

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

6

ROČNÍK 30 (LVII)
PRAHA
ČERVEN 1984
CENA 12 Kčs



ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

LESNICTVÍ

Redakční rada: člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc. (předseda), Ing. Zdeněk Bludovský, CSc., prof. Dr. Ing. Václav Douda, CSc., prof. Dr. Ing. Ján Halaj, DrSc., prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., Ing. Jan Materna, CSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., člen korespondent ČSAV prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., genmjr. Ing. Václav Růžicka, prof. Ing. Miroslav Stolina, DrSc.

Za vedení časopisu odpovídá člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1984

CS ISSN 0024-1105

■

LESNICTVÍ uveřejňuje vědecká pojednání o vyřešených výzkumných úkolech ze všech oborů lesnické vědy, studie a rozborů. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541. Celoroční předplatné Kčs 144,—.

■

LESNICTVÍ публикует научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области лесохозяйственной науки, обзоры и анализы. Издаёт Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция: 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■

LESNICTVÍ publishes scientific treatises about the solved research tasks in the line of forest science, studies and analyses. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office: 120 56 Prague 2, Slezská 7.

VODOHOSPODÁŘSKÁ FUNKCE HORSKÝCH SMRKOVÝCH A BUKOVÝCH POROSTŮ

P. Kantor

KANTOR, P. (Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno). *Vodohospodářská funkce horských smrkových a bukových porostů*. Lesnictví, 30, 1984 (6) : 471-490.

V průběhu pěti hydrologických let byly v oblasti Orlických hor (890 m n. m.; svah ZJZ expozice o sklonu 16°) studovány v experimentálním dospělém smrkovém a bukovém porostu všechny položky vodní bilance lesa. Z průměrných ročních srážek volné plochy 1296 mm připadlo ve smrkovém porostu na sumární výpar 487 mm (intercepce 212 mm, transpirace 195 mm, evaporace z půdy 80 mm), v bukovém porostu 344 mm (intercepce 86 mm, transpirace 181 mm, evaporace z půdy 77 mm). Povrchový odtok byl v důsledku značné retenční schopnosti lesních půd v obou porostech zanedbatelný. Rozhodující část srážkových vod prosákla půdou na podloží a v podzemní formě otekla (ve smrku v ročním průměru 773 mm, v buku 909 mm). Při hodnocení vodohospodářské účinnosti lesů má v zimním období důležitou roli sněhová pokrývka. Výrazně vyšší odtok vody z listnatých bukových lesů může být na základě výsledků z Orlických hor do jisté míry kompenzován větší vyrovnaností odtoku (v zimním období) i nižší intenzitou jarního tání sněhu v jehličnatých smrkových porostech.

lesnickotechnické meliorace; buk; smrk; vodní bilance

Význam lesa jako činitele, který v nemalé míře ovlivňuje vodní režim krajiny, je zakotven v podvědomí široké veřejnosti již dlouhou dobu. V podstatě lze konstatovat, že téměř všechny lesy v ČSSR mají určitý vodohospodářský význam. Z empirických zkušeností, ale především z řady exaktních šetření vyplynul poznatek, podle něhož musí být vodohospodářská funkce lesa preferována v povodích vodárenských nádrží (14,5 % rozlohy lesní půdy ČSR) a minimálně rovnocenná s produkcí dřeva bude v lesích pramenných oblastí (16,2 % lesů ČSR).

Lesy pramenných oblastí byly rámcově vymezeny tam, kde lesní porosty mají předpoklady velmi účinného působení na koloběh vody. Kritériem pro vymezení těchto lesů byl ukazatel tvorby disponibilní vody od 400 mm výše. Jsou to lesy našich hlavních pramenných oblastí středohor mající bezprostřední význam pro řízení odtokového režimu srážkových vod a pro ochranu krajiny před povodněmi (Krečmer, Běle 1975; Krečmer, Peřina 1976).

V lesních porostech našich pramenných oblastí mají zdaleka nejvýznamnější postavení dvě hlavní hospodářské dřeviny — smrk a buk. Z tohoto pohledu je prvním a základním předpokladem pro poznání a případné zvýšení vodohospodářské účinnosti lesa v těchto územích studium vodní bilance obou typů porostů.

Experimentální šetření, při nichž se zkoumají komplexně veškeré složky vodního režimu lesa, jsou stále (především pro metodické obtíže) více méně výjimečná. K nim patří především pozorování na stacionárních plochách v různých oblastech SSSR. Čubatyj (1976) studoval vodní bilanci bukových porostů v Karpatech, Koval (1973)

a Bitjukov (1980) na Kavkaze. Pro smrkové porosty v zóně jehličnato-listnatých lesů evropské části SSSR uvádějí hodnoty výdajových položek vodního režimu Molčanov (1960) a Fedorov (1970). Z NSR je známé komplexní srovnávací šetření všech komponentů vodní bilance dospělého smrkového a bukového porostu na výzkumné základně Solling (Benecke 1972; Benecke, van der Ploeg 1978a, 1978b). Metodou experimentálních bilančních ploch se studuje vodní režim lesních porostů i v dalších oblastech NSR (Brechtel, Balázs 1980).

Údaje o celkovém sumárním výparu na jedné a odtoku vody z lesa na druhé straně lze získat na základě šetření z dílčích uzavřených povodí (Brechtel 1976; Kirwald 1974; Eidmann 1961; Delfs a kol. 1958; Zelený 1971, 1974). Často jsou publikovány studie, v nichž jsou některé, popř. i všechny položky vodní bilance stanoveny na základě kalkulací a poznatků jiných autorů (Peřina a kol. 1973; Ambros 1978; Brechtel, Hoyningen — Huene 1978).

Dostupné údaje z podmínek aplikovatelných na středohorské poměry naší republiky jsou shrnuty v tabulce I. Z ní je zřejmé, že celkový výpar se ve smrkových porostech pohybuje od 455 do 616 mm za rok, v bukových porostech (bez extrémních údajů z Kavkazu) od 451 do 564 mm. Z párových srovnávacích šetření dále vyplývá, že v listnatých bukových porostech byl odtok vody o 30—100 mm (4—10 %) větší než z jehličnatých smrkových porostů.

Vzhledem k aktuálnosti vodohospodářské problematiky a v zájmu získání potřebných údajů bylo nutno i u nás přistoupit k založení experimentu, jehož náplní je komplexní srovnání hydrické účinnosti i jednotlivých položek vodní bilance smrkových a bukových porostů. Na základě těchto šetření mohlo být přistoupeno k celkovému zhodnocení vodohospodářské funkce obou typů porostů.

METODIKA

Vodní režim obou našich nejdůležitějších středohorských dřevin — smrku a buku — byl studován metodou dílčích bilančních srovnávacích ploch. Experimentální plochy (každá o rozměru 40 X 30 m) byly založeny v oblasti Orlických hor, na LZ Opočno, polesí Deštné v dospělém smrkovém a bukovém porostu. Zeměpisné souřadnice porostů jsou: 50° 19' 20" s. š. a 16° 21' 45" v. d. Plochy jsou situovány na svahu ZJZ expozice (průměrný sklon 16°) v nadmořské výšce 890 m a jsou od sebe vzdáleny pouze 50 m. Základní dendrometrická charakteristika je uvedena v tabulce II.

Smrkový a bukový porost je jednotný z hlediska typologického (kyselá smrková bučina metlicová — 6 K₁) i pedologického (písčitohlinité až hlinitopísčité hnědé lesní půdy). Půdy v obou porostech jsou dále charakterizovány průměrnou 50% příměsí skeletu, jehož podíl v hloubce 70—100 cm stoupá na 90—98 % (zvětralá matečná hornina — svor). Přízemní vegetace je zastoupena spoře (do 20 %) a její hlavní dominanty tvoří borůvka a metlice křivolaká.

Experimentální šetření proběhlo v nepřerušené řadě pěti hydrologických let (od 1. 11. 1976 do 31. 10. 1981), kdy byly hodnoceny všechny základní položky vodní bilance dospělého smrkového a bukového porostu.

Srážky volné plochy byly měřeny ombrometry o záchytné ploše 500 cm² uprostřed kotlíku 40 X 40 m a na holoseči 150 X 90 m v bezprostřední blízkosti bilančních ploch.

Intercepční ztráty byly stanoveny obvyklým postupem jako rozdíl srážek volné plochy a porostních srážek. Kapalné i tuhé podkору-

I. Vodní bilance smrkových a bukových porostů podle jednotlivých autorů. — Water balance of spruce and beech stands according to different authors

Autor Oblast šetření	Použitá metoda šetření	Srážky volné plochy	Smrk		Buk	
			celkový výpar (I + T + + E)	odtok (průsak)	celkový výpar (I + T + + E)	odtok (průsak)
			mm %		mm %	
Brechtel (1976) NSR - Krofdorf	2	633			459 72	174 28
Brechtel, Hoyningen- Huene (1978) NSR - Frankfurt n. M.	3	663	582 88	81 12	554 84	109 16
Brechtel, Balázs (1980) NSR - Hann. Münden	1	750			564 75	186 25
Kirwald (1974) NSR - povodí Ruhru	2	1027	472 46	555 54		
Benecke, van der Ploeg (1978 b) NSR - Solling	1	1066	616 58	450 42	515 48	551 52
van der Ploeg (1978) NSR - Lange Bramke	2	1070	455 43	615 57		
Ambros (1978) ČSSR - Karpaty	3	1100	550 50	550 50	451 41	649 59
Zelený (1971, 1974) ČSSR - Beskydy	2	1080– –1250	476 44	604 56	433 35	817 65
Delfs a kol. (1958) NSR - Lange Bramke	2	1253	576 46	677 54		
Bitjukov (1980) SSSR - Kavkaz	1	2520			840 33	1680 67

^{+) 1} — měření jednotlivých položek vodní bilance, 2 — odtoková měření z uzavřených povodí,
3 — kalkulační hypotézy na základě literárních pramenů.

nové srážky byly v obou porostech zachyceny 10 ombrometry (o záchytné ploše opět 500 cm²) v řadovém uspořádání. Pro měření druhého komponentu porostních srážek, stoku po kmeni, byly ve smrkovém porostu instalovány na třech stromech záchytné manžety z olověného plechu. V bukovém porostu byl sledován stok stejným způsobem celkem z 11 stromů ve všech tloušťkových stupních.

Transpirace dřevin patří s ohledem na metodické potíže

II. Základní dendrometrické údaje experimentálního smrkového a bukového porostu v Orlických horách. — The basic dendrometric data on experimental spruce and beech stands in the Orlické Mts.

Stav k	Věk	Počet stromů na 1 ha	Průměrný strom			Objem dřeva na 1 ha	Kruhová plocha na 1 ha	Zakmenění	Průměrný přírůst (za 5 let) na 1 ha	
			výška	tloušťka	objem				hmota	kruh. pl.
		ks	m	cm	m³	m³	m²		m³	m²
Smrkový porost										
1. 11. 1976	101	400	25,1	37,4	1,35	541	45,2	1,0	6,6	0,42
1. 11. 1981	106	400	25,6	38,2	1,43	574	47,3	1,0		
Bukový porost										
1. 11. 1976	118	433	22,4	30,2	0,85	376	32,0	1,0	7,4	0,50
1. 11. 1981	123	433	22,8	31,4	0,93	404	34,5	1,0		

k nejobtížněji studovaným položkám vodního režimu dospělých lesních porostů. Na pokusných plochách v Orlických horách byl fyziologický výpar stanoven početně, jako jediná neznámá v rovnici vodní bilance:

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

kde T_p — transpirace porostu,
 S_p — porostní srážky,
 E_p — evaporace z povrchu půdy + evapotranspirace přízemní vegetace,
 O — odtok srážkových vod z lesa,
 ΔV_p — změna zásob vody v půdě.

Evaporace z povrchu půdy + evapotranspirace přízemní vegetace představuje třetí, poslední významnou výdajovou položku vodní bilance lesních porostů. Ta byla na našich bilančních plochách měřena pomocí modifikovaných Popovových výparoměrů. Ve smrkovém i bukovém porostu bylo instalováno po 20 nádobách, každá o výparné ploše 160 cm². Část výparoměrů byla osazena borůvkou a metlicí křivolakou, takže mohla být stanovena i evapotranspirace hlavních dominant přízemní vegetace. V měsících duben až listopad byly výparoměrné nádoby váženy 1× denně, popř. 1× za 2 dny na přezmenových váhách s přesností ± 1 g. Z rozdílu hmotností byl po přepočtu na mm přímo stanoven výpar z povrchu půdy, popř. evapotranspirace přízemního patra.

Povrchový a horizontální půdní odtok byl studován na odtokových ploškách 5,5 × 3,5 m. Dolní hranice plošek je tvořena vybedněnou sondou, v níž jsou do tří plechových koryt jímány obě formy odtoku. Žlab zachycující vodu tekoucí po povrchu půdy je zapuštěn 5 cm pod půdním povrchem. Voda pohybující se v půdě ve víceméně horizontálním směru je jímána do žlabů umístěných v hloubce 25 a 70 cm. Z každého koryta je voda odvedena do záchytných nádob na dně sondy.

Vertikální průsak srážkových vod půdou byl na obou plochách zjišťován lyzimetrickou metodou. Ve smrkovém i bukovém porostu byly vykopány na podloží vždy tři sondy; v každé bylo pod rhizosférou v hloubce 70 cm zapuštěno do půdy proti svahu 10 sklola-minátových sběrných nádob lyzimetrů (o rozměru 30 × 30 cm). Srážková voda, která prosákne jednotlivými půdními horizonty a zachytí se v lyzimetrech, je svedena do sběrných kanystrů na dně sond.

Vlhkost půdy byla na srovnávacích bilančních plochách určována gravimetrickou metodou. Během vegetačního období byly ze tří míst v obou porostech odebírány půdní vzorky celkem ze čtyř horizontů, charakterizujících celý půdní profil.

Parametry sněhové pokrývky a procesy tání sněhu byly sledovány ve smrkovém i bukovém porostu na 10 trvalých měřistiších. Při každém odběru se na všech měřicích místech odečetla výška sněhu a sněhoměrným válcem (o průřezu 50 cm²) se odebraly vzorky sněhové pokrývky, které byly ihned v terénu zváženy. Z výšky, hmotnosti a objemu sněhových vzorků byla vypočtena hustota sněhu a zásoba vody ve sněhu.

Teplota vzduchu a relativní vlhkost vzduchu byly na obou plochách měřeny termohygrografy s týdenním chodem. Přístroje byly udržovány v provozu nepřetržitě ve vegetačních i mimo-vegetačních obdobích.

Měření jednotlivých položek vodní bilance se ve vegetačních periodách uskutečnilo ve všech dnech, v nichž byly zaznamenány měřitelné srážky. Výpar z povrchu půdy a přízemní vegetace se zjišťoval i v nesrážkových dnech. Půdní vlhkost byla v obou porostech sledována v týdenních intervalech. V zimních obdobích se konalo měření intercepce i všech forem odtoku současně s gravimetrickým šetřením sněhové pokrývky minimálně 1X týdně, zpravidla však podle průběhu počasí častěji (2—3X týdně).

Výsledky byly sumarizovány podle hydrologických roků, přičemž bylo samostatně hodnoceno období vegetační (1. 5.—31. 10.) a období mimovegetační (1. 11.—30. 4.).

VÝSLEDKY ŠETŘENÍ

SRAŽKY VOLNÉ PLOCHY

Hodnocené hydrologické roky 1976/1977 až 1980/1981 lze z hlediska celkového úhrnu ročních atmosférických srážek charakterizovat pro danou oblast Orlických hor a danou nadmořskou výšku 890 m jako normální. Maximální srážky byly zaznamenány v roce 1979/1980 — 1500,0 mm, minimální v roce 1978/1979 — 1071,0 mm. V průměru dosáhly ve sledovaném období roční srážky volné plochy hodnoty 1296,4 mm. Z této sumy připadlo na mimovegetační období průměrně 569,3 mm (43,9 %) a na vegetační období 727,1 mm (56,1 %).

VÝDAJOVÉ POLOŽKY VODNÍ BILANCE LESA

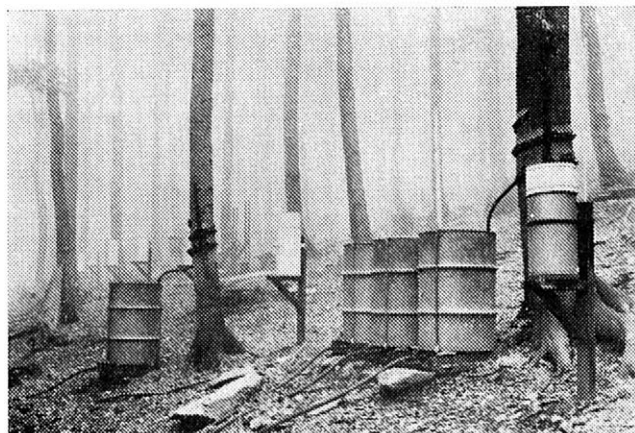
Intercepční ztráty smrkového a bukového porostu v jednotlivých hydrologických letech jsou sestaveny společně s dalšími položkami vodní bilance v tabulce III. Zatímco v korunách smrků se zadrželo a později vypařilo v ročním průměru 212,1 mm (16,3 %) atmosférických srážek, činily průměrné ztráty buku jen 86,6 mm (6,7 % ročních srážek). Ve smrkovém porostu se tak dostalo k půdě za rok v průměru 83,7 %, v bukovém porostu 93,3 % srážek volné plochy. Výrazný rozdíl v hodnotách intercepčních ztrát je vysvětlitelný odlišným charakterem intercepčního procesu u obou srovnávaných dřevin, především pak diametrálně rozdílným stokem po kmenech stromů. Ten byl u smrku takřka zanedbatelný, činil jen 1,5 % ročních atmosférických srážek, kdežto v bukovém porostu představoval stok po kmeni s 15,0 % významnou položku ve vodním režimu lesa.

Ze samostatného hodnocení mimovegetačních a vegetačních období (tabulka IV a V) je zřejmé, že intercepční ztráty jsou v obou horských porostech v listopadu až dubnu vzhledem k nízkým teplotám a vysoké vlhkosti vzduchu výrazně nižší (smrk 10,9 %, buk 5,3 %) než v květnu až říjnu (smrk 20,6 %, buk 7,8 %).

Vodní bilanci lesa mohou ve středohorských polohách výrazně nadlepit horizontální srážky. Tím si lze vysvětlit i relativně nízké intercepční hodnoty obou srovnávaných porostů v Orlických horách. V zimních obdobích může výskyt tuhých horizontálních srážek — námrazy — snížit intercepční ztráty jehličnatých smrkových porostů na minimum (v zimě 1980/1981 intercepce smrku jen 2,5 %). Z analýzy srážkových dnů se současným výskytem mlhy vyplynul i další, neočekávaný poznatek. V letních měsících se totiž v bukovém porostu dostalo k půdě

III. Vodní bilance smrkového a bukového porostu v hydrologických letech 1976/1977 až 1980/1981. — Water balance of spruce and beech stands in the hydrological years 1976/1977—1980/1981

Hydro- logický rok	Srážky volné plochy mm	Intercepce		Transpirace		Evaporace		Povrchový odtok		Horizontální půdní odtok		Průsak na podloží		± půdní vlhkost	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Smrkový porost															
1976/1977	1263,6	190,4	15,1	234,2	18,5	84,8	6,7	2,4	0,2	11,4	0,9	743,3	58,8	-2,9	-0,2
1977/1978	1187,0	192,3	16,2	199,9	16,8	74,5	6,3	11,5	1,0	22,7	1,9	670,2	56,5	15,9	1,3
1978/1979	1071,0	226,3	21,1	165,1	15,4	97,5	9,1	19,3	1,8	21,2	2,0	546,0	51,0	-4,4	-0,4
1979/1980	1500,0	264,3	17,6	184,2	12,3	62,3	4,2	13,9	0,9	24,1	1,6	944,8	63,0	6,4	0,4
1980/1981	1460,5	187,4	12,8	192,3	13,2	82,1	5,6	17,0	1,2	15,4	1,1	961,3	65,8	5,0	0,3
Ø	1296,4	212,1	16,3	195,2	15,1	80,2	6,2	12,8	1,0	19,0	1,5	773,1	59,6	4,0	0,3
Bukový porost															
1976/1977	1263,6	73,0	5,8	202,2	16,0	82,4	6,5	20,3	1,6	14,8	1,2	872,8	69,1	-1,9	-0,2
1977/1978	1187,0	54,7	4,6	175,0	14,7	73,4	6,2	18,0	1,5	18,2	1,5	843,4	71,1	4,3	0,4
1978/1979	1071,0	92,4	8,6	160,7	15,0	90,6	8,5	14,1	1,3	13,5	1,3	698,8	65,2	0,9	0,1
1979/1980	1500,0	102,9	6,9	173,7	11,6	54,6	3,6	29,3	2,0	27,6	1,8	1108,9	73,9	3,0	0,2
1980/1981	1460,5	110,3	7,6	192,4	13,2	82,8	5,7	25,4	1,7	26,8	1,8	1019,1	69,8	3,7	0,2
Ø	1296,4	86,6	6,7	180,8	13,9	76,8	5,9	21,4	1,6	20,2	1,6	908,6	70,1	2,0	0,2



1. Interiér experimentálního bukového porostu. V popředí ombrometry v liniovém uspořádání a stromy, u nichž je měřen tok po kmeni. Snímek byl pořízen v době výskytu mlhových horizontálních srážek, které výrazně nadlepšují v horských polohách vodní bilanci i listnatých bukových porostů. — Interior of experimental beech stand. In front there is a row of ombrometers and trees where the stem flow was measured. The photo was taken during the occurrence of horizontal fog precipitation which also significantly improves the water balance of beech stands at mountainous locations

v těchto dnech stejné, popř. i větší množství srážkové vody než ve smrkovém porostu. Na základě rozboru jednotlivých srážkových případů lze usuzovat, že pro zadržení a „vyčesání“ horizontálních mlhových srážek není důležitá jen zachytná plocha porostů, ale i možnost stékání vody po větvích a kmenech stromů. Nemalou úlohu zde hraje i podstatně menší skrovná kapacita listnatých bukových porostů. Celkově lze konstatovat, že horizontální srážky nadlepšily ve sledovaném období vodní bilanci jak smrkového, tak i bukového porostu v Orlických horách o 50 až 120 mm ročně (5–10 % srážek).

