraisal of forest resource. The value of national forest property must comply first of all with the capacity of forest stands to fulfil the useful production and extra-production functions. The level and results of the economic activities of forest establishments are described in the best way by the dynamics of changes in the value of forest property, and by a comparison of economic inputs and outputs of these operative activities. These procedures and the system of material interest can be combined with stimuli inciting the interest in the positive nature of these changes.

state ownership of forests; property value; management of forest production; production and extra-production functions of forest stands

Adresa autora:

Ing. Zdeněk Bludovský, DrSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav

ZPRÁVA O SEMINÁŘI HYDROPEDOLOGIE

Seminář Hydropedologie se konal v Praze 8. a 9. 11. 1989. Organizační stránku zajistil podnik Zenitcentrum, Hradební 20, 370 01 České Budějovice, kde je možné získat podrobnější informace. Odbornou garanci převzal prof. ing. P. Dvořák, DrSc. (Katedra hydromeliorací, FSV ČVUT). Na semináři spolupracovalo 61 odborníků z vysokých škol, výzkumných ústavů, institucí a realizační praxe. Na semináři byl k dispozici sborník 19 přednášek, seminář měl diskusní a pracovní náplň.

Byl uspořádán ve snaze více rozšířit hydropedologické metody v souvisejících disciplínách, mezi jinými též v lesnické hydrologii a lesnickém půdoznalství. Mezi účastníky semináře byli i význační pracovníci lesnického výzkumu ing. K. Mráz, DrSc. (VÚLH Strnady) a doc. ing. A. Prax, CSc. (VŠZ Brno) a zástupci VÚLH Zvolen.

Hydrologickou funkcí lesů se zabýval A. Prax (VŠZ Brno) v příspěvku *Režimní sledování půdní vlhkosti v lesních ekosystémech*. Detailně dokumentoval užití dielektrického měřiče půdní vlhkosti konstrukce Kuráž — Matoušek pro sledování vodního režimu lesních půd na lokalitách Rájec, Mlynářův Luh (Křivoklátsko) a Lednice. Prezentoval názor, že pro sledování vodního režimu půd je důležitá znalost hydrofyzikálních vlastností půdního profilu (retenční křivky, hydraulická vodivost) a poznatků ostatních vědeckých disciplín, jako je fytoecologie, fyziologie rostlin, hydrogeologie a dalších.

Příspěvek *Energetický přístup ke sledování a hodnocení vodního režimu půd* prezentoval M. Tesař (ÚH ČSAV). Zavedl nové zpracování časových řad tenzometrických měření sacích tlaků půdní vody do tzv. čar zabezpečení. Ty jsou definovány podobně jako čáry překročení (např. vodních stavů) v hydrologii povrchových vod. Na čarách zabezpečení lze odečítat pravděpodobnost výskytu různých situací během vegetační sezóny, např. přemokření nebo vysušení kořenové zóny. Tak lze získat kvalifikovaný názor na potřebu úpravy vodního režimu půdy. Užití metody dokumentoval na lesních a polních lokalitách v povodí Zvíkovského potoka poblíž meteorologické stanice Churáňov na Šumavě.

Zkušenosti s využitím vodních tenzometrů při sledování vodního režimu půd diskutoval A. Mráz (VŠZ Praha). Poukázal na dobré zkušenosti s dlouhodobým užíváním vodních tenzometrů pro sledování vodního režimu lesních i zemědělských půd. Zdůraznil, že tenzometrické měření je svojí povahou nedestruktivní a kontinuální. Je možno jej napojit na automatický monitoring půdně klimatických dat. Uvádí zpracování časových řad tenzometrických měření do chronoizobar i jejich aplikační interpretaci (lokalita Broumy).