Transpirace, v mimovegetačním půlroce nepodstatná (smrk 2,2 %, buk 0,8 % srážek), představovala ve vegetačním období nejvýznamnější zápornou položku vodní bilance, a to jak ve smrkovém porostu (v průměru 182,4 mm = 25,1 % letních srážek), tak v bukovém porostu (176,3 mm = 24,3 % letních srážek). Celkově spotřeboval smrkový porost na pokusných plochách v Orlických horách v ročním průměru na transpiraci 195,2 mm vody (15,1 % srážek), bukový porost o 14,4 mm vody méně — 180,8 mm (13,9 % srážek). Poněkud nižší hodnoty fyziologického výparu buku lze vysvětlit kratší, pouze 5měsíční vegetační dobou této dřeviny (listí zpravidla raší v polohách našich středohor v průběhu května a opadá v říjnu). Vcelku byl však potvrzen předpoklad o nepodstatných transpiračních rozdílech smrku a buku z novějších výzkumů (Benecke, van der Ploeg 1978b), i když v našem případě nebyl tento faktor stanoven přímým měřením, ale byl vypočten jako jediná neznámá z rovnice vodní bilance. Přitom rozptyl transpiračních hodnot (tabulka III a V) je podmíněn klimatickými faktory, z nichž mají rozhodující význam srážkový režim, teplota a vlhkost vzduchu, sluneční záření, vítr, dynamika půdní vlhkosti atd.

Evaporace z povrchu půdy + evapotranspirace přízemní vegetace je významnou zápornou složkou vodní bilance lesa. Přitom na našich plochách byl vzhledem k malému rozsahu bylinného a travního patra (do 20 %) nepoměrně významnější vlastní výpar z povrchu půdy. V zimním půlroce byla s ohledem na 4–5měsíční souvislý výskyt sněhové pokrývky evaporace zanedba-

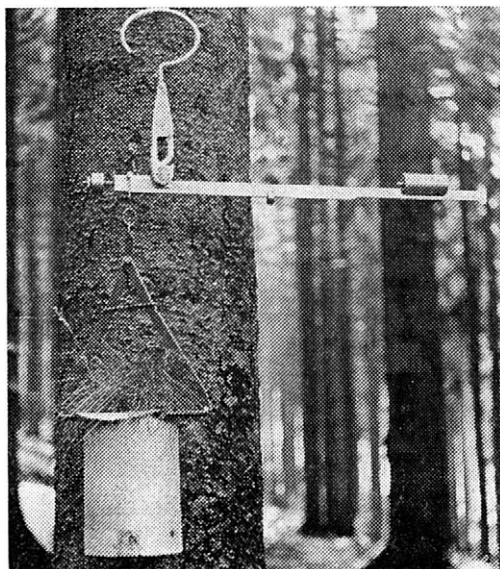
IV. Vodní bilance smrkového a bukového porostu v mimovegetačních obdobích (1. 11.—30. 4.). — Water balance of spruce and beech stands in the rest periods (November 1 — April 30)

Mimo-vegetační období	Srážky volné plochy mm	Intercepce		Transpirace		Evaporace		Povrchový odtok		Horizontální půdní odtok		Průsak na podloží		± půdní vlhkost	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Smrkový porost															
1976/1977	579,8	57,0	9,8	27,1	4,7	6,7	1,2	2,0	0,3	7,2	1,2	472,9	81,6	6,9	1,2
1977/1978	449,7	62,8	14,0	12,6	2,8	4,3	0,9	4,0	0,9	7,8	1,7	340,3	75,7	17,9	4,0
1978/1979	557,6	89,9	16,1	13,2	2,4	3,5	0,6	12,8	2,3	6,2	1,1	428,3	76,8	3,7	0,7
1979/1980	618,5	84,2	13,6	4,7	0,8	1,8	0,3	12,7	2,0	18,5	3,0	490,2	79,3	6,4	1,0
1980/1981	641,0	16,2	2,5	6,5	1,0	6,9	1,1	15,3	2,4	12,2	1,9	575,7	89,8	8,2	1,3
Ø	569,3	62,0	10,9	12,8	2,2	4,6	0,8	9,4	1,7	10,4	1,8	461,5	81,1	8,6	1,5
Bukový porost															
1976/1977	579,8	22,3	3,9	7,5	1,3	5,4	0,9	10,6	1,8	8,7	1,5	519,7	89,6	5,6	1,0
1977/1978	449,7	22,9	5,1	5,5	1,2	5,8	1,3	9,7	2,1	9,3	2,1	396,5	88,2	—	—
1978/1979	557,6	25,3	4,5	4,5	0,8	2,9	0,5	10,3	1,8	10,4	1,9	493,8	88,6	10,4	1,9
1979/1980	618,5	41,6	6,7	1,0	0,2	1,6	0,2	16,1	2,6	15,3	2,5	536,1	86,7	6,8	1,1
1980/1981	641,0	38,5	6,0	3,8	0,6	8,1	1,3	16,2	2,5	20,0	3,1	549,6	85,7	4,8	0,8
Ø	569,3	30,1	5,3	4,5	0,8	4,8	0,8	12,6	2,2	12,7	2,2	499,1	87,7	5,5	1,0

V. Vodní bilance smrkového a bukového porostu ve vegetačních obdobích (1. 5.—31. 10.). — Water balance of spruce and beech stands in the growing seasons (May 1 — Oct. 31)

Vegetační období	Srážky volné plochy mm	Intercepce		Transpirace		Evaporace		Povrchový odtok		Horizontální půdní odtok		Průsak na podloží		± půdní vlhkost	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Smrkový porost															
1977	683,8	133,4	19,5	207,1	30,3	78,1	11,4	0,4	0,1	4,2	0,6	270,4	39,5	-9,8	-1,4
1978	737,3	129,5	17,6	187,3	25,4	70,2	9,5	7,5	1,0	14,9	2,0	329,9	44,8	-2,0	-0,3
1979	513,4	136,4	26,6	151,9	29,6	94,0	18,3	6,5	1,3	15,0	2,9	117,7	22,9	-8,1	-1,6
1980	881,5	180,1	20,4	179,5	20,4	60,5	6,9	1,2	0,1	5,6	0,6	454,6	51,6	—	—
1981	819,5	171,2	20,9	185,8	22,7	75,2	9,2	1,7	0,2	3,2	0,4	385,6	47,0	-3,2	-0,4
Ø	727,1	150,1	20,6	182,4	25,1	75,6	10,4	3,4	0,5	8,6	1,2	311,6	42,8	-4,6	-0,6
Bukový porost															
1977	683,8	50,7	7,4	194,7	28,5	77,0	11,3	9,7	1,4	6,1	0,9	353,1	51,6	-7,5	-1,1
1978	737,3	31,8	4,3	169,5	23,0	67,6	9,2	8,3	1,1	8,9	1,2	446,9	60,6	4,3	0,6
1979	513,4	67,1	13,1	156,2	30,4	87,7	17,1	3,8	0,7	3,1	0,6	205,0	39,9	-9,5	-1,8
1980	881,5	61,3	6,9	172,7	19,6	53,0	6,0	13,2	1,5	12,3	1,4	572,8	65,0	-3,8	-0,4
1981	819,5	71,8	8,8	188,6	23,0	74,7	9,1	9,2	1,1	6,8	0,8	469,5	57,3	-1,1	-0,1
Ø	727,1	56,5	7,8	176,3	24,3	72,0	9,9	8,8	1,2	7,5	1,0	409,5	56,3	-3,5	-0,5

2. Výpar z povrchu půdy včetně evapotranspirace vegetace byl stanoven z denních rozdílů hmotnosti výparoměrných nádob. — Evaporation from soil surface including vegetation evapotranspiration was determined from the daily differences of the weights of evaporimeters



telná (v obou porostech 4,6 až 4,8 mm = 0,8 % srážek mimovegetačního období). Naopak ve vegetačním období hrála tato položka ve vodním režimu lesa úlohu nepoměrně významnější. Podobně jako u transpirace jsou i hodnoty evaporace z povrchu půdy v úzké korelaci s klimatickými činiteli. Ve smrkovém porostu se tak v suchém teplém létě 1979 vypařilo z půdy 94,0 mm vody, naopak ve vlhkém a studeném letním období 1980 zde činil výpar jen 60,5 mm. Obdobné hodnoty byly zaznamenány i v porostu bukovém (87,7 mm v létě 1979 a pouze 53,0 mm v roce 1980). V průměru pěti hodnocených vegetačních období se podílela evaporace z půdy včetně evapotranspirace přizemní vegetace na vodní bilanci smrkového porostu 75,6 mm (10,4 %) a bukového porostu 72,0 mm (9,9 % letních srážek).

Experimentálním šetřením v Orlických horách tak byla potvrzena nevýznamnost rozdílu evaporačních hodnot mezi oběma srovnávanými porosty (celoroční průměr ve smrku 80,2 mm = 6,2 %, v buku 76,8 mm = 5,9 % srážek). Přitom příznivější světelné, a tím i tepelné podmínky listnatého porostu, které opravňují k úvahám o vyšší evaporaci, byly kompenzovány ulehlou vrstvou bukového listí, jež výpar z povrchu půdy do značné míry omezovala.

ODTOK SRÁŽKOVÝCH VOD

Atmosférické srážky, které lesní porosty „nespotřebují“ na interceptci, transpiraci a evaporaci, po doplnění zásob půdní vody odtékají. Režim odtoku srážkových vod je přitom jedním z nejvýznamnějších ukazatelů hydrické účinnosti lesních porostů, je výsledkem „hospodaření lesa s vodou“. Na bilančních plochách se zpravidla člení na povrchový odtok, horizontální odtok vody půdou a průsak na podloží s následným podzemním odtokem.

Nežádoucí formu odtoku z lesních porostů představuje povrchový odtok srážkových vod. Ten se však v důsledku značné

3. Odtoková ploška na měření povrchového a horizontálního půdního odtoku ve smrkovém porostu. — Runoff area to measure the surface and horizontal soil runoff in spruce stand



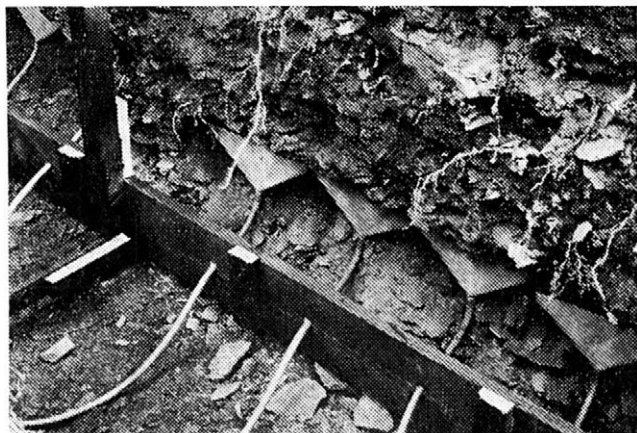
retenční schopnosti lesních půd podílel jen nepatrně na vodní bilanci obou srovnávaných porostů, a to jak po dlouhotrvajících letních lijácích (např. v červenci 1980 při srážkách 388,0 mm oteklo po povrchu ve smrkovém porostu jen 1,0 mm vody), tak i při intenzivním jarním tání akumulovaných sněhových srážek (na jaře 1977 ve smrku jen 0,3 mm). V zimních obdobích byla navíc nevýznamnost odtoku vody po povrchu půdy zvláště patrná i tím, že vlivem časně a vysoké sněhové pokrývky nedošlo v Orlických horách k promrznutí půdy. Celoroční hodnoty povrchového odtoku kolísaly ve smrkovém porostu od 2,4 do 19,3 mm (v průměru 12,8 mm = 1,0 % srážek), v buku od 14,1 do 29,3 mm (v průměru 21,4 mm = 1,6 % ročních srážek). Uvedené údaje tak potvrdily poznatky z četných pozorování (např. Brechtel, Lehnardt, Toldrian 1975; Studer 1977; Mitscherlich 1971; Molčanov 1960; Rajev 1975 a další), podle nichž je povrchový odtok v zapojených lesních porostech i ve svahovitém terénu zanedbatelný.

V průběhu hodnocených období byl nepodstatný i horizontální odtok vody půdou, který ve smrkovém porostu činil v ročním průměru 19,0 mm (1,5 % srážek) a v bukovém porostu 20,2 mm (1,6 % ročních srážek). Nízké hodnoty této formy odtoku lze přičíst v obou porostech fyzikální vlastnostem půdy a ani plošný charakter kořenového systému smrku neměl vliv na zvýšení podpovrchového horizontálního toku vody půdou. V lehkých hlinitopísčitých až písčito-hlinitých půdách se značným obsahem skeletu a nekapilárních pórů tak jednoznačně převládal vertikální průsak vody půdou.

Vertikální průsak atmosférických srážek půdou s následným podzemním odtokem je zpravidla nejen nejdůležitější formou odtoku vod z lesních porostů, ale v horských polohách představuje téměř vždy vzhledem k vysokým atmosférickým srážkám a značné retenční schopnosti lesních půd i nejvýznamnější položku vodní bilance lesa. Navíc lze veškerou vodu, která prosákne jednotlivými půdními horizonty na podloží označit jako vodu disponibilní k odtoku — jde tedy o mimořádně důležitý vodohospodářský faktor, který má rozhodující vliv na vodní režim krajiny.

V mimovegetačních obdobích má režim vertikálního průsaku srážkových vod specifický charakter. Je ovlivněn především akumulací sně-

4. Vertikální průsak srážkových vod půdou byl sledován lyzimetrickou metodou. Na snímku instalace sběrných nádob lyzimetrů na zvětralé matečné hornině v hloubce 70 cm pod půdním povrchem. — Vertical filtration of precipitation waters in soil was studied lysimetrically. Collecting vessels of lysimeters in the photo are installed on weathered parent rock at a depth of 70 cm below the soil surface



hu, táním sněhu při dočasných oblevách i intenzivním táním sněhových zásob v jarních měsících. V průběhu pěti sledovaných let prosákla na podloží v měsících listopad až duben v obou srovnávaných porostech rozhodující část srážkových vod: ve smrkovém porostu průměrně 461,5 mm (81,1 %), v bukovém porostu 499,1 mm (87,7 % srážek) — viz tabulka IV a VI. Po přepočtu odpovídají tyto hodnoty průměrnému specifickému průsaku (a podzemnímu odtoku) v zimním období ve smrkovém porostu 29,5 l/s/km² a v porostu bukovém 31,9 l/s/km².

V období akumulace sněhové pokrývky (listopad až únor) nebyla zpravidla velikost průsaku závislá na množství srážek — k vertikálnímu průsaku docházelo pouze při přechodu teplých front, při dočasných oblevách. Ve smrkovém porostu přitom prosáklo půdou na podloží v tomto období (v průměru 195,2 mm = 18,8 l/s/km²) prokazatelně větší množství vody než v porostu bukovém (průměrně 149,4 mm = 14,4 l/s/km²). Vyšší hodnoty ve smrku lze vysvětlit tím, že se na vertikálním průsaku v listopadu až únoru podílely především kapalně srážky, které prosakovaly sněhovou pokrývkou do nezamrzlé půdy. Vlastní tání sněhu z půdního povrchu ovlivňovalo v tomto období průsak jen výjimečně. V důsledku okapu tajícího sněhu z korun smrků při dočasných oblevách pak byla celková suma kapalných srážek ve smrkovém porostu podstatně vyšší než v porostu bukovém. Tím byl v jehličnatém porostu na počátku a uprostřed zimních období významnější i vertikální průsak vody půdou.

Zcela mimořádný průběh měl průsak akumulovaných sněhových srážek v období jarního tání, kdy během několika málo dnů prosáklo na podloží až 300 mm vody. Přitom lesní půdy obou experimentálních porostů byly schopny pojmout a bezpečně odvést i tato obrovská kvanta vody. Vzhledem k výrazně nižší zásobě vody ve sněhu ve smrkovém porostu zde prosáklo a oteklo půdou během posledních dvou měsíců mimovegetačního období (březen, duben) nepoměrně méně vody (v průměru 266,3 mm = 50,5 l/s/km²) než v porostu bukovém (v průměru 349,7 mm = 66,4 l/s/km²).

Ve vegetačních obdobích jsou hodnoty vertikálního průsaku s ohledem na vysoký sumární výpar lesa zpravidla nižší než v mimovegetačních obdobích; především jsou v těsné korelaci se srážkovým režimem. Nemalý vliv na průsak mají i vlhkostní poměry půd, poněvadž porost-

VI. Hodnoty vertikálního průsaku vody půdou (mm) v jednotlivých měsících ve smrkovém a bukovém porostu. — The values of the vertical water filtration in soil (mm) in different months in spruce and beech stands

Měsíc (období)		Smrk						Buk					
		1976/ /1977	1977/ /1978	1978/ /1979	1979/ /1980	1980/ /1981	Ø	1976/ /1977	1977/ /1978	1978/ /1979	1979/ /1980	1980/ /1981	Ø
listopad		42,9	46,7	0,4	74,4	84,5	49,8	67,9	60,8	1,6	76,3	73,0	55,9
prosinec		62,4	24,9	160,5	105,2	84,1	87,4	24,5	13,3	141,9	94,3	46,6	64,1
leden		11,2	0,1	21,0	28,7	0	12,2	0	0,1	8,4	13,8	0	4,5
únor		118,0	34,1	0	34,5	42,3	45,8	72,0	34,5	0	15,5	2,7	24,9
březen		172,4	178,9	115,3	53,4	321,8	168,4	282,0	143,2	122,4	81,4	381,6	202,1
duben		66,0	55,6	131,1	194,0	43,0	97,9	73,3	144,6	219,5	254,8	45,7	147,6
Mimo-vegetační období	mm	472,9	340,3	428,3	490,2	575,7	461,5	519,7	396,5	493,8	536,1	549,6	499,1
	% srážek vol. plochy	81,6	75,7	76,8	79,3	89,8	81,1	89,6	88,2	88,6	86,7	85,7	87,7
květen		19,1	22,6	5,6	20,5	8,7	15,3	41,8	40,1	15,3	41,3	22,6	32,2
červen		23,4	1,5	35,1	58,7	20,1	27,8	36,9	2,0	63,5	78,7	29,2	42,1
červenec		21,6	94,6	22,3	272,4	160,1	114,2	39,9	129,8	40,2	298,4	179,1	137,5
srpen		164,7	74,8	20,6	0,3	35,6	59,2	175,8	95,5	31,3	0,1	46,5	69,9
září		35,2	74,8	28,6	48,7	24,0	42,2	44,7	86,9	40,4	62,1	42,5	55,3
říjen		6,4	61,6	5,5	54,0	137,1	52,9	14,0	92,6	14,3	92,2	149,6	72,5
Vegetační období	mm	270,4	329,9	117,7	454,6	385,6	311,6	353,1	446,9	205,0	572,8	469,5	409,5
	% srážek vol. plochy	39,5	44,8	22,9	51,6	47,0	42,8	51,6	60,6	39,9	65,0	57,3	56,3
Celkem	mm	743,3	670,2	546,0	944,8	961,3	773,1	872,8	843,4	698,8	1108,9	1019,1	908,6
	% srážek vol. plochy	58,8	56,5	51,0	63,0	65,8	59,6	69,1	71,1	65,2	73,9	69,8	70,1

ní srážky prosakují na podloží teprve po nasycení jednotlivých půdních horizontů vodou.

Závislost velikosti průsaku na nabídce atmosférických srážek lze dokumentovat na analýze výsledků v hodnocených vegetačních obdobích. Ve srážkově podnormálním letním půlroce 1979 (srážky volné plochy 513,4 mm) prosáklo půdou ve smrkovém porostu pouze 117,7 mm (22,9 % srážek; průměrný specifický průsak 7,4 l/s/km²) a v bukovém porostu jen 205,0 mm vody (39,9 % srážek; 12,9 l/s/km²). Naopak ve srážkově bohatém vegetačním období 1980 — srážky 881,5 mm — byl zaznamenán ve smrku průsak s následným podzemním odtokem 454,6 mm vody (51,6 % srážek; průměrný specifický průsak 28,6 l/s/km²) a v buku dokonce 572,8 mm (65,0 % srážek; 36,0 l/s/km²). Ve zbývajících hodnocených letech se pohybovaly sumy průsaku mezi těmito mezními hodnotami a v pětiletém průměru činil průsak ve vegetačním období ve smrkovém porostu 311,6 mm (42,6 % letních srážek; 19,6 l/s/km²), v bukovém porostu takřka o 100 mm více: 409,5 mm (56,3 % srážek; 25,8 l/s/km²).

Z hodnocení celoročních údajů na experimentálních plochách v Orlických horách je zřejmé, že ve smrkovém porostu prosáklo půdou a v podzemní formě odteklo průměrně 773,1 mm vody (59,6 % srážek volné plochy; průměrný roční specifický průsak 24,5 l/s/km²); v bukovém porostu byl zaznamenán průměrný roční průsak výrazně vyšší — 908,6 mm (70,1 % srážek; 28,8 l/s/km²). Výsledky šetření tak jednoznačně potvrdily, že vertikální průsak srážkových vod představuje zdaleka nejpodstatnější položku ve vodní bilanci našich horských lesů. Vyšší celkové hodnoty v buku (v ročním průměru o 135,5 mm = 10,5 % srážek) jsou způsobeny především nižší intercepcí, a tím vyššími porostními srážkami listnatého porostu v zimních i letních měsících; navíc mají značný vodohospodářský význam, poněvadž vesměs jde o vodu disponibilní k odtoku.

Samostatnou položku ve vodní bilanci lesa představuje půdní vlhkost. Experimentálním šetřením na bilančních plochách bylo potvrzeno, že srážkově ± abnormální měsíce výrazně ovlivňují obsah vody v půdě, a tím i vodní režim lesních porostů; v průměru celých hydrologických let však byly změny půdní vlhkosti ve smrkovém porostu (4,0 mm = 0,3 %) i v bukovém porostu (2,0 mm = 0,2 % srážek) zcela nevýznamné (tabulka III).

SNĚHOVÁ POKRÝVKA

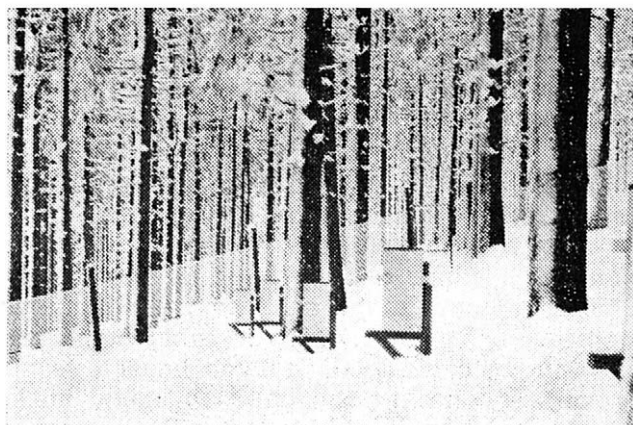
V zimních obdobích působí na režim hydrické účinnosti lesních porostů velmi významně sněhová pokrývka, ležící v Orlických horách souvisle 4 až 5 měsíců. Tuhé srážky ovlivňují v období akumulace sněhu intercepční proces a parametry sněhové pokrývky jsou vedle klimatických vlivů rozhodujícím činitelem formy a dynamiky odtoku při jarním tání. Základní údaje o sněhové pokrývce v obou srovnávaných porostech jsou sestaveny v tabulce VII.

Počet dnů se souvislým výskytem sněhu se pohyboval od 118 do 141 dnů (ve smrku v průměru 132 dnů, v buku 135 dnů). Maximální výška sněhu kolísala v experimentálním smrkovém porostu od 43,6 do 78,7 cm (v průměru 60,1 cm) a maximální vodní hodnota od 120,8 do

VII. Základní data sněhové pokrývky ve smrkovém a bukovém porostu v zimních obdobích 1976/1977 až 1980/1981. — Basic data on snow cover in spruce and beech stands in the winter periods 1976/1977—1980/1981

Zimní období	Porost	Souvislý výskyt sněhové pokrývky		Parametry sněhové pokrývky			Jarní tání sněhu		
		od — do	počet dnů	maximální výška cm	maximální vod. hodnota mm	průměrná hustota g/cm ³	od — do	počet dnů	průměrná intenzita tání mm/den
1976/1977	sm	15. 11. — 19. 3.	124	63,1	170,2	0,266	3. 3. — 19. 3.	16	9,0
	bk	15. 11. — 24. 3.	129	81,7	245,0	0,266	3. 3. — 24. 3.	21	11,7
1977/1978	sm	14. 11. — 4. 4.	141	67,2	174,9	0,276	28. 3. — 4. 4.	7	22,1
	bk	14. 11. — 9. 4.	146	83,7	222,2	0,284	28. 3. — 9. 4.	12	24,1
1978/1979	sm	27. 11. — 15. 4.	139	47,9	146,8	0,252	9. 4. — 15. 4.	6	14,4
	bk	27. 11. — 16. 4.	140	69,7	211,8	0,275	9. 4. — 16. 4.	7	22,4
1979/1980	sm	12. 12. — 1. 5.	141	43,6	120,8	0,257	12. 4. — 1. 5.	19	5,9
	bk	12. 12. — 1. 5.	141	63,8	189,4	0,276	12. 4. — 1. 5.	19	8,4
1980/1981	sm	1. 12. — 28. 3.	118	78,7	242,1	0,290	9. 3. — 28. 3.	19	12,0
	bk	1. 12. — 31. 3.	121	113,5	309,9	0,291	9. 3. — 31. 3.	22	14,1
Průměr	sm	26. 11. — 7. 4.	132	60,1	171,0	0,268	25. 3. — 7. 4.	13	12,7
	bk	26. 11. — 10. 4.	135	82,5	235,7	0,278	25. 3. — 10. 4.	16	16,1

5. Interiér smrkového porostu v zimním období. — Interior of spruce stand in the winter season



242,1 mm (v průměru 171,0 mm). Parametry sněhové pokrývky v bukovém porostu byly charakterizovány těmito údaji: maximální výška sněhu 63,8 až 113,5 cm (v průměru 82,5 cm), největší zásoba vody ve sněhu 189,4 až 309,9 mm (v průměru 235,7 mm).

V období akumulace sněhové pokrývky (listopad až únor) byla vždy jak výška, tak i vodní hodnota sněhu jednoznačně větší v bukovém porostu než ve smrkovém porostu. Nápadný byl přitom zvětšující se rozdíl těchto parametrů v obou srovnávaných porostech s postupující zimou. Zatímco při prvních sněhoměrných odběrech byla v bukovém porostu výška sněhu o 4–5 cm a vodní hodnota sněhu o 4–10 mm vyšší než v porostu smrkovém, v době nástupu jarního tání již činil rozdíl výšek sněhu 20–34 cm a rozdíl zásob vody ve sněhu 50–100 mm ve prospěch bukového porostu.

Výrazně větší zásoby vody ve sněhu (i výšky sněhu) pod bukem jsou důsledkem rozdílného intercepčního procesu obou dřevin v zimním období. Po každé sněhové srážce se v bezlistém bukovém porostu dostala převážná část sněhu k povrchu půdy; intercepční ztráty byly minimální. Při krátkodobých dočasných oblevách, které jsou v polohách našich středohor běžné i v období akumulace sněhu, pak většinou sníh v bukovém porostu jen měnil svoji výšku, strukturu a hustotu, ale vodní hodnota se příliš nesnížila.

Naproti tomu bylo při každém sněžení zachyceno v korunách smrků vždy značné množství tuhých srážek. Při oteplení nad 0 °C sníh z korun postupně tál a převážně ve formě okapu procházel sněhovou pokrývkou (aniž v ní zůstal zadržen) do nezamrzlé půdy. Hlavní příčinou rozdílných hodnot zásob vody ve sněhu v obou porostech tak byl odlišný poměr kapalných a tuhých srážek ve smrku a buku v období akumulace sněhu. Přitom rozdíl porostních srážek mezi oběma typy porostů byl v zimních obdobích podstatně menší než difference vodních hodnot sněhu. Na základě těchto poznatků je zřejmé, že vyšší parametry sněhové pokrývky v bukovém porostu zde nemusí samy o sobě znamenat příznivější hydrickou účinnost.

Nástup jarního tání a intenzita tání sněhu závisí především na klimatických podmínkách, přičemž může v jednotlivých letech docházet ke značným diferencím (tabulka VII). Na základě pětiletého pozorování lze stanovit průměrný nástup jarního tání v obou porostech v Orlických

horách (ZJZ expozice, 890 m n. m.) na 25. březén. Současné lze konstatovat, že sněhová pokrývka tála v bukovém porostu vždy intenzivněji (8,4 až 24,1 mm/den — v průměru 16,1 mm/den) než v porostu smrkovém (5,9 až 22,1 mm/den — průměrně 12,7 mm/den). Vzhledem k podstatně větší vodní hodnotě sněhu v bukovém porostu však zde roztál sněh v průměru za 16 dnů, kdežto průměrná doba tání ve smrkovém porostu byla kratší — pouze 13 dnů.

Za vodohospodářsky významné je třeba považovat i potvrzení poznatků, k nimž dospěl např. v beskydských podmínkách Zelený (1974) a podle nichž ani mimořádně intenzivní tání sněhu (pokud není doprovázeno vydatnými srážkami) nemá samo o sobě za následek vznik povodňových vln. V Orlických horách se zpravidla pohyboval průměrný specifický odtok vod z tajícího sněhu ve smrkovém i bukovém porostu od 110 do 200 l/s/km². Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány na jaře 1978 a 1979, a to 255 až 280 l/s/km².

ZÁVĚR

Na základě pětiletého hodnocení všech významných položek vodní bilance dospělého smrkového a bukového porostu lze stanovit vodohospodářskou účinnost obou srovnávaných dřevin. Přitom je nutno posoudit tuto účinnost samostatně pro oblasti, v nichž půjde především o zabezpečení tzv. kvalitativních vlivů vodohospodářské funkce (snížení rozkolísanosti odtoku; omezení nebezpečí velkých vod; zamezení povrchového odtoku atd.) a samostatně pro oblasti, v nichž je prvořadým požadavkem účinnější zajištění kvantitativních parametrů vodohospodářské funkce (zvýšení nabídky vody z lesa).

Experimentální šetření v Orlických horách potvrdilo, že z kvalitativního hlediska plní zapojené smrkové i bukové porosty dobře a účelně svoji funkci i ve svahových polohách. Tato skutečnost byla podmíněna v obou porostech zejména schopností lesních půd pojmout takřka veškeré atmosférické srážky při přívalových letních lijácích i při intenzivním jarním tání sněhu; povrchový odtok byl zanedbatelný. Některé aspekty (menší porostní srážky, větší vyrovnanost odtoku v zimních obdobích, nižší intenzita jarního tání) sice ukazují a ve skutečnosti také zabezpečují příznivější působení jehličnatých smrkových porostů, přesto však není druhová skladba našich středohorských lesů tak závažným faktorem, aby podstatně ovlivnila jejich vodohospodářskou funkci.

Naproti tomu je třeba odlišně hodnotit dospělé smrkové a bukové porosty z pohledu zabezpečení parametrů kvantitativní vodohospodářské funkce v povodích, v nichž půjde o zvýšení nabídky disponibilní vody z lesa. Zde se jednoznačně projevil příznivější porost bukový oproti smrkovému. V absolutních hodnotách bylo ve sledovaném období z každého ha dospělého bukového lesa v Orlických horách k dispozici ročně o 1350 m³ vody více než z porostů smrkových. Po přepočtu představuje uvedený rozdíl 4,3 l/s/km². V územích s nepříznivou vodní bilancí tak bude třeba preferovat a zvyšovat zastoupení buku, přičemž lze ve zjednodušeném modelu uvažovat „zisk“ 135 m³ vody na ha a rok pro každých 10 % podílu buku ve smrkových porostech. V extrémních případech při výlučném jednoúčelovém hospodaření s cílem maximálního zisku disponibilní vody lze očekávat v našich středohorských polohách

nejpříznivější výsledky v nesmíšených bukových porostech. S ohledem na výrazně nižší potenciální produkční možnosti buku zde však nebude možno skloubit souběžně optimální zabezpečení dřevovýrobní funkce s funkcí vodohospodářskou.

Došlo dne 25. 11. 1983

Literatura

- AMBROS, Z.: Vodná bilancia lesných porastov Karpát. Lesnický časopis 24, 1978, 3, s. 203-221
- BENECKE, P.: Der Wasserhaushalt von Buchenbeständen des Sollings. Forst und Holzwirt, 1972, 3, s. 48-52
- BENECKE, P. — van der PLOEG, R. R.: Wald und Wasser. I. Komponenten des Wasserhaushaltes von Waldökosystemen. Forstarchiv 49, 1978a, 1, s. 1-7
- BENECKE, P. — van der PLOEG, R. R.: Wald und Wasser. II. Quantifizierung des Wasserumsatzes am Beispiel eines Buchen- und eines Fichtenaltbestandes im Solling. Forstarchiv 49, 1978b, 2, s. 26-32
- BITJUKOV, N. A.: Izučif izmenenije vodoochranno-zaščitnoj roli lesov pod vlijaniem lesochozajstvennyh meroprijatij. Závěrečná zpráva, Kavkazský filiál VNIILM Soči, 1980, 198 s.
- BRECHTEL, H. M. — LEHNARDT, F. — TOLDRIAN, H.: Zur Problematik einer quantitativen Erfassung des Einflusses der Landnutzung auf Oberflächenabfluß und Bodenabtrag sowie auf oberflächennahe Abflüsse. Interpraevent, 1975, s. 127-139
- BRECHTEL, H. M.: Forsthydrologisches Forschungsgebiet Krofdorf. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Institut für Forsthydrologie, 1976, 12 s.
- BRECHTEL, H. M. — HOYNINGEN-HUENE, J.: Einfluß der Verdunstung verschiedener Vegetationsdecken auf den Gebietswasserhaushalt. Gewässerpflege — Bodennutzung — Landschaftsschutz. Vorträge und Diskussionen der KWK — Fachtagung Oktober 1978 in Bad Dürkheim, 1978, s. 172-231
- BRECHTEL, H. M. — BALÁZS, Á.: Forsthydrologische Wasserbilanz — Untersuchungen im Versuchsflächen. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Institut für Forsthydrologie, 1980, 10 s.
- ČUBATYJ, O. V.: Vlijaniye rubok na bukovyie lesa Karpat. Lesnoje chozjajstvo, 1976, 8, s. 22-26
- DELFS, J. — et al.: Der Einfluß des Waldes und des Kahlschlages auf den Abfluvorgang, den Wasserhaushalt und den Bodenabtrag. Aus dem Walde 1958, Mitteil. Niedersächs. Landesforstverwaltung, No. 3, Hannover
- EIDMANN, F. E.: Über den Wasserhaushalt von Buchen- und Fichtenbeständen. IUFRO Kongres, 1961, Wien
- FEDOROV, S. F.: Rezultaty eksperimentalnych issledovanij elementov vodnogo i teplovogo balansa malych lesnych vodosborov. In: Dokl. sov. uč. na mežd. simp. po vlijaniyu lesa na vnešnjuju sredu. Tom 1., 1970, s. 224-241, Moskva
- KANTOR, P.: Optimalizace druhové skladby ve vodohospodářsky významných lesích středohorských poloh. Kandidátská disertační práce VÚLHM — Výzkumná stanice Opočno, 1981, 112 s.
- KANTOR, P.: Hydrická účinnost smrku a buku v zimním období. Práce VÚLHM 58, 1981, s. 153-176
- KANTOR, P.: Hydrická účinnost smrku a buku ve vegetačním období. Lesnická práce 62, 1983, 1, s. 6-12
- KIRWALD, E.: Wald, Wasser und Landschaft. In: Řešení otázek životního prostředí, Havířov, 1974, s. 66-88
- KOVAL, I. P.: Raschod vlagi na transpiraciju i isparenije s počvy v bukovych nasaždenijach. Lesnoje chozjajstvo, 1973, 10, s. 24-27
- KREČMER, V. — BĚLE, J.: Vodní a vodohospodářské funkce lesů. Lesnická práce 54, 1975, 10-11, s. 446-451
- KREČMER, V. — PEŘINA, V.: Zásady hospodaření v lesích vodohospodářského určení. Lesnický průvodce, 1976, 2, 58 s.
- MITSCHERLICH, G.: Waldklima und Wasserhaushalt. J. D. Sauerländers Verlag, Frankfurt am Main, 1971, 364 s.
- MOLČANOV, A. A.: Gidrologičeskaja rol lesa. Izdatelstvo AN SSSR. Moskva, 1960, 485 s.

PERINA, V. — et al.: Možnosti víceúčelového hospodaření s cíli produkčními a vodohospodářskými na příkladu Orlických hor. *Práce VÚLHM* 43, 1973, s. 69-118

van der PLOEG, R. R.: Entwicklung zweidimensionaler Modelle für den Wasserumsatz im Boden hängiger Fichtenstandorte des Harzes. *Habilitationsschrift der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen*, 1978, 93 s.

RAJEV, I.: Zavisimost mežu izreždaneto na njakoi smerčovi nasaždenija i po-verchnostnija voden ottok v Rila planina. *Ekologija*, BAN Sofia, 1975, s. 18-27

STUDER, A.: Wasserhaushaltprobleme des Waldbodens. *Wasser, Energ., Luft* 69, 1977, 8-9, s. 215-217

ZELENÝ, V.: Vliv pěstebních a těžebních zásahů v lese na odtok vody. *Závěrečná zpráva*, VÚM Zbraslav, 1971, 75 s.

ZELENÝ, V.: Vliv obnovy a přeměn lesních porostů na vodní režim malých horských povodí ve středohorské flyšové oblasti. *Závěrečná zpráva*, VÚM Zbraslav, 1974, 60 s.

KANTOR, P. (Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno). *Water-Regulation Function of Mountainous Spruce and Beech Stands*. *Lesnictví*, 30, 1984 (6) : 471-490.

All items of forest water balance were studied in experimental mature spruce and beech stands in the course of five hydrological years (Nov. 1, 1976 — Oct. 31, 1981) in the area of the Orlické Mts. (altitude 890 m; slope with WSW exposure of average gradient 16°). Basic dendrometric data of both stands are given in Tab. II.

In the mentioned period the average annual precipitation in the open area was 1,296.4 mm. This precipitation sum was distributed as 569.3 mm in the rest period (Nov. 1 — April 30) and 727.1 mm in the growing season (May 1 — Oct. 31).

The values of the water balance items are presented in Tab. III (the data for the whole hydrological years), in Tab. IV (rest period) and in Tab. V (growing season). It has been shown by an analysis of the results of investigation that the evaporation sum in the spruce stand made 487.5 mm per annum (interception 212.1 mm, transpiration 195.2 mm, soil evaporation 80.2 mm), but this sum was expressively lower in the beech stands as a result of the smaller interception losses — only 344.2 mm (interception 86.6 mm, transpiration 180.8 mm, evaporation 76.8 mm).

A major portion of precipitation waters from the experimental areas ran off. In relation to the water-retaining capacity of forest soils and to their good physical characteristics, in both types of stands surface runoff and horizontal runoff of water in the soil could be neglected. The most important form of runoff was vertical percolation of precipitation water with subsequent underground runoff (annual average in spruce stand 773.1 mm = 59.6 % rainfall, in beech stand due to the lower evaporation losses the average is much higher: 908.6 mm = 70.1 % rainfall). If converted, these values represent the average discharge in second-litre per square kilometre 24.5 l/s/km² in spruce stand and 28.8 l/s/km² in beech stand.

In winter, the water regimes of forest stands are influenced significantly by snow cover, lasting in the Orlické Mts. for 4—5 months incessantly. The basic data on snow cover in the two stands are reviewed in Tab. VII. In the course of the five years, the general validity of the higher intensity of spring snow thawing in beech stand was proved (16.1 mm/day on the average) than in the spruce stand (12.7 mm/day).

The so called qualitative impacts of the water-regulation function (reduction in unsteady runoff, reduction of the hazard of floods, control of surface runoff, etc.) are exerted and secured expediently both in spruce and beech stands.

On the other hand, in the areas with the primary goal of securing the quantitative parameters of the water-regulation function (increased water supply from the forest), beech stands are explicitly better due to much more intensive runoff.

hydrotechnical forest reclaims; beech; spruce; water balance

Adresa autora:

Ing. Petr Kantor, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM, 517 73 Opočno pod Orlickými horami

RACIONÁLNÍ SPON – PŘEDPOKLAD INTEGRACE FUNKCÍ SMRKOVÉ POPULACE

I. Vyskot

VYSKOT, I. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Racionální spon — předpoklad integrace funkcí smrkové populace*. Lesnictví, 30, 1984 (6) : 491-508.

Progresivní cestou zabezpečení celospolečenských funkcí lesa je jejich integrace do hospodářských porostů. Je však nutno prokázat, že nejsou v rozporu s produkcí dřeva. Na prostorové struktuře modelové předmýtní stejnověké smrčiny s diferencovaným sponem porostu 204F-9 na polesí Bedřichov, LZ Kuřim (založené 1891 mariabrunnským výzkumným ústavem) je sledována možnost integrace funkce rekreační, hydrické a produkční. Tři modelové plochy po 0,252 ha jsou založeny ve sponech 1 × 1, 1,5 × 1,5 a 2 × 2 m. Sledován je stav v roce 1976 a vývojové fáze 1891—1925 a 1925—1976. Předpokladem integrace je syntéza požadovaných funkcí v optimálním typu porostní struktury tak, aby porost plnil rovnocenně hospodářské i celospolečenské požadavky. Nejvhodnější hodnoty všech sledovaných funkcí se integrují ve strukturálním typu B, založeném ve sponu 1,5 × 1,5 m, který je příznivý i z hlediska racionalizace hustoty a výchovy smrčín. Je proto zřejmé, že integrace funkcí lesa produkčních i celospolečenských je možná a účelná a že tyto funkce nejsou v rozporu, i když nelze dosud tyto výsledky generalizovat.

pěstění lesů; celospolečenské funkce lesů; smrk; spon

Aktuální úlohou lesního hospodářství je i cílevědomé zabezpečení celospolečenských funkcí lesa. Doposud se tyto funkce, tzn. hydrická, rekreační, hygienická, protierozní, estetická aj., soustřeďovaly především v lesích zvláštního určení. Přestože potřeba lesních porostů pro tyto funkce stále roste, nelze rozšiřovat plochy lesů zvláštního určení, které v současnosti již tvoří téměř 23 % lesního půdního fondu ČSR.

Progresivní cestou zabezpečení produkčních i celospolečenských funkcí je jejich integrace v hospodářských porostech, tzn. dosažení syntetického polyfunkčního efektu hospodářských lesů.

Tuto základní otázku se pokoušíme řešit na porostech naší hospodářsky i ekologicky nejrozšířenější dřeviny — smrku, který reprezentuje 55,7 % plochy lesního půdního fondu, 349,9 mil. m³ zásoby dřeva a 63,8 % roční těžby v ČSR.

Položíme-li obecně stanoviště (ekotop) porostu jako faktor neměnný, podstata multiplicity funkcí záleží ve struktuře porostu.

Ve stejnověkých a stejnorodých smrkových porostech se problematika struktury zužuje na strukturu prostorovou. Dosažení jejího optimálního charakteru lze zabezpečit v dnešních porostech promyšlenou a polyfunkčně vhodnou výchovou, v nově zakládaných smrčinách pak optimálním sponem, který vytvoří prostorový základ budoucí struktury porostu a vede k racionálním formám hustoty i metod výchovy. Výsledky výzkumu struktur modifikovaných výchovou jsme již publikovali (Vyskot I. 1980, 1981, 1982, 1983), vztah mezi diferencovaným sponem a cílovou polyfunkční strukturou je analyzován v tomto příspěvku.

Řešení optimalizace sponu směřuje nejen k proponované polyfunkční struktuře budoucího porostu, ale i k racionalizaci a hospodářské efektivnosti, což podtrhuje skutečnost, že jen roční zalesnění smrkem (převážně stejnorodých kultur) v ČSR činí 16 981 ha, tj. 47,4 % ročních zalesňovacích prací.

VÝZKUMNÝ OBJEKT A METODIKA PRÁCE

Objektem výzkumu byly zvoleny dlouhodobě průkazné sponové plochy smrku, založené mariabrunnským výzkumným ústavem (prof. A. Ciesla rem) v roce 1891 v katastru Hluboké, nyníjší polesí Bedřichov, Lesního závodu Kuřim. Jsou součástí komplexu sponových pokusů, které kromě této lokality zahrnují chronologicky obdobné plochy v oblasti Lipůvky u Brna a na rakouském území na lokalitě Hauersteig ve Vídeňském lese.