Na lesním povodí Liz poblíž Churáňova na Šumavě dokumentoval kolektiv autorů M. Šír, F. Kubík (Zenitcentrum), M. Tesař (ÚH ČSAV) a J. Pražák (Katedra fyziky, FSV ČVUT) platnost hypotézy o vegetačním pokryvu jako regulátoru vodního režimu půd ve vegetační sezóně. Na základě této hypotézy byla odvozena a experimentálně ověřena metoda výpočtu potenciální transpirace z meteorologických dat — teploty vzduchu a globálního záření.

Pracovníci vodohospodářské, zemědělské i lesnické sféry se shodli v názoru, že vodní režimy půd je nutné a možné studovat ve vzájemné spolupráci shodnými či příbuznými metodami. Nutno vzít v úvahu, že v půdě — lesní i zemědělské — se odehrává ono latentní kvalitativní drama, jež hraje významnou roli v oblasti kvality vod i v celém potravinářském řetězci.

Na semináři bylo konstatováno, že trvá kritický nedostatek laboratorního vybavení, pomůcek a zařízení pro potřeby hydropedologie. Tento nedostatek dnes nej-

více brání širšímu využití hydropedologických metod v praxi. Nanejvýš nutné je zajistit hromadnou výrobu hydropedologického vybavení tak, aby bylo možné zajistit respektování příslušných ČSN týkajících se hydropedologického průzkumu. Zejména zcela chybějí přetlakové linky pro měřenní retenčních křivek, vodní tenzometry a měřiče půdní vlhkosti všech konstrukcí, jehlové sondy a pedologické válečky.

Účastníci semináře, ve snaze rychle a efektivně řešit nahromaděné problémy, si rozdělili úkoly:

1. Zajistit výrobu pomůcek a zařízení pro hydropedologii;
2. Standardizovat měřicí postupy;
3. Pořádat odborné kursy o hydropedologických metodách;
4. Uspořádat seminář „Hydropedologie 1990“.

Seminář byl účastníky hodnocen jako potřebný a úspěšný.

*Ing. Miloslav Šír, Ing. František Kubík, CSc., Zenitcentrum, Hradební 20,
370 01 České Budějovice*

POKYNY PRO AUTORY VĚDECKÝCH ČASOPISŮ ČSAZ

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky a současný stav v dané oblasti.

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být připojen souhlas vedoucího pracoviště s publikací článku a prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

Jednotlivé původní práce nemají přesahovat rozsah 20 stran (včetně tabulek, obrázků a grafů), referát 10 stran. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Technická úprava rukopisu

Úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádek, mezi řádky dvojité mezery). Obrázky mají vyhovovat ČSN 88 2109. Pérovky, grafy, mapky mají být narysovány tuží na pauzovací papír a popsány šablonou 3,5, aby velikost písma po zmenšení byla alespoň 2 mm. Fotografie mají být ostré. Na zadní straně se vyznačí tužkou pořadové číslo obrázku nebo grafu a napíše se jméno autora článku. Texty k obrázkům a grafům se dodávají na zvláštním listě, umístění se označuje na levém okraji příslušné strany rukopisu číslicí v kroužku. Tabulky se číslují zvlášť římskými číslicemi.

Vlastní úprava práce

Název práce (titul) nemá přesahovat 85 úhozů. Jména autorů se uvádějí bez titulů s počátečním písmenem jména.

Souhrn — Stručný obsah článku začíná jménem autora, adresou pracoviště titulem článku a citací časopisu. Autor musí dodat k původní práci dva souhrny. Jeden, který bude publikován v češtině popř. slovenštině (jedna rukopisná strana) a druhý delší, který bude přeložen do angličtiny (v rozsahu dvě až tři rukopisné strany) s odkazem na tabulky a obrázky. Souhrn pro překlad může autor dodat s anglickými odbornými názvy, popř. celý v angličtině. Tímto opatřením chceme zamezit větším opravám v korektuře.

Klíčová slova (Key words, index terms) — Připojují se po vynechání řádku pod souhrn. Klíčovým slovem rozumíme substantivum, které je nutné pro věcné zařazení předložené práce. Klíčová slova se řadí směrem od obecnějších výrazů ke konkrétním. Začínají malým písmenem a oddělují se středníkem. Jejich počet závisí na povaze práce a neměl by klesnout pod tři a převýšit dvanáct slov.