Výzkumná sponová plocha číslo 170 v porostu 204 F-9 sdružuje tři modelové dílce rozměrů 84 × 30 m, tzn. každý o ploše 0,252 ha chráněné 10 m širokými izolačními pruhy. Na jednotlivých dílcích byl čtyřletými školkovanými sazenicemi smrku na jaře 1891 založen porost s diferencovaným sponem. Na dílci I 1 × 1 m, na dílci II 1,5 × 1,5 m a na dílci III 2 × 2 m se stejnorodým vylepšením na podzim téhož roku. Poloha výzkumné plochy v nadmořské výšce 670 m značí, že jde již o oblast přirozeného stanoviště smrčín, což dokazuje fakt, že smrk zde byl historicky zastoupen jako autochtonní dřevina. Charakterem ekotopu je nepatrně zvlněná rovina s dvouslídou biotitickou rulou jako matečnou horninou. Půdním typem je hnědozem. Průměrná roční teplota je 6,8 °C podle údajů meteorologické stanice Hluboká, roční úhrn srážek dosahuje republikového průměru 720 mm. Typologicky je lokalita zařazena do souboru 5 K2 — kyselá jedlová bučina s ostřicí kulkonosnou ve vegetačním stupni jedlo-bukovém. V době měření měl porost 89 let.

Zachovaná výzkumná plocha byla globálně rekonstruována v roce 1975, produkčně zpracována (1976) a publikována (Vyskot M. 1977). Z chronologické retrospekce vyplývá, že na těchto plochách nebyly uplatňovány specifické metody výchovy, výchovné těžby respektovaly přirozené prořezávání porostu. Přehled těžeb byl evidován pouze do roku 1925 (Pollanschütz J. 1976), jejich další vývoj byl rekonstruován prostřednictvím inventarizací a zchovalých pařezů.

Naše metodika analýzy vývoje prostorové struktury a současného prostorového efektu porostu navazuje na produkční šetření Vyskota M. a je založena na komparaci modelových typů struktur, vyplývajících z geneze jednotlivých sponových ploch. Strukturální typ A má základ ve sponu 1 × 1 m, strukturální typ B ve sponu 1,5 × 1,5 m a typ C ve sponu 2 × 2 m. Explikované biometrické prvky určující organizaci prostoru jsou diferencovány ve stromových třídách a ve funkčních složkách porostní struktury (v tzv. strukturálních diferenciálních) a rozšířeny o limitující aspekty struktury — stabilitu porostu a zdravotní stav.

Polyfunkčnost struktury hodnotíme podle specifických kritérií, které jsme vypracovali pro kvantitativní biometrické posouzení potenciálu požadovaných celospolečenských funkcí (Vyskot I. 1982, 1983). Rekreační kritéria zahrnují stabilitu a zdravotní stav porostu, přístup přímého světla, průchodnost a průhlednost porostu, disponibilní porostní prostor vyjádřený vertikální plochou, stupeň prostorové diverzity, zápoj a zakmenění. Jakostně estetická kritéria, souvztažná s rekreačními i produkčními, analyzují kvalitativní porostní poměry.

Produkční kritéria jsou založena na hodnocení zásob a běžných i periodických přírůstků. Modelově posuzujeme i potenciální vodohospodářský účinek modifikovaných typů struktury, na bázi proponované kvantity odtoku. Hodnotícími kritérii je předpoklad přímého průniku atmosférických srážek na porostní půdu a potenciální intercepční zisk determinovaný poměry v asimilačních aparátech komparovaných struktur.

Stupeň integrace funkcí porostu pak závisí na multiplicitních předpokladech struktury, modifikovaných nejprůzračnějším způsobem založení (sponem) a organizace vývoje porostu.

VÝSLEDKY HODNOCENÍ TYPŮ STRUKTURY POROSTU

STABILITA POROSTU

Stabilitu porostu jako limitující činitel porostní výstavby hodnotíme pomocí ukazatele — štíhlostního koeficientu — poměru mezi výškovými a tloušťkovými parametry průměrného stromu v každé stromové třídě a v porostním průměru (tabulka I). Nejprůzračnější průběh hodnot je patrný ve strukturálním typu C, především v 1. a 2. stromové třídě i v porostním průměru. Téměř rovnocenných hodnot dosahují i typy A a B s mírnými diferenciacemi, zejména v nižších stromových třídách. Tento trend potvrzují i zpětně rekonstruované údaje 1925—1976 (tabulka I). Průměrný štíhlostní koeficient v typu C ukazuje nejlepší stabilitu ($\varphi = 0,52$), v typech A ($\varphi = 0,63$) a B ($\varphi = 0,62$) je patrný vliv vyšší hustoty stromů.

ZDRAVOTNÍ STAV POROSTU

Úroveň zdravotního stavu porostu hodnotíme procentem i počtem napadení stromů václavkou, deformací habitů smrků včetně vrcholových poškození a porostní mortalitou (tabulka II). Vzhledem k diferen-

I. Diferenciace stability porostu podle štíhlostního koeficientu, typů struktury a stromových tříd — stav v roce 1976. — Stand stability differentiated according to the slenderness coefficient, the types of structure and tree classes — condition in 1976

Typ struktury	A	B	C
Stromová třída	štíhlostní koeficient φ	štíhlostní koeficient φ	štíhlostní koeficient φ
1. stromy předrůstavé	0,84	0,80	0,79
2. stromy úrovňové	1,01	0,93	0,92
3. stromy podúrovňové	0,83	1,08	1,06
Sa	0,92	0,93	0,89
Typ struktury Štíhlostní koeficient průměrného stromu	A	B	C
φ — 1925	0,63	0,62	0,52
φ — 1976	0,92	0,93	0,89

II. Differenciace zdravotního stavu porostu podle typů struktury v roce 1976. —
Differentiation of stand health condition according to the types of structure in 1976

Typ struktury	Stromová třída	Václavka		Deformace		Vrcholové zlomy		Uhynulé a odumírající	
		počet stromů na ha N	% Σ počtu	počet stromů na ha N	% Σ počtu	počet stromů na ha N	% Σ počtu	počet stromů na ha N	% Σ počtu
A	1.	20	12,9	44	28,4	143	92,3	0	0,0
	2.	67	15,1	79	17,8	326	73,4	4	0,9
	3.	44	16,5	56	21,1	103	38,7	16	6,0
	Sa	131	15,1	179	20,7	572	66,1	20	2,3
B	1.	12	10,1	40	33,6	95	79,8	0	0,0
	2.	56	14,2	171	43,5	282	71,8	0	0,0
	3.	28	19,0	56	38,1	87	59,2	4	2,7
	Sa	96	14,6	267	40,5	464	70,4	4	0,6
C	1.	12	7,7	71	45,8	143	92,2	0	0,0
	2.	24	7,5	226	70,4	238	74,1	0	0,0
	3.	16	15,0	56	52,3	52	48,6	4	3,7
	Sa	52	8,9	353	60,5	433	74,3	4	0,7

covanému počtu stromů jsou nejpřesnějšími údaji procentuální podíly postiženého stromového inventáře. Václavka nejméně zasáhla strukturální typ C (8,9 %), v typech B a A došlo k téměř dvojnásobnému napažení. Markantní je odolnost především 1. stromové třídy (v typu C i 2. třídy), směrem dolů se procento přítomnosti václavky značně zvyšuje. Velké množství vrcholových deformací je výsledkem opakovaných postižení porostu větrem, námrazou a sněhem. Nejdestrukčnější kalamita postihla porost v roce 1974. V nejvyšší stromové třídě byl nejméně zasažen typ B (79,8 %), typy A a C byly destruovány stejně (92,3 a 92,2 %). Druhá stromová třída u všech typů dosáhla stejné odolnosti, markantně se projeví rozdíly v náchylnosti k destrukci ve 3. třídách. V typu A bylo zasaženo 38,7 %, v typu C 48,6 %, v typu B 59,2 % stromového inventáře. V porostním průměru se s abiotickým atakem vypořádal nejlépe typ A (66,1 %), následoval typ B (70,4 %), typ C byl vzhledem k nejmenší hustotě na ploše postižen nejvíce (74,3 %). Deformace stromů představují především následky po vrcholových kalamitách. Nejlépe regenerovaly stromy ve strukturálním typu A, kde ve všech třídách je nejnižší procento poškození. V porostním průměru je typ C téměř třikrát více poškozen než A, typ B zhruba dvakrát více.

Mortalita porostu vyplývající z přirozeného výběru je v současnosti nejvyšší ve strukturálním typu A, kde dochází k vyřazování 6 % nejnižší stromové třídy a téměř 1 % 2. stromové třídy, zatímco u typů B a C je ve 2. stromové třídě úmrtnost nulová a ve třetí třídě podstatně

nižší (v typu B 2,7 %, v typu C 3,7 %). V porostním průměru typ A vyřazuje 2,3 % stromů, typy B a C pouze 0,6 a 0,7 % stromů.

Lze tedy shrnout, že náchylnost k abiotickým poruchám je větší v řidších sponech, přirozená zdravotní kvalita však tyto spony jednoznačně preferuje.

PROSTOROVÁ STRUKTURA

Diferenciace četnosti stromů

Počet stromů i zastoupení stromových tříd je zřejmé z tabulky III. Četnost stromového inventáře je nejvyšší v typu A (865 stromů na 1 ha), kde v 1. stromové třídě je 17,9 %, ve 2. třídě 51,3 % a ve 3. třídě 30,8 % stromů. Typ B zakládáný sponem 1,5 × 1,5 m má téměř o 24 % méně stromů a jejich rozložení ve stromových třídách je ve prospěch úrovně porostu (1. třída 18,1 %, 2. třída 59,6 %, 3. třída 22,3 % stromů). Strukturální typ C má již o třetinu méně stromů než typ A (583 stromů) s nejhodnějším rozložením ve prospěch 1. stromové třídy (1. třída 26,6 %, 2. třída 55,1 %, 3. třída 18,3 %). Z tabulky vývoje počtu stromů 1891—1976 (tabulka III) pozorujeme intenzitu přirozeného prořezávání porostu. V typu A, z původního množství 10 000 kusů se do roku 1925 vytříbilo 5464 stromů a do roku 1976 865 stromů. Trend prořezávání tedy znamenal redukci stromů za prvních 34 let o 45,3 %, za dalších 51 let o 84,2 %. V typu B do roku 1925 ubylo 40,8 % stromů, do roku 1976 však pouze 74,9 %. Nejekonomičtější prořezávání bylo ve strukturálním typu C, kde úbytek do roku 1925 znamenal pouze 687 stromů, tj. 27,5 % a do roku 1976 1230 stromů, tj. 67,6 % na současný stav 583 smrků.

III. Diferenciace četnosti stromového inventáře a vývoj počtu stromů podle typů struktury — stav v roce 1976. — Frequency of tree inventory differentiated and development of tree number according to the types of structure — condition 1976

Stromová třída	A			B			C		
	počet stromů		Σ počtu stromů	počet stromů		Σ počtu stromů	počet stromů		Σ počtu stromů
	na dílci	na 1 ha		na dílci	na 1 ha		na dílci	na 1 ha	
1.	39	155	17,9	30	119	18,1	39	155	26,6
2.	112	444	51,3	99	393	59,6	81	321	55,1
3.	67	266	30,8	37	147	22,3	27	107	18,3
Sa	218	865	100,0	166	659	100,0	147	583	100,0
Počet stromů	A		Σ počtu stromů	B		Σ počtu stromů	C		Σ počtu stromů
Rok	na dílci	na 1 ha		na dílci	na 1 ha		na dílci	na 1 ha	
1891	2520	10 000		1120	4444		630	2500	
1925	1377	5 464		663	2631		457	1813	
1976	218	865		166	659		147	583	

IV. Výšková diferenciace porostu a vývoj výšek a tloušťek průměrného stromu podle typů struktury — stav v roce 1976. — Stand height differentiated and development of the heights and diameters of an average tree according to the types of structure — condition 1976

Stromová třída	A			B			C		
	výška Ø stromu m	výška nas. koruny Ø stromu m	délka koruny Ø stromu m	výška Ø stromu m	výška nas. koruny Ø stromu m	délka koruny Ø stromu m	výška Ø stromu m	výška nas. koruny Ø stromu m	délka koruny Ø stromu m
1.	25,05	13,88	11,17	26,99	14,86	12,13	28,31	14,11	14,20
2.	22,83	14,34	8,49	24,55	14,90	9,65	25,63	13,59	12,04
3.	19,32	14,05	5,27	21,22	14,24	6,98	21,93	14,08	7,85
Sa	22,15	14,17	7,98	24,25	14,75	9,50	25,66	13,82	11,84
Výšky a tloušťky průměrného stromu v letech 1925 a 1976		A		B		C			
Výška v m	1925	7,40		8,80		9,60			
	1976	22,15		24,25		25,66			
Tloušť- ka d _{1,3} v cm	1925	11,00		14,20		18,40			
	1976	22,06		26,27		28,57			

Rekonstrukce výšek zpracována ze Schwapachových růstových tabulek (SM) — bonita podle výšky 1976.

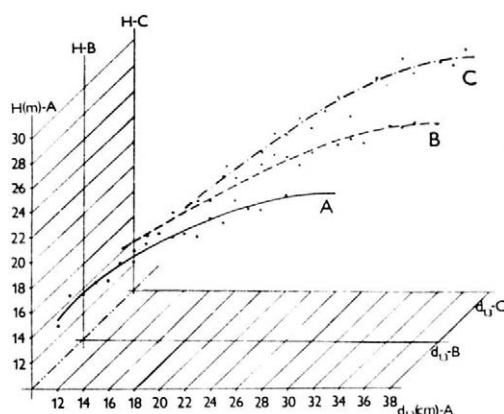
Rekonstrukce tloušťek provedena ze Schwapachových hmotových tabulek na základě údajů hmot 1925 a rekonstruovaných výšek.

Výšková diferenciace porostu

Výškové parametry průměrných porostních hodnot i stromových tříd jsou soustředěny v tabulce IV. Výška průměrného stromu je rekonstruována podle závislosti na výčetní tloušťce na modelový stav, neovlivněný destrukcí vrcholů řady smrků. Největší výšky v 1. stromové třídě dosahuje typ C (28,31 m), následuje typ B výškou 26,99 m a typ A s 25,05 m. Pořadí výšek je i ve druhé a třetí třídě v přibližně stejném poměru. Průměrná porostní výška je největší rovněž v typu C (25,66 m), nejnižší v typu A (22,15 m). V typu B dosahuje 24,25 m. Výška nasazení koruny je přibližně stejná ve všech třídách, prům. hodnoty oscilují v rozmezí 13,82—14,75 m, s maximem ve strukturálním typu B. Délky korun dosahují značně diferencovaných hodnot. Výrazně nejdelší koruny má strukturální typ C, a to jak ve stromových třídách (1. třída 14,20 m, 2. třída 12,04 m, 3. třída 7,85 m), tak i v průměrné hodnotě (11,84 m). Následuje typ B s průměrnou hodnotou 9,50 m a s výškami v jednotlivých třídách 12,13 m, 9,65 m a 6,98 m. Nejmenší délky soustřeďuje ve všech třídách (11,17 m, 8,49 m, 5,27 m) i na průměrném stromu (7,98 m) sponově nejhustší typ A.

Současný stav potvrzuje i vývoj porostních výšek (tabulka IV), který jsme tabulkově zrekonstruovali a pro názornost rozšířili i o tloušťkové údaje. Maximální výšku 9,60 m měl v roce 1925 strukturální typ C při výčetní tloušťce 18,40 cm, na druhém místě byl typ B s 8,80 m při tloušťce 14,20 cm a na třetím typ A se 7,40 m při tloušťce 11 cm. Výškový růst je tedy progresivní se snižující se hustotou porostu (obr. 1).

1. Závislost výšky na výčetní tloušťce pro rekonstrukci stromových výšek modelových typů struktur (1976): A — typ struktury modifikovaný sponem 1 × 1 m, B — typ struktury modifikovaný sponem 1,5 × 1,5 m, C — typ struktury modifikovaný sponem 2 × 2 m. — The relation between height and breast-height diameter to reconstruct tree heights of the model types of structures in 1976: A — type of structure modified by the spacing 1 × 1 m, B — type of structure modified by the spacing 1.5 × 1.5 m, C — type of structure modified by the spacing 2 × 2 m



Šířková diferenciacie porostu

Sleduje šířkové parametry korun v jednotlivých strukturálních typech (tabulka V). V 1. stromové třídě je šířka koruny největší v typu C (5,18 m), nejmenší v typu A (4,57 m). Ve druhé třídě hodnoty šířek klesají od typu C k typu A (4,02 m, 3,73 m, 3,50 m), přibližně stejný trend je i ve třetí stromové třídě. Průměrné porostní šířky korun jsou největší v typu C (4,27 m), nejmenší v typu A (3,55 m).

V. Šířková diferenciacie porostu podle typů struktury — stav 1976. — Stand width differentiation according to the types of structure — condition 1976

Stromová třída	A	B	C
	šířka koruny prům. stromu v m	šířka koruny prům. stromu v m	šířka koruny prům. stromu v m
1.	4,57	4,68	5,18
2.	3,50	3,73	4,02
3.	2,63	2,73	3,07
Sa	3,55	3,80	4,27

Distanční diferenciacie porostu

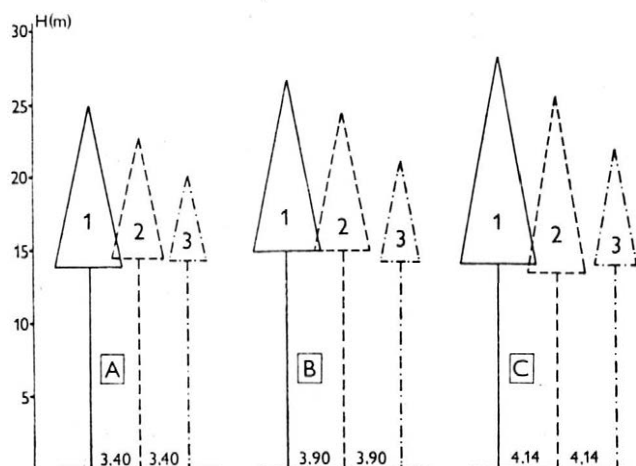
Je hodnocena v tabulce VI prostřednictvím rozestupového čísla, uvedeny jsou i hodnoty uživné plochy. V první stromové třídě mají největší rozestupy stromy ve strukturálním typu B (9,17 m), typy A a C jsou stejné (8,03 m). V dalších třídách jsou již maximální rozestupy

VI. Distanční vývoj a diferenciacie porostu podle typů struktury — stav v roce 1976.
— Stand distance development and differentiation according to the types of structure — condition 1976

Stromová třída	A		B		C	
	úživná plocha m ²	roze- stupové číslo m	úživná plocha m ²	roze- stupové číslo m	úživná plocha m ²	roze- stupové číslo m
1.	64,52	8,03	84,03	9,17	64,52	8,03
2.	22,52	4,75	25,45	5,04	31,15	5,58
3.	37,59	6,13	68,03	8,25	93,46	9,67
Sa	11,56	3,40	15,18	3,90	17,15	4,14

Vývoj úživné plochy a roze- stupového čísla	A		B		C	
	úživná plocha m ²	roze- stupové číslo m	úživná plocha m ²	roze- stupové číslo m	úživná plocha m ²	roze- stupové číslo m
Stav 1891	1,00	1,00	2,25	1,50	4,00	2,00
Stav 1925	1,83	1,35	3,80	1,95	5,52	2,35
Stav 1976	11,56	3,40	15,18	3,90	17,15	4,14

v typu C, a to ve druhé třídě 5,58 m, ve třetí 9,67 m. Typ B, v 1. třídě nejlepší, klesá na druhé místo (2. třída 5,04 m, 3. třída 8,25 m). Typ A má výrazně nejnižší roze-
stupy 4,75 m ve druhé a 6,13 m ve třetí třídě. Průměrné porostní roze-
stupy potvrzují stejné pořadí typů (C — 4,14 m, B — 3,90 m a A — 3,40 m. Vývoj distancí porostu (tabulka VI) je adekvátní současnosti. Průměrné roze-
stupy v roce založení (spon) byly v C 2,0 m, v typu B 1,5 m a v A 1,0 m a postupnou redukcí stromů se v roce 1925 ve stejném pořadí zvětšovaly na 2,35 m, 1,95 m a 1,35 m.



2. Parametry průměrných stromů stromových tříd 1, 2, 3 podle typů struktury (1976).
— Parameters of the average trees of tree classes 1, 2, 3 according to the types of structure — condition in 1976

Zápoj porostu

Zápoj porostu jako vztah korunových projekcí k porostní ploše je hodnocen v tabulce VII. Nej hustší zápoj je ve strukturálním typu A vzhledem k hustotě stromů (85 %), nejnižší na ploše typu B (74 %). Strukturální typ C s nejhřidším sponem umožňuje značné rozrůstání korun, a proto se hodnotou 83 % blíží až typu A. Modelová determinance zápoje do stromových tříd ukazuje v 1. třídě nejhustší zápoj v typu C, nejhřidší v typu B. Ve 2. třídě je maximální v typu B, minimální v C a ve 3. třídě nejhustší v typu A a nejhřidší v typu C.

Zakmenění porostu

Hodnocení zakmenění podle strukturálních typů a stromových tříd je zpracováno v tabulce VIII. Průměrná porostní hodnota vypočtená z poměru zásob skutečných a tabulkových ($z = \frac{Vs}{Vt}$) je nejvyšší ve strukturálním typu A ($z = 1,07$), nejnižší v typu B ($z = 0,92$) se zanedbatelným rozdílem od typu C ($z = 0,94$). Podíl zakmenění jednotlivých stromových tříd na výsledné hodnotě je v pořadí 1., 2., 3. třída následovný: typ A — 0,36; 0,56; 0,15; typ B — 0,28; 0,55; 0,09 a typ C — 0,39; 0,47; 0,08. Nejvýhodnější podíl, tzn. nejvyšší zakmenění v 1. stromové třídě, je tedy soustředěn do strukturálního typu C.

Jakostní hodnocení porostu

Kvalita porostu je posuzována synteticky na základě parametrů tloušťkových, výškových, tvaru kmene a koruny podle Vyskotovy metodiky (Vyskot M. 1971) a hodnocena v tabulce IX. Jednotlivé strukturální typy se v hodnotních třídách neliší, první stromová třída je všude v I. třídě kvality, druhá ve II. třídě a třetí ve III. třídě. Průměrnou hodnotou je celý porost ve II. jakostní třídě. Diferenciace hodnotních čísel mezi typy v jednotlivých třídách nejsou až na třetí třídu podstatné. V této třídě je nejkvalitnější strukturální typ C, stejně tak dosahuje nejlepších jakostí i v porostním průměru.

Produkční determinace porostu

Zásoba porostu. Objem kmenové biomasy porostu je diferencovaně hodnocen v tabulce X. Současná porostní zásoba je nejvyšší v typu C a činí 506,19 m³ na ha, což je téměř o 100 m³ více než v typu A. Typ B má zásobu 457,14 m³ na ha. Rozložení zásob ve stromových třídách je velmi příznivé u typu C, kde 1. stromová třída tvoří 42 % a 2. třída 50 % stromové dendromasy. Typ B kumuluje v 1. třídě 30,3 % a ve 2. třídě 59,3 % zásoby, dobrá je i diferenciací zásob u typu A (1. stromová třída 33,2 %, 2. třída 52,3 %), ale na podstatně nižší produkční úrovni. Přehled vývoje zásob (tabulka X) koresponduje se současným produkčním efektem. V roce 1925 bylo v typu C 208,23 m³ zásoby, v typu B 186,15 m³ a v typu A 129,76 m³ dřeva. Vliv výše těžeb za sledované období na celkovou hmotovou produkci (tabulka XI) je relativní, protože jednotlivé zásahy respektovaly přirozený výběr v porostu a fungovaly jako nutný zdravotní, popř. jakostní výběr.

VII. Zápoj porostu podle typů struktury — stav 1976. — Stand canopy according to the types of structure — condition 1976

Stromová třída	A				B				C			
	korunová projekce m ²			zápoj %	korunová projekce m ²			zápoj %	korunová projekce m ²			zápoj %
	Ø strom	na skut. ploše	na 1 ha		Ø strom	na skut. ploše	na 1 ha		Ø strom	na skut. ploše	na 1 ha	
1.	16,84	656,78	2610,20	26	17,04	511,24	2027,76	20	21,49	838,31	3330,95	33
2.	10,01	1121,35	4444,44	44	11,39	1128,16	4476,27	45	13,00	1053,11	4173,00	42
3.	5,46	355,20	1452,36	15	6,43	231,37	945,21	9	7,81	210,91	835,67	8
Sa	9,88	2133,33	8507,00	85	11,34	1870,77	7449,21	74	14,30	2102,33	8339,62	83

VIII. Zakmenění porostu podle typů struktury — stav 1976. — Stand density according to the types of structure — condition 1976

Stro- mová třída	A	B	C
1.	0,36	0,28	0,39
2.	0,56	0,55	0,47
3.	0,15	0,09	0,08
Sa	1,07	0,92	0,94

IX. Determinace jakosti porostu podle typů struktury — stav 1976. — Determination of stand quality according to the types of structure — condition 1976

Stromová třída	A		B		C	
	Ø hodnotní číslo Hč	Ø hodnotní třída Ht	Ø hodnotní číslo Hč	Ø hodnotní třída Ht	Ø hodnotní číslo Hč	Ø hodnotní třída Ht
1.	3,83	I	3,54	I	3,39	I
2.	5,96	II	5,84	II	6,16	II
3.	9,94	III	9,41	III	8,16	III
Sa	6,77	II	6,20	II	5,79	II

X. Determinace zásob porostu a jejich vývoj po těžbách podle typů struktury — stav v roce 1976. — Determination of growing stock and development of growing stock after cutting according to the types of structure — condition 1976

Stromová třída	A			B			C		
	na skut. plochu m³	Ø strom m³	na 1 ha m³	na skut. plochu m³	Ø strom m³	na 1 ha m³	na skut. plochu m³	Ø strom m³	na 1 ha m³
1.	34,10	0,87	135,30	34,88	1,16	138,39	53,56	1,37	212,55
2.	53,45	0,48	212,15	68,38	0,69	271,41	63,33	0,78	251,35
3.	14,88	0,22	59,02	11,94	0,32	47,34	10,67	0,40	42,29
Sa	102,43	0,47	406,47	115,20	0,69	457,14	127,56	0,87	506,19
Zásoba porostu a objem prům. stromu v m³	A			B			C		
	na dílci	na 1 ha		na dílci	na 1 ha		na dílci	na 1 ha	
Stav 1925	32,70	129,76		46,91	186,15		52,47	208,32	
Ø strom	0,024			0,071			0,115		
Stav 1976	102,43	406,47		115,20	457,14		127,56	506,19	
Ø strom	0,47			0,69			0,87		

Přírůst. Běžný periodní (BPP) a průměrný roční přírůst (PPPr) jsou zhodnoceny v tabulce XII. Nejvyšší BPP je v období 1891—1925 v typu C (262,39 m³ na ha), dále v typu B (255,21 m³ na ha) a A (156,75 m³ na ha). V letech 1925—1976 se přírůsty značně vyrovnávají, maximum je opět v typu C (425,50 m³ na ha), těsně následuje typ B (423,21 m³ na ha), poněkud méně vykazuje typ A (410,40 m³ na ha). Průměrný roční přírůst v období 1891—1925 se pohyboval od hodnoty

XI. Přehled těžeb za období 1891—1976 a vývoj celkové hmotové produkce (CHP) na 1 ha podle typů struktury. — Review of cuttings in 1891—1976 and development of total volume increment on 1 ha according to the types of structure

Období	A		B		C	
	m ³	% CHP na konci období	m ³	% CHP na konci období	m ³	% CHP na konci období
1891—1925	26,99	17,2	69,06	27,1	54,16	20,7
1925—1976	133,69	23,6	152,22	22,4	127,54	18,5
Celková hmotová produkce v m ³	A		B		C	
Stav 1925	156,75		255,21		262,39	
Stav 1976	567,15		678,42		687,89	

XII. Vývoj přírůstků za období 1891—1976 (m³) podle typů struktury. — Development of increments in 1891—1976 (m³) according to the types of structure

Přírůst	V období	A		B		C	
		na dílci	na 1 ha	na dílci	na 1 ha	na dílci	na 1 ha
BPP	1891—1925	39,50	156,75	64,31	255,21	66,12	262,39
	1925—1976	103,42	410,40	106,65	423,21	107,23	425,50
PPPr	1891—1925	1,16	4,61	1,89	5,00	1,94	5,14
	1925—1976	2,03	8,05	2,09	8,30	2,10	8,34

5,14 m³ v typu C přes 5,00 m³ v typu B do 4,61 m³ v typu A. Obdobný poměr je v období 1925—1976, kde hodnota PPPr je v typu C 8,34 m³ na ha, v typu B 8,30 m³ na ha a v typu A 8,05 m³ na ha.

VLIV MODIFIKOVANÝCH STRUKTUR SMRČINY NA SLEDOVANÉ FUNKCE

FUNKCE REKREAČNÍ

Stabilita porostu jako samostatný faktor struktury je již hodnocena podle údajů tabulky I. Patří mezi rozhodující předpoklady rekreačního a estetického působení porostu. Nejen kalamitní, ale i prolámané smrčiny s lokálními vývraty a dalšími poškozeními výrazně degradují rekreační účinek. Z hodnocení štihlостního koeficientu modifikovaných struktur vyplývá, že relace stability jsou přibližně stejné s mírným optímem u typu C (spon 2 × 2 m), diferencovaný spon není tedy v tomto kritériu průkazný.

Zdravotní stav byl hodnocen podle údajů tabulky II. Zdravotní kvalita porostu je stěžejním ukazatelem rekreačního efektu, stimuluje

XIII. Determinace mezikorunových ploch podle typů struktury — stav 1976 na 1 ha.
— Determination of inter-crown areas according to the types of structure — condition 1976, per 1 ha

Stromová třída	A		B		C	
	mezikorun. plocha porostu m ²	% Σ porostní plochy	mezikorun. plocha porostu m ²	% Σ porostní plochy	mezikorun. plocha porostu m ²	% Σ porostní plochy
1.	7389,80	74	7972,24	80	6669,05	67
2.	5555,56	56	5523,73	55	5827,00	58
3.	8547,64	85	9054,79	91	9164,33	92
Sa	1493,00	15	2550,76	26	1660,38	17

psychoemocionální a estetický vjem porostního prostředí, podmiňuje chemismus a jakost volatilních látek, zvláště v monokulturní smrčtině — zdravotně labilním ekosystému. Posoudíme-li sanitární deformace porostu podle struktur, konstatujeme, že vlivy porostní infrastruktury negativně ovlivňují zdravotní stav v hustém sponu (typ A), abiotičtí činitelé naopak v řidších sponech (typy C a B). Vzhledem ke skutečnosti, že rekreační efekt se kumuluje uvnitř porostu, optimální podmínky v daných možnostech zabezpečuje strukturální typ B (spon 1,5 X 1,5 m), popř. i typ C (2 X 2 m).

Přístup přímého světla do porostu (radiační efekt porostu) je v úzkém vztahu k tvorbě žádoucích humánních mikroklimatických parametrů (zdravotně hygienické aspekty rekreace), podmiňuje i psychoemocionální účinky (např. světelné efekty lesa) a pocity estetické a humánní „pohody“. Determinuje i stupeň „oživení“ porostní půdy, vitalitu spodního stromového i bylinného patra. Radiaci v porostu redukuje pro zjednodušení na přístup přímého (horního) světla a předpokládáme úzkou korelaci s ostatními typy světla. Obvyklé měření světelnosti porostu nahrazujeme kvantifikací faktorů struktury limitující světelné dispozice porostu. Hodnotíme proto počet stromů na jednotku plochy (tabulka III), jejich rozestupy (tabulka VI), parametry zápoje (tabulka VII) a mezikorunových ploch (tabulka XIII). Optimální hodnoty těchto ukazatelů se koncentrují ve strukturálním typu B (1,5 X X 1,5 m), vyhovují i v typu C (2 X 2 m), málo vhodné jsou v typu A.

Průchodnost porostu je v pracích mnoha autorů uváděna jako dominantní rekreační podmínka. Limituje stupeň mobility pasantů, variabilitu rekreačních činností, působí i psychoemocionálně (stísněnost a uzavřenost prostoru) a mikroklimaticky. Určujícími faktory je četnost stromů (tabulka III) a jejich rozestupy (tabulka VI). Nejpriznivěji působí typ struktury C, přijatelně i typ B. Typ A s vysokou hustotou kritéria průchodnosti nesplňuje.

Průhlednost porostu rozšiřuje kritérium průchodnosti do vertikálního rozměru. Detekuje rozsah vizuální konzumace porostní struktury, habitů stromů, jejich vlastností, spektra barev, světla a stínu v porostním prostoru. Charakterizujícími prvky jsou rozestupy stro-

mů (tabulka VI) a výškové poměry v nasazení korun (tabulka IV). Diference ve výškách jsou nepodstatné, průhlednost je tedy v intencích průchodnosti.

Disponibilní prostor vyjádřený vertikální plochou determinuje plošný potenciál disponibilního mezistromového prostoru. Syntetizuje hlediska průchodnosti a průhlednosti, dokresluje možnosti interference světla v porostu a lokální mikroklimatické difference. Je součtem $[P]$ mezikorunové $[P_M]$ a podkorunové $[P_K]$ plochy modelového postavení dvou středních stromů každé stromové třídy. Plochu vymezuje rozměrovými parametry, tj. rozestupovým číslem (tabulka VI), výškou nasazení koruny a délkou koruny (tabulka IV) a šířkou koruny (tabulka V). Srovnáme-li vypočtené plochy P_M , P_K a P podle typů v pořadí A, B, C, je jejich obsah A — 12,97 m², 48,18 m² a 61,15 m², B 19,00 m², 57,52 m² a 76,52 m² a C — 23,74 m², 57,21 m² a 80,95 m². Nejprůchodnější plochu tedy mají typy C a B, málo vhodnou pak strukturální typ A.

Prostorová (vertikální) diverzita porostu. Pro smrkové monokultury je typická monotónní a jednotvárná šablonovitá stavba. Rozrušení této jednotvárnosti a monotónnosti ve prospěch variabilní diverzity stromového prostoru je výrazně ovlivňujícím činitelem emocionálního a estetického dojmu porostu. Ukazatelem této vertikální pestrosti je vzájemné postavení stromů v porostu, jež vyjadřujeme modelově procentuálním podílem zastoupení jednotlivých stromových tříd na jednotce plochy (tabulka III). Nejvhodnější diverzitu má jednoznačně typ C s poměrem tříd 27:55:18, následuje typ B 18:60:22, málo vhodnou má typ A 18:51:31.

Zápoj a zakmenění porostu. Obě veličiny již byly podrobně zhodnoceny podle údajů v tabulce VII a VIII. Rekreační a estetická hlediska na rozdíl od produkčních hledisek preferují nižší zápoj, pomístně trvale přerušeny. Hodnoty zakmenění se doporučují rovněž nižší (Poleno Z. 1978) s ohledem na mortalitu stromů, stabilitu, průchodnost a průhlednost porostu. Z tohoto pohledu je nejlepší variantou typ B s nejnižším zápojem a zakmeněním. Přijatelné parametry má i typ C, typ A požadavkům rekreace především v zakmenění dostatečně nevyhovuje.

Jakost porostu je syntetické kritérium kumulující esteticko-rekreační i produkční a ekonomický efekt. Vitální, zdravý a tvárný porost optimisticky emocionálně působí na člověka, na jeho smysl pro estetično a krásu. Zároveň však integruje i maximální využitelnost dendromasy, výrobu jakostních sortimentů a malé zpracovatelské ztráty. Podrobné hodnocení jakosti jsme již provedli na základě údajů tabulky IX. Kvalita porostu ve strukturálních typech se liší jen velmi málo, přesto za nejkvalitnější lze označit typ C, následuje typ B a relativně nejméně kvalitní typ A.

FUNKCE HYDRICKÁ

Diferenciace struktury významně ovlivňuje kvalitativní i kvantitativní hydrický účinek porostu. Hydrickou účinnost determinují vedle dávek atmosférických srážek i výdajové složky — intercepce, transpirace a evaporace z povrchu půdy. Kvantitativní položka, tzn. ovlivňování

XIV. Diferenciace korunového pláště porostu podle typů struktury — stav 1976. —
 Differentiation of crown mantle of the stand according to the types of structure
 — condition 1976

Stro- mová třída	A		B		C	
	korunový plášť v m ²		korunový plášť v m ²		korunový plášť v m ²	
	na skutečné ploše	na 1 ha	na skutečné ploše	na 1 ha	na skutečné ploše	na 1 ha
1.	3162,9	12 570,5	2739,0	10 864,7	4551,3	18 088,5
2.	5353,6	21 223,2	5652,9	22 440,3	6212,7	24 620,7
3.	1460,6	5 798,8	1110,0	4 410,0	1034,1	4 098,1
Sa	9977,1	39 592,5	9501,9	37 715,0	11798,1	46 807,3

odtoku vody, závisí na velikosti evapotranspirace, ta je funkcí kvantity a kvality asimilačního aparátu. Krečmer V. (1973) uvádí, že snížení biomasy porostů nebo proředění má za následek zvýšení průměrné odtokové výšky. Významnou položkou výparných ztrát je intercepce. Kantor P. (1983) dokazuje na srovnávacích šetřeních smrku a buku, že bilanční položky těchto dřevin jsou vcelku vyrovnané až na velké intercepční ztráty u smrku. Krečmer V. (1973) potvrzuje vysokou hladinu intercepčních ztrát smrku zvláště v nižších polohách a ve věku nejvyššího přírůstu. Každý zásah zmenšující zádržnou plochu dřevin pro vertikální srážky vede ke snížení intercepce (adekvátně i transpirace) a k většímu přívodu vody do porostu.

Na těchto předpokladech jsme založili hypotetické hodnocení kvantitativní hydrické účinnosti modifikovaných struktur porostu. Modifikace struktury ovlivňuje velikost korun a poměry v porostním zápoji. Diferenciaci ve velikosti mezikorunových ploch pro přímý dopad srážek na půdu (obzvláště sněhových) jsme postavili jako první hypotetické kritérium, diferenciaci ve velikosti korun vyjádřenou plochou korunového pláště (ovlivnění intercepčních a transpiračních ztrát) jako druhé kritérium kvantitativní účinnosti. Hodnocení mezikorunových ploch podle typů struktury (tabulka XIII) vyjádřených plošně i procentuálně prokazuje prioritu typu B (26 %), typy A (15 %) a C (17 %) jsou z tohoto hlediska méně vhodné. Účinnost typu B (sponu 1,5 × 1,5 m) potvrzuje i jeho plocha korunového pláště (tabulka XIV) s nejmenším asimilačním povrchem 37 715 m², nejnepříznivější typ C má pro srovnání plochu 46 807 m².

FUNKCE PRODUKČNÍ

Produkce porostu ovlivněna modifikovanými strukturami je podrobně hodnocena podle údajů v tabulkách X—XII. Objem zásoby je nejvyšší v typu C, což znamená, že je produkčně nejvhodnější. Typ B má o 9 % menší zásobu, typ A o 20 %. Hodnocení přírůstu ukazuje, že typ B s větším vyrovnává běžný i periodní přírůst, progresivně dohání zásobu dendromasy. Lze tedy i přes dosavadní prioritu typu C označit oba typy (C a B) za produkčně vhodné.

Mimoprodukční funkce lesa se stále aktualizují. Vyčleňování lesů zvláštního určení však není trvalým řešením. Progresivní cestou je integrace celospolečenských funkcí hospodářského lesa. Je však nutno prokázat, že nejsou v rozporu s produkcí dřeva. Předpokladem integrace je syntéza požadovaných funkcí v optimálním typu porostní struktury tak, aby kvalitativně nebyly jednostranně potlačovány nebo retardovány a porost plnil rovnocenně hospodářské i celospolečenské požadavky.

Hodnocení rekreační funkce ve strukturálních typech s genezí ve sponech 1×1 m, $1,5 \times 1,5$ m a 2×2 m nevyznívá pregnančně ve prospěch jednoho typu, ale obou řidších sponů typu B a C. Typ B je příznivější ve zdravotním stavu, přístupu přímého světla, parametrech zápoje a zakmenění, typ C zase v průchodnosti, průhlednosti a porostní diverzitě. Stejně hodnotné jsou typy v porostní stabilitě a disponibilním prostoru. Oba typy tedy rekreačně vyhovují, typ A o sponu 1×1 m není vhodnou variantou. Jakostně estetická kritéria jsou téměř rovnocenná a nelze je tedy rozhodujícím způsobem strukturálně specifikovat. Hydrická kritéria svá optima soustřeďují v typu B se sponem $1,5 \times 1,5$ m, v obou ostatních typech shledáváme parametry méně příznivé. Produkce je sice nejlepší v typu C (sponu 2×2 m), avšak typ B svými přírůstovými schopnostmi je hospodářsky rovněž příznivý.

Upustíme-li od maximalistických požadavků, velmi příznivé až optimální hodnoty jednotlivých funkcí se integrují ve strukturálním typu B, založeném ve sponu $1,5 \times 1,5$ m, který je příznivý i z hlediska racionalizace hustoty a výchovy smrčin. Nepodstatnou ztrátu, vzhledem k maximální produkci, lze téměř eliminovat včasnými výchovnými zásahy pozitivním výběrem v úrovni porostu, jak jsme již modelově v obdobných podmínkách ověřili.

Je proto zřejmé, že integrace produkčních i celospolečenských funkcí lesa je možná a účelná a že tyto funkce nejsou v rozporu, i když nelze dosud tyto výsledky generalizovat.

Došlo dne 20. 4. 1983

Literatura

- AMBROS, Z.: Produkční potenciál lesných ekosystémov. Les. čas., 28, 1982, č. 5, s. 315-326
- AMBROS, Z.: Hydrický potenciál lesných ekosystémov. Les. čas. 29, 1983, č. 1, s. 3-13
- FLEMMING, G.: Die Bedeutung des Waldklimas für die Erholungswirkung des Waldes. Soz. Forstw., 22, 1972, č. 2, s. 55-57
- JACOB, H.: Zum Erlebnispotential von Waldbeständen. Allg. Forstz., 28, 1973, č. 15/16, s. 357-359
- KANTOR, P.: Hydrická účinnost smrku a buku ve vegetačním období. Les. práce, č. 1, 1983, s. 6-12
- KREČMER, V.: Vazby lesa a vody v našem lesním hospodářství. Zprávy les. výzkumu, XIX, č. 4, s. 1973, s. 2-16
- POLLANSCHÜTZ, J.: Erste ertragskundliche und wirtschaftliche Ergebnisse des Fichten — Pflanzenweiteversuches „Hauersteig“. 100 Jahre Forstliche Bundes — versuchsanstalt, Wien 1974, s. 99-171
- POLENO, Z.: Vliv zakmenění na produkci a funkční efekt lesa. Zprávy les. výzkumu, 2, 1978, s. 34-37

TJULPANOV, N. M.: Lesoparkovoje chozjajstvo. Leningrad, Strojizdat, 1975, 159 s.
 VYSKOT, I.: Struktura stejnověké předmětní smrčiny vzhledem k její rekreační funkci. Minimum KDP, LF VŠZ Brno 1980, 70 s.
 VYSKOT, I.: Rekreační efekt různých struktur smrkové monokultury. Lesnictví, 27, 1981, č. 5, s. 439-460
 VYSKOT, I.: Stabilita a zdravotní stav jako základní aspekty rekreačního efektu smrkového porostu. In: Konference MVP v LH. Sborník referátů, Brno 1982, s. 3-13
 VYSKOT, I.: Metody hodnocení rekreační funkce lesů. In: Konf. MVP v živ. prost. Sborník referátů, Brno 1982, s. 297-304
 VYSKOT, I.: Vliv modifikovaných struktur populace smrku na rekreační efekt. Studie ČSAV, 1984, č. 2
 VYSKOT, M.: Method of foundation and evaluation of thinning sample plots. Sborník VŠZ, ser. C, 1966, č. 1
 VYSKOT, M. a kol.: Základy růstu a produkce lesů. SZN, 1971, 440 s.
 VYSKOT, M.: Efekt různé hustoty smrkových porostů. Lesnictví, 23, 1977, č. 8, s. 609-632

ВЫСКОТ, И. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Рациональная схема посадки — предпосылка интеграции функций еловой популяции. Lesnictví, 30, 1984 (6) : 941-508.