Úvod — Má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce uskutečněna a velmi stručnou formou stav studované otázky. Je nutno se v něm vyhnout rozsáhlým historickým přehledům. Uvádí se bez nadpisu, je možné v něm uvést k práci se vztahující autory, přičemž se doporučuje co nejnížší počet autorů.

Materiál a metoda — Metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní, jinak postačuje citovat autora metod a uvádět jen případné odchylky. Je v nich popsán pokusný materiál. Popis metody by měl umožnit, aby kdokoliv z odborníků mohl podle něho a při použití uvedených citací práci opakovat.

Výsledky — Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních stavů tabulek a dát přednost grafům, anebo tabulky shrnout v statistickém hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse — Obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se ocitovat jen ty autory, kteří mají k publikované práci bližší vztah), pokud mají souvislost nebo jsou s předloženou prací nějak srovnatelné.

Literatura — Musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197, tj. citace seřadit abecedně podle jména prvních autorů; příjmení (verzálkami); zkratka jména (dvojtečka); plný název práce (tečka); úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, číslo, první stránka — poslední stránka (před číslo se uvádí zkratka č. a před první stránku s.); u knih je uvedeno místo vydání, vydavatel a rok. Odkazy na literaturu v textu jsou uvedeny jménem autora (čárka) a rokem vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu.

Pokud autor používá při práci zkratk jakéhokoliv druhu, je nutné je vysvětlit, aby se předešlo omylům při překladech. V názvu práce a v souhrnu je lépe zkratk nepoužívat.

Na zvláštním listě uvede autor plné jméno (i u spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ.

LESNICTVÍ č. 4, 5/1991 má obsahovat tyto práce:

- Šebánek J., Klíčová Š., Vítková H., Netočný Z., Psota V., Králík J.: Vliv paclobutrazolu na morfogenezi adventivních kořenů a hladinu endogenních giberelinů a auxinů
- Kobliha J., Snášelová V., Havel L.: Explantátové kultury — perspektivní možnost masového množení cenných hybridů z rodu *Abies*
- Magurová I.: Poškození borových porostů v oblastech zvýšených koncentrací SO₂ v závislosti na ekologických faktorech
- Čížková R.: Růst semenáčků jehličnanů pod vlivem simulovaného kyselého deště se zřetelem k jejich výživě
- Glomb V., Artner P., Sequens J.: Zvýšení tvorby pryskyřice ve stromech injektáží chemických přípravků
- Tokár F.: Vplyv prebiehky na vývoj produkcie u rôznych typov porastov duba červeného (*Quercus rubra* L.) a orecha čierneho (*Juglans nigra* L.)
- Vreštiak P.: Listová fytoomasa a rastová charakteristika duba letného (*Quercus robur* L.)
- Prudič Z.: Růst ořešáku černého (*Juglans nigra* L.) na LZ Strážnice
- Kohán Š.: Niektoré výsledky pestovania topoľov v nepriaznivých stanovištných podmienkach Východoslovenskej nížiny
- Dejmal J.: Velikost manipulační plochy při vyklizování surových kmenů
- Kudrleová L., Bartuněk J.: Kvantifikace funkčního využití lesů
- Pirochtová M., Marek M.: Metoda matematického vyhodnocování fotosyntetické aktivity lesních dřevin

Objednávky přijímá:

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2,
Poštovní novinová služba, Jindřišská 14, 110 00 Praha 1

Rukopisy odevzdaný k tisku 15. 2. 1991, podepsáno k tisku 1. 8. 1991

Vědecký časopis LESNICTVÍ • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka RNDr. Marie Forejťová • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl Final, s.p., Legerova 22, 120 00 Praha 2.

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, administrace vývozu tisku, Kovpalkova 26, 160 00 Praha 6.