Прогрессивным путем обеспечения всеобщественных функций леса является их интеграция с хозяйственными лесонасаждениями. Однако следует доказать, что они не противостоят продукции древесины. На примере пространственной структуры модельной разновозрастного прироста ельника с дифференцированной схемой посадки насаждения 204Ф-9 в лесничестве Бедржихов, лесхоз Куржим (посаженного в 1891 году Мариабрунским научно-исследовательским институтом) изучали возможность интеграции рекреационной, водохозяйственной и лесопроизводственной функций. Три модельных площади по 0,252 га посажены по схемам 1 X 1 м, 1,5 X 1,5 м и 2 X 2 м. Изучали состояние в 1976 году и фазы развития в периоды 1891—1925 гг. и 1925—1976 гг. Условием интеграции является синтез требуемых функций в оптимальном типе структуры насаждения с тем, чтобы оно выполняло равноценно хозяйственные и всеобщественные требования.

Оценка рекреационной функции елового леса в структурных типах с посадкой по схемам 1 X 1 м, 1,5 X 1,5 м и 2 X 2 м не свидетельствует однозначно в пользу одного типа, а обеих более редких схем посадки типов В и С. Тип В лучше по санитарному состоянию, доступу прямых солнечных лучей и по параметрам сомкнутости и полноты насаждения, тип С по проходимости, просвечиваемости и разнообразию насаждения. Не менее ценны эти типы также в отношении устойчивости насаждения и располагаемого пространства. Следовательно оба эти типа для рекреационных целей удовлетворительны, тогда как тип А со схемой посадки 1 X 1 м не является пригодным вариантом. Качественно-эстетические критерии почти равновесны и их нельзя, следовательно, решающим способом структурно специфицировать. Гидрологические критерии оптимально сконцентрированы в типе В со схемой 1,5 X 1,5 м, в обоих прочих типах гидрологические параметры уже менее благоприятны. Продукция древесины хотя и лучше всего в типе С (по схеме 2 X 2 м), однако тип В — ввиду своих ростовых способностей — также в хозяйственном отношении благоприятен.

Наиболее выгодные значения всех наблюдаемых функций интегрируются в структурном типе В, посаженном по схеме 1,5 X 1,5 м, который удобен и в отношении рационализации густоты еловых насаждений и ухода за ними.

Поэтому несомненно то, что интеграция производственных и всеобщественных функций леса возможна и целесообразна и что эти функции друг другу не противоречат, хотя пока еще и нельзя эти результаты обобщать.

лесоводство; всеобщественные функции лесов; ель; схема посадки

VYSKOT, I. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Rational Spacing — a Condition of Integration of the Functions of Spruce Population. Lesnictví, 30, 1984 (6) : 491-508.

A progressive way of securing societal functions of the forest is their integration in commercial stands. It should be, however, proved that they are not at variance with wood production. In a spatial structure of a model intermediate coeval spruce stand with differentiated spacings of stand 204F-9 in the Bedřichov forest district, forest farm Kuřim (planted in 1891 by Mariabrunn Research Insti-

tute) a possibility of integrating recreational, hydric and production functions is studied. Three model areas of 0.252 ha had been planted at the spacings of 1×1 m, 1.5×1.5 m and 2×2 m. The condition of the stand was studied in 1976, along with the developmental stages 1891—1925 and 1925—1976. Integrating the functions, they should be synthesized in an optimal type of stand structure so that the economic and societal requirements should be equally accomplished.

Evaluation of the recreational function within the structural types with genesis at spacings of 1×1 m, 1.5×1.5 m and 2×2 m is not convincing for only one type, but for both thinner spacings of type B and C. In type B the health condition is better, better penetration of direct light, better parameters of canopy and stock density, in type C the way through, light conditions and stand diversity are better. These both types have the same value of stand stability and available space. Both types are suitable for recreation, type A with the spacing 1×1 m is not any suitable variant. Esthetic criteria and criteria of quality are almost equal and therefore their structure cannot be specified in an expressive way. The optimum hydric criteria are concentrated in type B with the spacing 1.5×1.5 m, in the two remaining types the parameters are worse. The production is best in type C (spacing 2×2 m), but the increments in type B are also good.

The best values of all functions under study are integrated in structural type B, planted with the spacing of 1.5×1.5 m, which is profitable also in view of rationalizing the spruce stand density and management.

It is clear that it is possible and advantageous to integrate the production and societal functions of the forest and that these functions are not at variance with each other, even though these results cannot be generalized at present.

silviculture; societal functions of forests; spruce; tree spacing

Adresa autora:

Ing. Ilja Vyskot, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 613 00 Brno

PROSTOROVÉ ROZMÍSTĚNÍ KŮROVCŮ (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE) NA SMRKU ZTEPILÉM (*PICEA EXCELSA* LINK) A JEJICH INDIFERENCE PODLE LESNÍCH VEGETAČNÍCH STUPŇŮ

V. ZUMR

ZUMR, V. (Entomologický ústav ČSAV, České Budějovice). *Prostorové rozmístění kůrovců (Coleoptera, Scolytidae) na smrku ztepilém (Picea excelsa Link) a jejich indifferencie podle lesních vegetačních stupňů*. Lesnictví, 30, 1984 (6) : 509-522.

Ve smrkových porostech v jižních Čechách bylo sledováno v letech 1976—1981 prostorové rozmístění kůrovců v rozsahu smrkového kmene. Analýzami vyšetřovaných kmenů byla stanovena hustota obsazení jednotlivých metrových sekcí kmene kůrovci a jejich frekvence v rámci lesních vegetačních stupňů a skupin lesních typů. Z hospodářsky důležitých kůrovců nejvíce ohrožuje lesní vegetační stupně buku a jedle, smrku a buku ve skupinách lesních typů *Luzulo-Abieto-Fagetum*, *Piceo-Fagetum* a *Abieto-Fagetum* — lýkožrout smrkový [*Ips typographus* (L.)]. Lýkožrout menší (*Ips amitinus* Eichh.) se nejvíce vyskytuje v lesním vegetačním stupni buku a jedle, smrku a buku a ve stupni smrkovém. Jeho největší frekvence je ve skupině lesních typů *Piceo-Fagetum*, *Piceo-Abietum* a *Homogyno-Piceetum*. Lýkožrout lesklý [*Pityogenes chalcographus* (L.)] byl zjištěn ve všech lesních vegetačních stupních i skupinách lesních typů se stejnoměrnou frekvencí.

ochrana lesů; entomologie lesnická; smrk; skupiny lesních typů

Při studiu ekologie a bionomie kůrovce zjistíme, že při jejich maximálním, optimálním nebo minimálním rozšíření existují určité zákonité souvislosti mezi počtem spolu se vyskytujícími druhů a mezi jejich rozšířením na nejrůznějších částech stromů. To znamená, že při náletu na stromy můžeme konstatovat, že každou část stromu (kořen, kmen, korunu, větve) napadá a osidluje určitý typický druh a vznikají tak kombinace druhů, které osidlují odumírající a odumřelé stromy. Takové kombinace druhů kůrovců jsou typické pro vlastnosti stromu a pro podmínky prostředí, ve kterém se osidlovaný strom nachází.

Jsou-li v lokalitách jejich rozšíření podmínky příznivější, je rovněž přítomen větší počet jedinců. Blíže k hranici jejich rozšíření a na okrajích jejich zóny rozšíření je početnost charakterizována menším počtem jedinců. Studium početnosti kůrovců s určením míst v areálu s podmínkami více příznivými pro druhy, způsobuje mnoho metodologických a praktických potíží. Poměry v lese se totiž čas od času mění přírodními vlivy a činností člověka, a tím se ovlivňuje početnost druhů. Nicméně studie o početnosti různých druhů kůrovců v rozsahu smrkového kmene dává hodnotnější informace o ekologii jednotlivých druhů.

Těmto otázkám věnoval pozornost mnoho autorů u nás i v zahraničí. Pro naše poměry jsou významné ty práce, které přinášejí údaje z podmínek podobných našim. Populační hustotu kůrovců na kmeni studoval Saalas (1919), Trägårdh (1925, 1927, 1928), Golovjanko (1926). Dočasnými společenstvy (synusii) kůrovců, tzn. té-

měř pravidelnými sukcesemi jednotlivých hlavních druhů kůrovců, ke kterým se přidružují ještě vedlejší nebo původní druhy jak kůrovců, tak i jiného hmyzu, charakteristické pro jednotlivá období postupného odumírání dřeviny studoval u nás Pfeffer (1932, 1955, 1959). Na Slovensku se těmito otázkami v závislosti na skupinách lesních typů zabýval Stolín (1969). V zahraničí synusie kůrovců studovali Stark (1929, 1952), Karpiński (1933), Kangas (1934, 1946) a Bakke (1968).

Dynamikou podkorního hmyzu v českých zemích podle lesních vegetačních stupňů a skupin lesních typů se nikdo nezabýval, a proto bylo přistoupeno ke studiu synusí kůrovců v jižních Čechách.

MATERIÁL A METODIKA

Sledování prostorového rozmístění kůrovců v rozsahu smrkového kmene bylo sledováno v kulturních smrčínách v jižních Čechách. Výběr smrkových porostů proveden s ohledem na zastoupení lesních vegetačních stupňů (LVS) a hlavních skupin lesních typů (SLT) vyskytujících se v jihočeské oblasti.

Charakteristika porostů mimo běžné fytocenologické údaje obsahovala SLT a LVS. Smrkové porosty, v nichž se prováděly analýzy smrkových kmenů náležely do těchto lesních vegetačních stupňů:

LVS dubu a buku — reprezentovaný SLT *Luzulo-Quercetum*, *Fago-Quercetum*, *Abieto-Quercetum*, *Carpino-Fagetum* (LZ Hluboká n. Vltavou, Písek, Třeboň). Sledované porosty jsou tvořeny středně silnými kmenovinami s jednotlivě smíšenou borovicí, dubem a bukem. Střední věk porostů se pohybuje od 74 do 105 let se zakmeněním 7 až 9. Zastoupení dřevin: smrk 81, borovice 9, modřín 1, dub 5, buk 4.

LVS buku a jedle — reprezentovaný SLT *Luzulo-Abieto-Fagetum*, *Abieto-Fagetum* (LZ Č. Krumlov, VLS Horní Planá, LZ Prachatice). Sledované porosty jsou poměrně stejnorodé smrkové kmenoviny dobrého vzrůstu, s menší příměsí jedle, borovice, modřínu, dubu, buku a ojediněle s lípou a osikou. Místa jsou proředěná po větrných kalamitách. Střední věk porostů se pohybuje mezi 79 až 111 lety se zakmeněním 8 až 9. Zastoupení dřevin: smrk 95, jedle +, borovice 1, modřín 1, dub 1, buk 2, lípa +, osika +.

LVS smrku a buku — reprezentovaný SLT *Piceo — Fagetum*, *Piceo — Abietum* (VLS Horní Planá, LZ Prachatice, Vimperk). Porosty jsou tvořeny kvalitními smrkovými kmenovinami dobrého vzrůstu, výškově i tloušťkově diferencovanými, nepravidelného zápoje s hluboko nasazenými korunami. Jednotlivě je vtroušena jedle, buk a klen. Střední věk porostů je od 112 do 127 let se zakmeněním 8. Zastoupení dřevin: smrk 94, jedle 4, buk 2, klen +.

LVS smrkový — reprezentovaný SLT *Homogyno-Piceetum* (VLS Horní Planá, LZ Vimperk). Sledované porosty jsou jednotvárné smrčiny, tvořené výškově i tloušťkově diferencovanými kmenovinami se zápojem místně uvolněným. Střední věk porostů se pohybuje mezi 71 až 97 lety se zakmeněním 8 až 9. Zastoupení dřevin: smrk 100, klen +, jeřáb +.

Uvedené porostní charakteristiky jsou průměrné hodnoty všech vyšetřovaných porostů pro daný LVS a SLT.

Typologické vylišení LVS je podle metodiky Plíva, Průša (1969) a SLT podle Mezery, Mráze, Samka (1956). Analýzy smrkových kmenů ve sledovaných porostech byly vykonány v letech 1976 až 1981.

Zjišťování populační hustoty. Populační hustota kůrovců osidlujících strom a jeho části byla určována počítáním nikoliv jedinců, nýbrž požerků, které představují populaci jednoho samečka a několika samic (Trägårdh 1925, Pfeffer 1932). Při počítání požerků v jednotlivých sekcích byly brány v úvahu pouze ony požerky, které v dotyčné sekci měly snubní komůrku. Tím se vyloučily omyly, které by vznikly počítáním jednotlivých matečných chodeb. U dřevokaze čárkovaného, *Trypodendron lineatum* (Ol.), byly počítány jednotlivé závrtý. U drobných druhů kůrovců byla volena metoda plošek 10 × 10 cm, na nichž se počítaly jednotlivé požerky. V každé metrové sekci byly zvoleny dvě plošky na straně severní a dvě na straně jižní. Přepočtem počtu požerků v těchto jednotlivých ploškách, a to s uvedením jednotlivých druhů kůrovců, bylo pak přepočtem zjištěno osídlení celé metrové sekce a stromu.

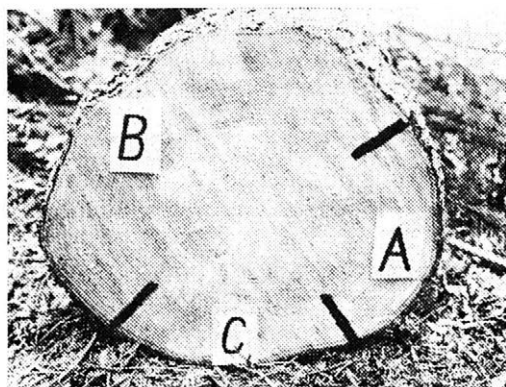
Při zjišťování populační hustoty kůrovců osidlujících větve byly předem vyloučeny větve přirozeně zaschlé před náporom kůrovců a uvažovány pouze větve, které v době náporů kůrovců byly ještě zelené. Na nich byly zjišťovány počty požerků. Na odseknutých větvích byly odříznuty pruhy kůry o šířce 0,5–2 cm po celé délce a na těchto pruzích spočítány požerky jednotlivých druhů. Frekvence obsazení jednotlivých větví byla vyjádřena v procentech ve vztahu ke všem větvím (kromě předtím přirozeně zaschlých) u celé koruny.

Výběr odumírajících stromů a souší. Pro šetření byly vybírány v porostech takové odumírající stromy, které nebyly poškozeny václavkou apod. Na vybraném kmeni bylo označeno oslunění (severní a jižní strana). Po zmýcení byl strom odvětven, změřena délka kmene ocelovým pásmem, na kmenech vyznačeny jednotlivé metrové sekce a stanoveny jejich průměry. K měření průměrů použita ocelová průměrka, běžně používaná pro měření dlouhého dříví se stupnicí dělenou po 0,5 cm. Před odvětvením bylo určeno, kde se na odumírajícím nebo odumřelém stromě vyskytovaly přirozeně odumřelé větve a dále větve právě zavadající.

K oddělování kůry od dřeva byl použit loupák na tříslovou kůru, kterým byla kůra podélně a po obvodu sekce odříznuta a postupně vcelku sloupnuta. Pokud se nepodařilo některou sekci vcelku oloupat, byla kůra z této sekce sloupávána po částech. Po sloupnutí kůry byla posuvným měřítkem se stupnicí po 0,1 mm změřena tloušťka kůry s lýkem.

Šetření na zmýcených kmenech. V každém zvoleném smrkovém porostě byly úmyslně pokáceny smrkové stromy jako lapáky k nalétnutí kůrovci. Stromy určené pro lapáky byly vybírány tak, aby byly zachyceni hlavní stanovištní činitelé a rovněž byly vybírány stromy rychle rostoucí i pomalu rostoucí. Kácení a příprava lapáků byla konána časně z jara v letech 1976 až 1981 podle ON 48 2711.

Při přípravě a kácení lapáků bylo dbáno na okolnost, aby byla využita pokud možno co největší plocha kůry kmene. Proto kácené stromy neležely přímo na zemi, nýbrž na podložkách. Podložky tvořila odříznutá polena (válce) o tloušťce 18 až 30 cm. Všechny lapáky byly po skácení ponechány s větvemi až do té doby, kdy se začalo s ana-



1. Označení svrchní (B) a spodní (A+C) strany u ležícího kmene. — Designation of the upper (B) and lower (A+C) side of lying trunk

lýzou. Kůrovci během jarního rojení a začátkem léta naletovali na lapáky a hloubili chodby. S vyšetřováním lapáků bylo započato v době, kdy všechny druhy kůrovců ukončily nálet a většinou již byly vytvořeny larvové chodby.

Při vyšetřování ležících kmenů (lapáků) bylo postupováno stejným způsobem jako u stojících souší, když byly skáceny. Jediný rozdíl proti stojícím souším je v označení spodní a svrchní strany kmene a nikoliv severní a jižní strana. Ležící kmeny na zemi osidlují kůrovci podle toho, jak zde působí vlhkost prostředí. Na obr. 1 je znázorněno, jak je ležící kmen osvětlován slunečním svitem. Horní 2/3 povrchu kmene jsou trvale osluněné (označení B), další 1/6 plochy kmene odvrácené je neosluněná přímým slunečním svitem, ale je vyhřívána odraženými slunečními paprsky (označení A) a zbývající 1/6 plochy kmene, přivrácená k zemi je trvale zastíněna a leží-li kmen na zemi, přijímá i půdní vlhkost (označení C). Při analýzách byla označena jako spodní strana kmene (A + C) a jako svrchní strana (B).

Celkem bylo vyšetřeno 42 stojících smrkových odumírajících stromů (souší) a 35 ležících kmenů (lapáků).

VÝSLEDKY

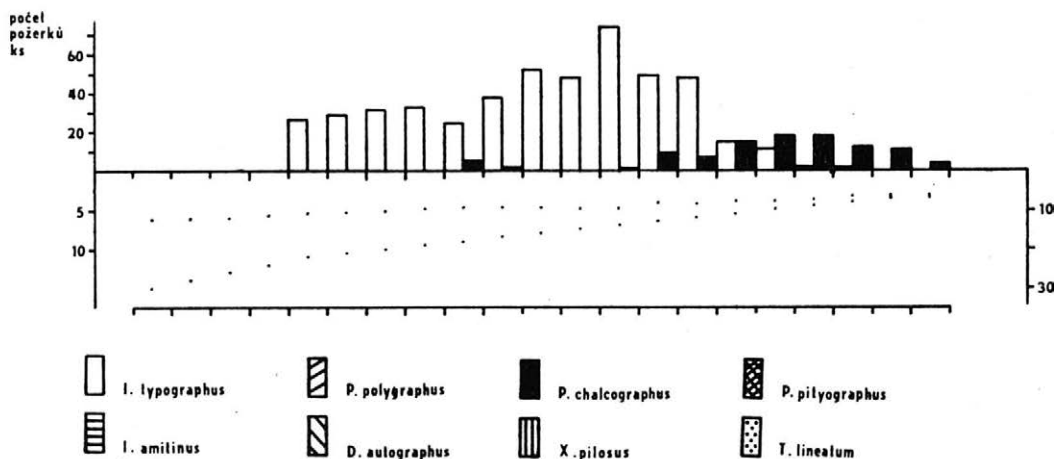
Při napadení porostů kůrovci můžeme rozeznávat dvě varianty podle toho, zda jde o stav normálu (latence) nebo o přemnožení. Pro stav normálu je charakteristické velmi nerovnoměrné rozmístění kůrovců v porostu, které se projevuje obsazováním jen nejvhodnějšího materiálu, např. vývrátů, zlomů, zbytků po těžbě apod., které jsou v určitém stupni zavadání a jsou pro ně nejvíce atraktivní. Výskyt stojících napadených stromů je velmi nepravidelný, poněvadž naletují na stromy, které byly předtím velmi silně fyziologicky oslabeny, např. přísuškem, poraněním apod.

Když vzrůstá populační hustota kůrovců, je rozmístění v porostu poměrně rovnoměrné. Kromě vývrátů a zlomů mohou nalétnout i na živé stromy, zejména lýkožrout smrkový, *Ips typographus* (L.), a lýkožrout lesklý, *Pityogenes chalcographus* (L.). Přesto, že tyto znaky můžeme pokládat za všeobecné, přece jen existují různé obměny ve způsobu napadení stromu. Charakter těchto obměn závisí na mnohých různých okolnostech, ale především na podmínkách prostředí, které v tomto případě charakterizují LVS a v rámci nich SLT.

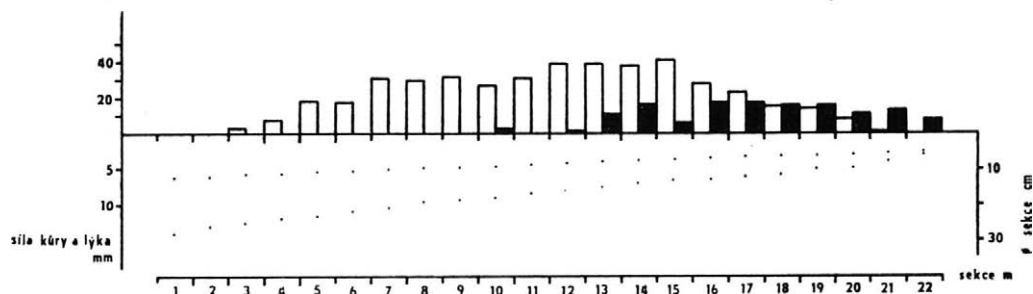
Celkem bylo vyšetřeno 24 stromů, z toho 12 stojících. Byli zjištěni lýkožrout smrkový, lýkožrout lesklý, lýkožrout obecný (*Pityophthorus pityographus* Rtzb.) a lýkohub matný [*Polygraphus polygraphus* (L.)].

Lýkožrout smrkový obsazoval kmen v celé délce, na dolním a horním konci méně, nejvíce v místech na rozhraní suchých a zelených větví; lýkožrout lesklý horní a korunové části, včetně větví; lýkožrout obecný korunové části a větve a lýkohub matný obsazoval kmeny v celých délkách (obr. 2, 3, 4).

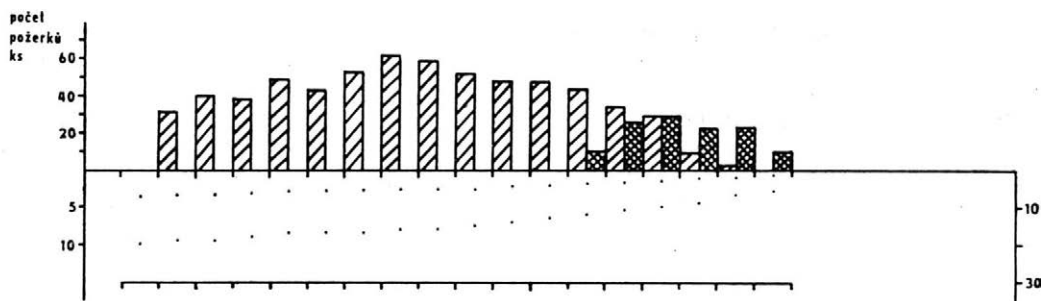
Skutečný počet požerků na jednu metrovou sekci činil v průměru u lýkožrouta smrkového ve SLT: *Luzulo Quercetum* 39,6; *Fago-Quercetum* 54,4; *Abieto-Quercetum* 55,0; *Carpino-Fagetum* 65,4. U lýkožrouta lesklého bylo zjištěno ve SLT: LuQ 22,7; FQ 22,0; AQ 32,9; CaF 21,3 požerků a větve byly obsazeny tímto lýkožroutem z 27 až 65 %. Lýkožrout obecný měl ve SLT: FQ 24,0; AQ 17,0; CaF 28,0 požerků. Větve obsadil ze 7 až 27 %. Lýkohub matný zjištěn ve SLT: FQ v počtu 57,0; v AQ v počtu 48,0 a v CaF v počtu 69,0 požerků.



2. Průměrná hustota požerků lýkožrouta smrkového a lesklého na metrovou sekci u ležících kmenů ve SLT *Carpino-Fagetum*. — Average density of feed marks of spruce bark beetle and spruce wood engraver per 1m section in lying trunks in the forest type group *Carpino-Fagetum*



3. Průměrná hustota požerků lýkožrouta smrkového a lesklého na metrovou sekci u stojících stromů ve SLT *Carpino-Fagetum*. — Average density of feed marks of spruce bark beetle and spruce wood engraver per 1m section in standing trees in the forest type group *Carpino-Fagetum*

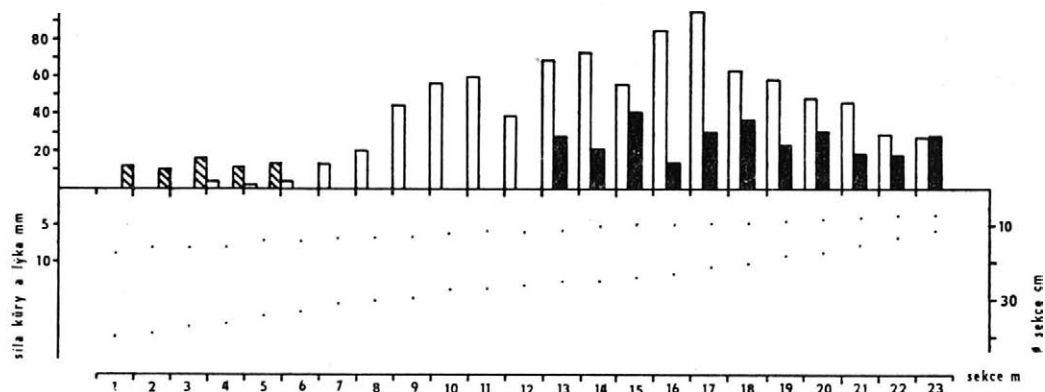


4. Průměrná hustota požerků lýkohuba matného a lýkožrouta obecného na metrovou sekci u stojících pomalu odumírajících stromů ve SLT *Fago-Quercetum*. — Average density of feed marks of *Polygraphus polygraphus* L. and *Pityophthorus pityographus* Rtz. beetles per 1m section in standing slowly dying trees in the forest type group *Fago-Quercetum*

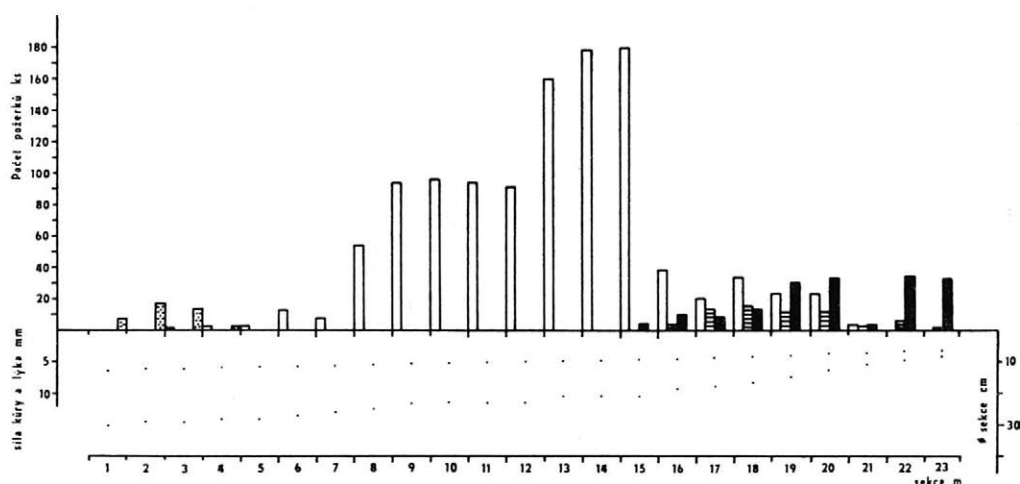
LESNÍ VEGETAČNÍ STUPEŇ BUKU A JEDLE

Celkově bylo vyšetřeno 22 stromů, z toho 13 stojících. Kromě již uvedených kůrovců v předcházejícím LVS byli dále zjištěni lýkožrout menší, *Ips amitinus* Eichh., kůrovec pařezový, *Dryocoetes autographus* Rtz., a dřevokaz čárkovaný (obr. 5, 6).

U lýkožrouta smrkového se skutečný počet požerků na metrovou sekci pohyboval v průměru ve SLT *Luzulo-Abieto-Fagetum* v počtu 85,6 a ve SLT *Abieto-Fagetum* v počtu 93,4. U lýkožrouta lesklého ve SLT LuAF bylo zjištěno 28,1 a v AF 26,7 požerku. Větve obsadil z 23 až 31 %. U lýkožrouta obecného v LuAF 38,4 a v AF 56,3 požerku a větve byly obsazeny z 10 až 30 %. U lýkohuba matného zjištěno v LuAF 54,1 a v AF 93,3 požerku na metrovou sekci. Lýkožrout menší byl zjištěn v horních částech kmenů spolu s lýkožroutem lesklým. Skutečný počet požerků na metrovou sekci činil v průměru v LuAF 20,3 a v AF 24,1. Kůrovec pařezový byl zjištěn na ležících kmenech v místech, kde se kmen dotýkal hrabanky. V průměru na metrové sekci se vyskytovalo od 7 do 12 brouků, kteří zde prodělávali pravděpodobně úživný žír. Ve



5. Průměrná hustota požerků lýkožrouta smrkového, l. lesklého a kůrovce pařezového na metrovou sekci u ležících kmenů ve SLT *Abieto-Fagetum*. — Average density of feed marks of spruce bark beetle, spruce wood engraver and *Dryocoetes autographus* per 1m section in lying trunks in the forest type group *Abieto-Fagetum*



6. Průměrná hustota požírků lýkožrouta smrkového, l. menšího a l. lesklého a dřevokaze čárkovaného na metrovou sekci u stojících souší ve SLT *Abieto-Fagetum*. — Average density of feed marks of spruce bark beetle, cembra-fir bark beetle and spruce wood engraver and lineate bark beetle *Trypodendron lineatum* Ol. per 1m section of standing dead trees in the forest type group *Abieto-Fagetum*

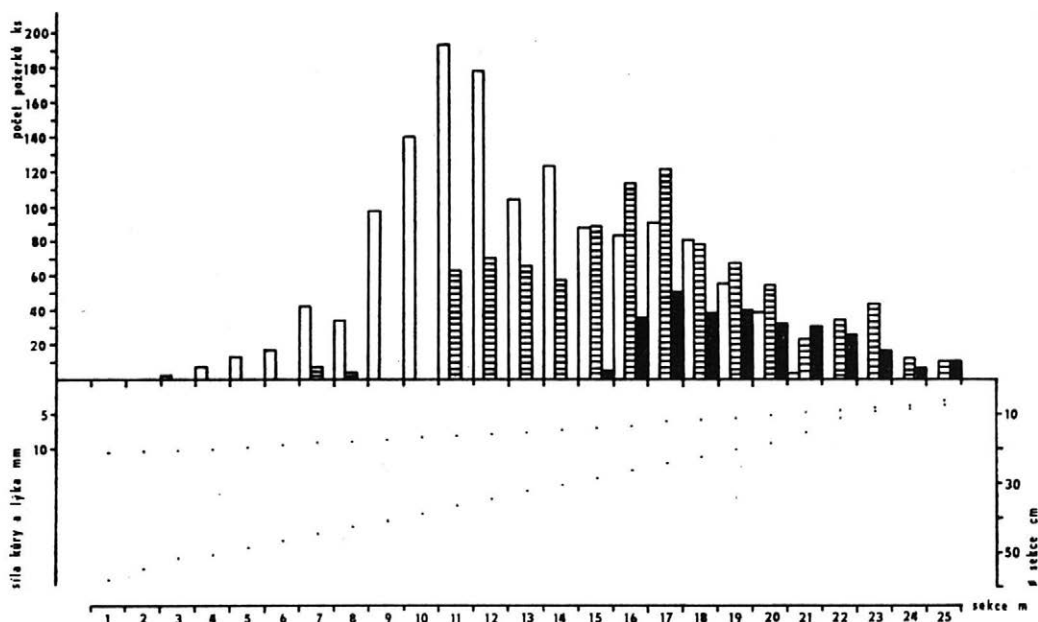
třech případech byl na souších zjištěn dřevokaz čárkovaný. Souše již byly opuštěny kůrovci v předcházejícím roce a dřevokaz čárkovaný se vyskytoval ve spodních částech kmenů, a to v průměru 44 závrťů na jednu metrovou sekci. Korohlod smrkový, *Cryphalus abietis* Rtzb., byl zjištěn z 8 až 13 % ve větvích stojících i ležících kmenů v obou sledovaných SLT. Spodní přirozeně zasychající větve stojících smrků byly obsazeny v průměru z 0,5 % lýkožroutem prohloubeným, *Pityophthorus exsculptus* Rtzb., a jednotlivě lýkohubem haluzkovým, *Phthorophloeus spinulosus* Rey.

V tomto LVS má smrk velmi dobré růstové podmínky, což se projevuje hlavně ve výborné bonitě porostů, s dobře vzrostlými stromy s optimálně vyvinutým lýkem a kůrou. Proto i kůrovci zde nacházejí velmi dobré existenční podmínky, hlavně lýkožrout smrkový.

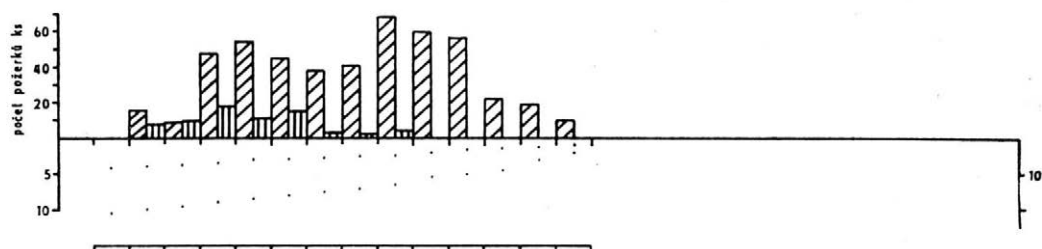
LESNÍ VEGETAČNÍ STUPEŇ SMRKU A BUKU

Celkem bylo vyšetřeno 19 stromů, z toho 10 stojících. Z dalších kůrovců byli zjištěni lýkohub velký, *Hylurgops glabratus* Zett., a lýkohub štětinkatý, *Xylechinus pilosus* Rtzb. (obr. 7, 8).

U lýkožrouta smrkového bylo zjištěno v průměru ve SLT *Piceo-Fagetum* 74,4 a v *Piceo-Abietum* 106,5 požírků na jednu metrovou sekci. U lýkožrouta lesklého v PF 42,2 a v PA 44,4 požírků a větve byly obsazeny z 20 až 65 % spolu s korohlodem smrkovým, který byl zjištěn na 20 % větví. U lýkožrouta menšího bylo zjištěno v PF 55,1 a v PA 61,7 požírků. U lýkožrouta obecného v PF 18,6 požírků a větve byly obsazeny ze 2 %. U lýkohuba matného v PF 30,7 a v PA 36,5 požírků. Na ležících kmenech byl zjištěn kůrovec pařezový v průměrném počtu 10 brouků na metrovou sekci a lýkohub velký v průměrném počtu 4 brouků na metrovou sekci v obou SLT. Ve SLT PA byl dále zjištěn lýkohub štětinkatý v průměrném počtu 7 požírků na metrovou sekci. Na



7. Průměrná hustota požírků lýkožrouta smrkového, l. menšího a l. lesklého na metrovou sekci u stojících stromů ve SLT *Piceo-Abietum*. — Average density of feed marks of spruce bark beetle, cembra-fir bark beetle and spruce wood engraver per 1m section in standing trees in the forest type group *Piceo-Abietum*



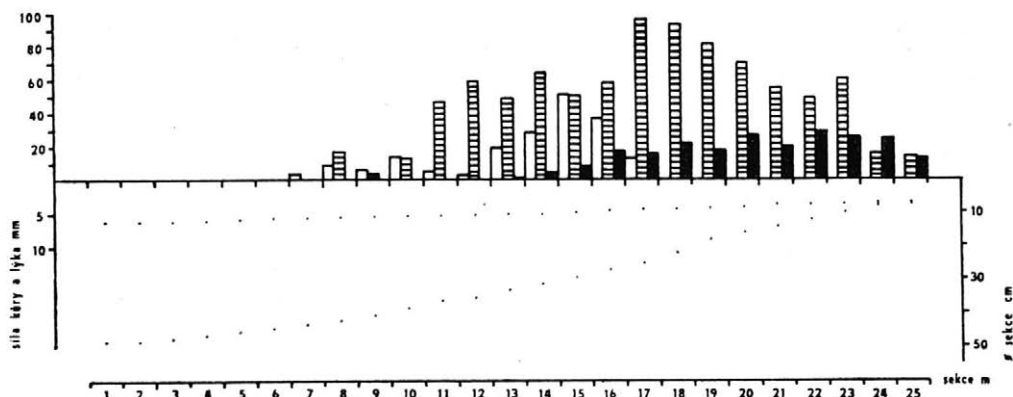
8. Průměrná hustota požírků lýkohuba matného a l. štětinkatého na metrovou sekci u pomalu odumírajících stromů ve SLT *Piceo-Abietum*. — Average density of feed marks of *Polygraphus polygraphus* (L.) and *Xylechinus pilosus* Rtzb. per 1m section in slowly dying trees in the forest type group *Piceo-Abietum*

větvích stojících stromů zjištěn v průměru 0,6 % lýkožrout prohloubený a jednotlivě lýkohub haluzový.

I v tomto LVS má smrk velmi dobré růstové podmínky. Se zřetelem na chladnější klima doprovází lýkožrouta smrkového ve větším počtu lýkožrout menší a lýkohub obecný.

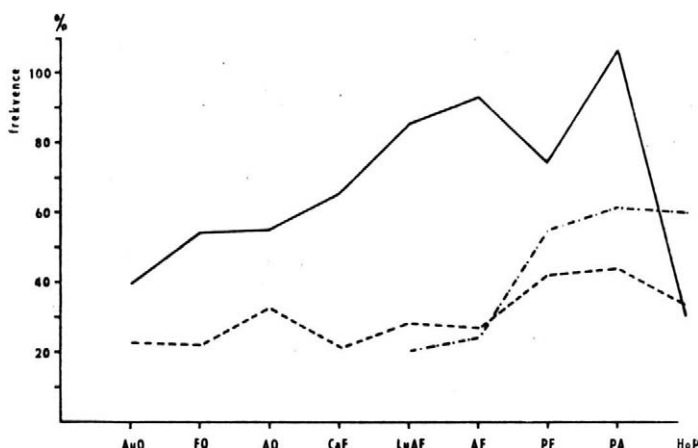
LESNÍ VEGETAČNÍ STUPEŇ SMRKOVÝ

Celkem bylo vyšetřeno 12 stromů, z toho 7 stojících. Analýzy byly provedeny ve SLT *Homogyno-Piceetum* a u lýkožrouta smrkového zjištěn skutečný počet požírků v průměru 30,4 na metrovou sekci, u lýkožrouta menšího 59,7, u lýkožrouta lesklého 33,7 a větve tento lýkožrout obsadil z 8 %. U lýkohuba matného zjištěno 19,3 a u lýkohuba štětinkatého 15,4 požírků na metrovou sekci (obr. 9).



9. Průměrná hustota požerků lýkožrouta smrkového, l. menšího a l. lesklého na metrovou sekci u stojících stromů ve SLT *Homogyno-Piceetum*. — Average density of feed marks of spruce bark beetle, cembra-fir bark beetle and spruce wood engraver per 1m section in standing trees in the forest type group *Homogyno-Piceetum*

10. Frekvence lýkožrouta smrkového —, l. menšího —.— a l. lesklého —.— ve vztahu ke skupinám lesních typů. — Frequency of spruce bark beetle —, cembra-fir bark beetle —.— and spruce wood engraver —.— in relation to the forest type groups



Tento LVS je charakterizován již nízkými teplotami (2,5—4,5 °C) a vysokými srážkami (1200—1500 mm) a lýkožrout smrkový je již méně zastoupen.

Frekvence tří hlavních druhů lýkožroutů vyskytujících se na smrku podle SLT je uvedena v grafu na obr. 10. Lýkožrout smrkový byl zjištěn ve všech zkoumaných LVS a SLT. Jeho frekvence od SLT *Luzulo-Quercetum* má tendenci stoupající s maximem v *Piceo-Fagetum* a pak prudce klesá přes *Piceo-Abietum* do *Homogyno-Piceetum*. Lýkožrout menší se objevuje až v LVS buku a jedle ve SLT *Luzulo-Abieto-Fagetum*, odkud jeho frekvence prudce stoupá do *Piceo-Abietum* a pokračuje do *Homogyno-Piceetum*. Lýkožrout lesklý se vyskytuje stejněměrně ve všech zkoumaných LVS a SLT.

Vliv oslunění povrchu kmene na obsazení hlavními lýkožrouty ve vztahu ke SLT je uveden v tabulce I. Údaje jsou vypočteny z průměrných počtů zjištěných požerků všech vyšetřovaných kmenů v dané SLT na jednu metrovou sekci a celkově jsou uvedeny v procentech pro osluněnou a neosluněnou stranu kmene (ležícího i stojícího). Lýkožrout smrkový v LVS dubu a buku ve SLT LuQ až do CaF obsazoval neosluně-

I. Hustota požerků lýkožrouta smrkového, l. menšího a l. lesklého na osluněné a neosluněné straně kmene podle skupin lesních typů vyjádřená v procentech. — Density of feed marks of spruce bark beetles, cembra-fir bark beetles and spruce wood engravers on a sunlit and shaded side of the trunk according to the groups of forest types expressed in percent

Skupina lesních typů	Stromy					
	ležící	stojící	ležící	stojící	ležící	stojící
	a + c/b	S/J	a + c/b	S/J	a + c/b	S/J
	lýk. smrkový		lýk. menší		lýk. lesklý	
	%	%	%	%	%	%
<i>Luzulo-Quercetum</i>	62/38	83/16			76/24	68/32
<i>Fago-Quercetum</i>	72/28	65/35			19/81	61/39
<i>Abieto-Quercetum</i>	65/35	74/26			66/34	21/79
<i>Carpino-Fagetum</i>	58/42	68/32			31/69	45/55
<i>Luzulo-Abieto-Fagetum</i>	44/56	63/37		79/21	43/57	52/48
<i>Abieto-Fagetum</i>	36/64	56/44	85/15	92/8	63/37	33/62
<i>Piceo-Fagetum</i>	31/69	47/53	67/33	71/29	48/52	51/49
<i>Piceo-Abietum</i>	22/78	28/72	47/53	56/44	54/46	38/62
<i>Homogyno-Piceetum</i>	12/88	15/85	43/57	32/68	47/53	37/63

Vysvětlivky:

a + c — spodní strana ležícího kmene; b — svrchní strana ležícího kmene; S — severní strana stojícího stromu; J — jižní strana stojícího stromu

né strany kmenů (64 %). Se stoupající nadmořskou výškou od LVS buku a jedle (SLT — AF) převládal na osluněných stranách kmenů. Lýkožrout menší byl zjištěn až u LVS buku a jedle, kde obsazoval více neosluněné strany kmenů. Ve vyšších LVS obsazoval stejnoměrně osluněné i neosluněné strany kmenů. Lýkožrout lesklý na rozdíl od obou předcházejících druhů se ve všech zkoumaných LVS a SLT vyskytoval téměř rovnoměrně jak na osluněných, tak i na neosluněných stranách kmenů.

DISKUSE

V rozmístění uvedených druhů kůrovců na smrkovém kmeni nelze jednoznačně vymezit místa, kde začíná jeden a končí druhý druh. Rozmístění je ovlivňováno několika faktory. Především je to věk stromu a jeho vzrůstové podmínky dané stanovištěm, které ovlivňuje strukturu kůry, její tloušťku v různých vzdálenostech od paty stromu. K těmto faktorům přicházejí dále mikroklimatické vlivy (teplotní a vlhkostní) dané expozicí jak u stojících, tak i u ležících kmenů a hlavně záleží na jakosti zavadajících stromových pletiv. Všechny tyto faktory vzájemně působí a ovlivňují rozmístění různých druhů kůrovců po kmeni.

Ležící stromy však mají rozdílné mikroklimatické podmínky, takže může dojít k některým rozdílům v rozmístění a hustotě kůrovců v rozsahu smrkového kmene. Proto bylo pro každou SLT vybráno vždy více stromů než jeden, aby byl získán přehled a pokud možno typický strom pro danou SLT (obr. 2—9).

Vyšetřováním stojících i ležících kmenů byly získány údaje o populační hustotě jednotlivých druhů kůrovců na každé metrové sekci a v každé SLT. Při analýze sukcese kůrovců objevujících se na odumírajícím stromě a nedávno odumřelých souších potvrzeno, že zde jde jednak o druhy nalétávající na přirozeně odumřelé spodní větve kořuny v době, kdy stromy byly ještě zcela zdravé, jednak o druhy vyhledávající tyto odumírající stromy. Mezi druhy obsazující odumírající větve zdravých stromů náleží lýkohub haluzový a lýkožrout prohloubený. Byli pozorováni ve SLT LuAF (Fa, Zlatník 1959), AF (AF, Zlatník 1959) a v PF (Fap, Zlatník 1959). Tím bylo potvrzeno pozorování Pfeffra (1932, 1955, 1959) a Stoliny (1969). V kůře a lýku přirozeně odumírajících potlačených smrků byl zjištěn lýkohub štětinkatý, a to ve SLT PA (FA, Zlatník 1959) a HoP (SoP, Zlatník 1959). Jiné druhy kůrovců naletují na stromy, které jsou oslabeny působením biotických i abiotických faktorů, které poškodí porosty v menším nebo větším rozsahu a způsobí tak odumírání stromů. Na stromech ochořelých a oslabených žije především lýkožrout smrkový, lýkožrout menší, lýkožrout modřínový, *Ips cembrae* Heer. (tento druh po holožiru mnišky), lýkožrout lesklý a lýkohub matný. Uvedení lýkožrouti při přemnožení mohou napadnout i zdravé stromy. Byli zjištěni ve všech LVS a SLT a jejich frekvence je znázorněna na obr. 10.

Podle analýz a výsledků bylo potvrzeno zjištění Pfeffra (1932, 1955, 1959), že lýkožrout smrkový obsazuje strom v celé délce kmene, na dolním a horním konci méně, nejvíce však v místech na rozhraní suchých a zelených větví a částí pod zelenými větvemi, mezi sekcemi 5 až 12 m. Vyskytuje se ve všech zkoumaných LVS a SLT. Největší frekvence tohoto lýkožrouta byla zjištěna ve SLT LuAF (Fa), PF (Fap) a v PA (FA). Podobné závěry zjistil též Pfeffer (1932, 1959) a Stolina (1969) ve Vysokých Tatrách. Stolina (1969) uvádí častý výskyt lýkožrouta smrkového v Hop (SoP), ale podle našich pozorování jsou jeho frekvence v této SLT na Šumavě malé. Toto zjištění lze vysvětlit otázkou vzdušných proudů ve Vysokých Tatrách (příkré svahy) a na Šumavě (povlnné svahy).

Na základě literárních údajů podle Komárka (1925), Pfeffra (1932, 1955, 1959), Stoliny (1969) a vykonaných šetření lze konstatovat, že lýkožrout smrkový se dnes prakticky vyskytuje od pásma pahorkatin do hor, bez ohledu na nadmořskou výšku nebo SLT, všude tam, kde roste smrk. Není však vždy za všech okolností stejně agresivní, pokud se stromy v porostu vyznačují dobrou vzrůstovou vitalitou. Jeho agresivita i význam však vzrůstá, jakmile je porost narušen některým exogenním činitelem (větrové vývraty apod.) a změní-li se výrazně původní charakter zápoje. Stolina (1969) při zjišťování účasti kůrovců na formování přírodního lesa ve Vysokých Tatrách zjistil, že lýkožrout smrkový se stává faktorem destruktivním spolu s lýkožroutem menším a l. lesklým v porostech, které jsou narušeny exogenními činiteli. Pak tito lýkožrouti dokáží společně existující porostní strukturu často úplně rozrušit a vyvolávají sekundární sukcesí lesních společenstev.

Podle našeho šetření bylo zjištěno, že nejvíce ohroženy jsou tímto lýkožroutem LVS buku a jedle a LVS smrku a buku se SLT Lu (Fa), AF (AF), PF (Fap). Rovněž může vážně poškozovat za příhodných podmínek spolu s lýkožroutem lesklým i nižší LVS.

Ve SLT LuAF (Fa) a AF (AF) se s ním začíná objevovat lýkožrout menší, který se vyskytuje se stoupající nadmořskou výškou ve větším počtu a lýkožrout smrkový ubývá, takže v nejvyšších pásmech se tyto dva druhy vyměňují. Toto zjištění uvádějí ve svých pracích také Pfeffer (1932) a Stolina (1969). Lýkožrout menší má hranici svého výškového výskytu posunutou o něco výše než lýkožrout smrkový. Lýkožrout menší obsazuje strom v korunové části na rozhraní zelených větví směrem k vrcholku a se stoupající nadmořskou výškou postupně obsazuje strom i v nižších částech kmene. Jeho výskyt byl zjištěn v LVS buku a jedle, smrku a buku a v LVS smrku ve SLT LuAF (Fa), AF (AF), PF (Fap), PA (FA) a HoP (SoP) s největší frekvencí ve SLT PF (Fap), PA (FA) a HoP (SoP).

Lýkožrout lesklý byl zjištěn ve všech LVS a SLT. Vyskytuje se ve větším nebo menším počtu podle toho, jaké má podmínky k vývoji. V místech, kde zůstává mnoho zbytků po těžbě a nezpracovaných polomů, se jeho počet zvyšuje a může být nebezpečný všem věkovým stupňům smrku. Tento lýkožrout obsazuje korunové části stromů a jednotlivě se objevuje i v nižších částech kmenů. Podle našeho zjištění je jeho frekvence stejnoměrná ve všech zkoumaných SLT.

SOUHRN

Práce objasňuje prostorové rozmístění kůrovců na smrkovém kmeni podle lesních vegetačních stupňů (dubu a buku, buku a jedle, smrku a buku, stupeň smrkový) a v rámci nich převládajících skupin lesních typů.

Smrkový kmen obsazuje lýkožrout smrkový, *Ips typographus* (L.), v celé délce, na dolním a horním konci méně, nejvíce však v místech na rozhraní suchých a zelených větví a části pod zelenými větvemi. Lýkožrout menší, *Ips amitinus* Eichh., nalétává na kmen v korunové části na rozhraní zelených větví směrem k vrcholku, ale i v nižších částech kmene, a to hlavně ve vyšších polohách. Lýkožrout lesklý, *Pityogenes chalcographus* (L.), se vyskytuje v korunových částech stromů a ve větvích, jednotlivě též i v nižších částech kmene. Lýkožrout obecný, *Pityophthorus pityographus* Rtzb., obsazuje koncové části koruny a větve. Lýkohub matný, *Polygraphus polygraphus* (L.), a lýkohub štětinkatý, *Xylechinus pilosus* Rtzb., obsahují kmeny v celé délce, kůrvec pařezový, *Dryocoetes autographus* Rtzb., a lýkohub velký, *Hylurgops glabratus* Zett., v místech, kde se ležící kmeny dotýkají hrabanky. Dřevokaz čárkovaný, *Trypodendron lineatum* (Ol.), se na stojících odumřelých stromech vyskytuje ve spodních částech kmene. Posléze lýkožrout prohloubený, *Pityophthorus exsculptus* Rtzb., a lýkohub haluzkový, *Phthorophloeus spinulosus* Rey, obsazují pouze odumírající větve zdravých, stojících stromů, korohlod smrkový, *Cryphalus abietis* Rtzb., nalétává na koncové části zavadajících větví.

Lýkožrout smrkový nejvíce ohrožuje lesní vegetační stupně buku a jedle, smrku a buku ve skupinách lesních typů *Luzulo-Abieto-Fagetum*,

Piceo-Fagetum a *Abieto-Fagetum*. Lýkožrout menší se vyskytuje nejvíce v lesním vegetačním stupni buku a jedle, smrku a buku a ve stupni smrkovém. Jeho největší frekvence je ve skupině lesních typů *Piceo-Fagetum*, *Piceo-Abietum* a *Homogyno-Piceetum*. Lýkožrout lesklý byl zjištěn ve všech lesních vegetačních stupních i skupinách lesních typů se stejnoměrnou frekvencí.

Došlo dne 5. 7. 1982

Literatura

- BAKKE, A.: Ecological studies on bark beetles (Col., Scol.) associated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Norway with particular reference to the influence of temperature. Medd. Notsk. Skogfor., 1968, s. 447-593
- GOLOVJANKO, Z. S.: K metodike učeta zaraženosti sosen koroedami. Tr. po lesn. opyt. delu Ukrajiny, IV, 1926, s. 1-87
- KANGAS, E.: Über entomologische Analysen und ihre Anwendung. Acta for. fenn., 40, 1954, s. 1-26
- KANGAS, E.: Über die Vertrocknung der Fichtenbestände als Waldkrankheits u. Waldbaufrage. Acta for. fenn., 52, 1946, s. 1-192
- KARPIŃSKI, J. J.: Bostriches de la Forêt de Białowieża au point de vue de la typologie des peuplements. Rozprawy, Warszawa, ser. A., 1933, č. 1, s. 1-67
- KOMÁREK, J.: Studie o kúrovci smrkovém *Ips typographus* L. Lesn. práce, 4, 1925, s. 101-108
- MEZERA, A. — MRÁZ, K. — SAMEK, V.: Stanovištně typologický přehled lesních rostlinných společenstev. Lesprojekt, n. p. Brandýs n. L.
- PFEFFER, A.: Kúrovci ve Vysokých Tatrách. Lesn. práce, 11, 1956, s. 1-23
- PFEFFER, A.: Fauna ČSR. Kúrovci — Scolytidae. Praha, ČSAV 1955
- PFEFFER, A.: Zur Dynamik der an Fichten vorkommenden Borkenkäfer Mitteleuropas. Schweiz. Ztschr. Forstwiss., 8, 1959, s. 555-561
- PLIVA, K. — PRŮŠA, E.: Typologické podklady pěstování lesů. Praha, SZN 1969
- SAALAS, U.: Über die Borkenkäfer und den durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands. Acta for. fenn., 10, 1919, s. 1-415
- STARK, V. N.: Korojedy Chibinskovo masiva. Zaščita rostl., VII, 1929, s. 19-28
- STARK, V. N.: Korojedy. Fauna SSSR. Moskva - Leningrad, 1952
- STOLINA, M.: Der Einfluss der Ipsidenfauna auf die Entwicklung der Struktur von Naturwäldern in den West-Karpatien. Schweiz. Ztschr. Forstwiss., 1, 1969, s. 610-627
- TRÄGÅRDH, I.: Entomological Analysis of Trees. Bull. Ent. Res., Stockholm, 16, 1925, s. 169-174
- TRÄGÅRDH, I.: Entomological analysis of drying trees. Meddn. St. Skogsförs. Anst., 23, 1927, s. 191-216
- TRÄGÅRDH, I.: Investigation of the Fauna of a Dying Tree. Transact. og 4. Int. Congr. Entomol., Stockholm, 1928, s. 773-780
- ZLATNÍK, A.: Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. Brno, 1959

ЗУМП, В. (Entomologický ústav ČSAV, České Budějovice). Пространственное расположение короедов (*Coleoptera, Scolytidae*) на ели обыкновенной (*Picea excelsa* Link) и их индифферентность по лесовегетативным степеням. Lesnictví, 30, 1984 (6): 509-522.

В работе объясняется пространственное расположение короедов на еловом стволе в зависимости от лесовегетативных степеней (дуба и бука, бука и сосны, ели и бука, еловая степень) и преобладающие в их рамках лесотиповые группы.

На еловом стволе еловый короед, *Ips typographus* (L.), располагается по всей длине, менее на верхнем и нижнем концах, больше всего в местах соприкосновения сухих и зеленых веток и в партиях под зелеными ветками. Короед *Ips amitinus* Eichh. обитает в кронах на линии зеленых веток по направлению к верхушкам, но и у пня. Короед-гравер, *Pityogenes chalcographus* (L.), встречается вокруг кроны и в ветках, в отдельных случаях — и в более низких частях ствола. Короед *Pityophthorus pityographus* Rtzb. обитает периферийные партии крон и веток. Короеды *Polygraphus polygraphus* (L.) и *Xylechinus pilosus* Rtzb. живут по всей длине ствола; *Dryocoetes autographus* Rtzb. и лубоец

Hylurgops glabratus Zett. в местах соприкосновения лежащих стволов с лесной подстилкой. Древесинник полосатый, *Trypodendron lineatum* (Ol.), в нижних частях отмерших стоящих деревьев. Только на отмирающих ветках здоровых стоящих деревьев живут *Pityophorus exsculptus* и *Phthorophloeus spinulosus* Rey, а пихтовый малый короед, *Cryphalus abietis* Rtzb., на периферии увядающих веток.

Древоточец больше всего угрожает вегетативным степеням бука и пихты, ели и бука в лесотипах *Luzulo-Abieto-Fagetum*, *Piceo-Fagetum*, *Abieto-Fagetum*. *Ips amitinus* — степени бука и пихты, ели и бука, а также еловой степени, он чаще всего встречается в группе лесотипов *Piceo-Fagetum*, *Piceo-Abietum* и *Homogyno-Piceetum*. Короед-гравер обнаружен на всех степенях и группах лесотипов с равномерным распространением.

лесозащита; энтомология леса; короеды; ель; группы лесотипов

ZUMR, V. (Entomologický ústav ČSAV, České Budějovice). *Spatial Distribution of Bark Beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Norway Spruce (Picea excelsa Link) and their Indifference in relation to Forest Belts*. Lesnictví, 30, 1984 (6) : 509-522.

Spatial distribution of bark beetles is described along a spruce trunk in relation to forest belts (oak and beech, beech and fir, spruce and beech, spruce belts) and groups of forest types prevailing in these belts.

Spruce trunk is attacked by spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) along its whole length, at the base and top in a lower degree, at the bounds of dry and green branches and under green branches in the highest degree. Cembra-fir bark beetles *Ips amitinus* Eichh. fly into the tree-crowns at the bounds of green branches in a direction toward the top, but also in lower parts of the trunk, mainly at higher altitudes. Spruce wood engraver *Pityogenes chalcographus* (L.) was observed inside the tree-crowns and branches. Single beetles were also found in lower parts of the trunk. *Pityophthorus pityographus* Rtzb. beetles attack the terminal parts of tree-crown and branches. *Polygraphus polygraphus* (L.) and *Xylechinus pilosus* Rtzb. beetles attack the trunks along their whole length, *Dryocoetes autographus* Rtzb. and *Hylurgops glabratus* Zett. attack them at the places of contact of lying trunks with forest-floor litter. *Trypodendron lineatum* (Ol.) beetles in standing dead trees occur in the lower parts of the trunk. *Pityophthorus exsculptus* Rtzb. and *Phthorophloeus spinulosus* Rey attack only decaying branches of standing sound trees, *Cryphalus abietis* Rtzb. flies to the terminal parts of withering branches.

The damage caused by spruce bark beetle is the greatest in the forest belts of beech and fir, spruce and beech in the groups of forest types *Luzulo-Abieto-Fagetum*, *Piceo-Fagetum* and *Abieto-Fagetum*. The highest occurrence of cembra-fir bark beetle was observed in the forest belt of beech and fir, spruce and beech and in spruce belt. Its highest frequency was recorded in the group of forest types *Piceo-Fagetum*, *Piceo-Abietum* and *Homogyno-Piceetum*. Spruce wood engraver was found in all forest belts and groups of forest types, its occurrence was balanced.

forest protection; forest entomology; bark beetles; spruce; groups of forest types

Adresa autora:

Ing. Václav ZUMR, CSc., Entomologický ústav ČSAV, Na sádkách 702, 370 05 České Budějovice

ANALÝZA METÓD NA ZISŤOVANIE FYZICKEJ ZDATNOSTI LESNÝCH ROBOTNÍKOV

V. Konrád

KONRÁD, V. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Analýza metód na zisťovanie fyzickej zdatnosti lesných robotníkov*. Lesníctví, 30, 1984 (6) : 523-534.

Práca sa zaoberá rozborom metód určovania fyzickej zdatnosti lesných robotníkov s cieľom navrhnúť spoľahlivú, pomerne jednoduchú metódu. Pre overenie sme vybrali nepriamu metódu kontinuálneho stupňovitého testu. Metóda bola overená na súbore 39 lesných robotníkov vo veku 19 až 57 rokov, ktorí vykonávajú stredne ťažkú až veľmi ťažkú fyzickú prácu. Výsledky potvrdili vhodnosť tejto metódy na vyšetrovanie fyzickej zdatnosti pre potreby fyziológie práce. Fyzická zdatnosť lesných robotníkov bola posudzovaná v závislosti od veku, výšky, hmotnosti a profesie (pilič, traktorista, kočiš). Zistili sme, že zdatnosť lesných robotníkov ŠLP VŠLD je nižšia ako zdatnosť priemernej populácie a prakticky rovnaká ako zdatnosť robotníkov v iných odvetviach. Priemerné hodnoty dosahujú len kočiši, piliči majú asi 95 % priemernej zdatnosti a traktoristi len 88 % priemernej zdatnosti. Priemer celého súboru je o 7 % nižší ako hodnota populácie. Relatívne najmenej zdatná je veková skupina 30—39 rokov.

ergonómia lesnícka; lesný robotník; fyzická zdatnosť

Fyzická zdatnosť človeka, ako rozhodujúca časť ľudskej adaptability, je predmetom skúmania na rozličných pracoviskách a študuje sa z rôznych hľadísk. Z toho vyplývajú aj ťažkosti pri definícii základných pojmov, nejednotnosť metodických postupov pri meraní zdatnosti a rozličná interpretácia výsledkov.

Obecne sa dá zdatnosť definovať ako súbor predpokladov (schopností) organizmu reagovať na podnety prostredia. Pod predpokladmi organizmu treba rozumieť nielen schopnosť pohybovať sa, ale aj regulovať vnútorné funkcie, rozvíjať adaptačné schopnosti, získavať odolnosť a pod. Značný význam majú aj neurofyziológické a psychické funkcie človeka, z ktorých pri výskume zdatnosti má výraznú úlohu predovšetkým motivácia.

Pod fyzickou zdatnosťou môžeme (v zmysle obecnej definície) rozumieť súhrn predpokladov človeka na vykonávanie fyzickej práce, ak nastala primeraná motivácia.

Hlavné činitele ovplyvňujúce fyzickú zdatnosť človeka sú: funkčná zdatnosť, vek, pohlavie, somatický stav, druh a forma svalového zaťaženia, psychické usporiadanie, faktory prostredia atď. Preto pri štúdiu reaktivity človeka na svalové zaťaženie je dôležité sledovať maximum parametrov, ktoré na fyzickú zdatnosť vplývajú a skúmať vzájomné vzťahy medzi meranými veličinami. Mnohé faktory sa navzájom ovplyvňujú a z toho vyplýva veľká variabilita reakcií človeka na svalové zaťaženie.

Podstatou väčšiny dnes používaných metód vyšetrovania fyzickej

zdatnosti je nepriame kalorimetrické meranie pri definovanom zaťažení, kedy sa z množstva spotrebovaného kyslíka usudzuje na veľkosť aerobne vykonanej práce, resp. na množstvo vydané energie. Maximálny pracovný výkon a maximálna spotreba kyslíka (spotreba O_2 pri maximálnej pulzovej frekvencii) sú najdôležitejšie kritériá pre posúdenie funkčnej zdatnosti kardiorespiračného aparátu a s prihliadnutím na ostatné faktory aj pre posúdenie fyzickej zdatnosti (B o r s k ý 1975).

Ako už bolo spomenuté, hlavné ukazovatele fyzickej zdatnosti — maximálny pracovný výkon (P_{wmax}), maximálna spotreba kyslíka (VO_{2max}), maximálna pulzová frekvencia (PF_{max}), spotreba kyslíka na 1 kg hmotnosti (VO_{2max} , kg), maximálny pulzový kyslík (VO_{2max} , PF) a pracovná kapacita pri pulzovej frekvencii $PF = 170 \cdot \text{min}^{-1}$ (W_{170}) — významne závisia od celého radu faktorov.

Tak napríklad u mužov dosahuje VO_{2max} vrcholnú hodnotu vo veku okolo 20 rokov. Od 25—30 rokov života hodnota VO_{2max} trvale klesá a vo veku 70 rokov dosahuje hodnotu asi 50 % dvadsaťročných mužov. Ženy majú hodnotu VO_{2max} okolo 70 % maximálnej spotreby kyslíka mužov, priebeh v závislosti od veku je podobný, ale pokles v období plodnosti je mierny, neskôr prudký.

Zo stručného prehľadu problematiky, ako aj z popisu vyšetrovacích metód uvedených v nasledujúcej kapitole vyplýva, že každá metóda prináša určité problémy a dosiahnuté výsledky sú ovplyvnené radom faktorov. Preto žiadna doteraz známa metóda nemôže byť jednoznačne odporúčaná ako optimálna. Je však možné zostaviť komplex metód vyšetrovania fyzickej zdatnosti, ktorého použitím by bol obraz o fyzickej zdatnosti ucelený. Predpokladá to však:

- a) Na medzinárodnej úrovni dohodnúť, ktoré parametre sa majú merať a určiť hlavné a pomocné kritériá zdatnosti.
- b) Štandardizovať vyšetrovacie metódy a podmienky pri pokusoch.
- c) Štandardizovať prístrojové vybavenie laboratórií.
- d) Stanoviť rovnaký spôsob spracovania a interpretácie výsledkov.
- e) Štandardizovať výber pokusných osôb.

Výhodné by bolo aj navodenie rovnakej psychickej situácie, predovšetkým motivácie vyšetrovaných osôb.

Za týchto podmienok by bolo možné určiť fyzickú zdatnosť populácie, vekových, profesijných a iných skupín a výsledky by boli navzájom porovnateľné a opakovateľné.

V celosvetovom meradle sa od konca šesťdesiatych rokov skúma fyzická zdatnosť v rámci Medzinárodného biologického programu (IBP). V ČSSR bol prieskum v tejto oblasti uzavretý Seligerom a kol. (1976), pričom výsledky sa môžu považovať za priemerné hodnoty našej populácie. Okrem tohoto kolektívu (11 ústavov), kde bola zabezpečená jednotná metodika a jednotné prístrojové vybavenie, bola fyzická zdatnosť vyšetrovaná na viacerých pracoviskách s rôznym prístrojovým vybavením a pri použití rozličných metód.

Cieľom tejto práce bolo predovšetkým vybrať a overiť vhodnú metódu merania fyzickej zdatnosti. Metóda by mala byť jednoduchá, spoľahlivá a dostatočne presná. Okrem toho sú v príspevku uvedené výsledky merania fyzickej zdatnosti lesných robotníkov Školského lesného podniku Vysokej školy lesníckej a drevárskej zo Zvolene (ŠLP VŠLD), ktorí pracujú v ťažbe a sústreďovaní dreva.

Na stanovenie VO_{2max} , PF_{max} , prípadne ďalších kritérií telesnej zdatnosti, bolo vypracovaných niekoľko metód. Medzi najjednoduchšie, ale aj najmenej presné, patria metódy založené na meraní pulzovej frekvencie (PF) pri veľmi intenzívnom zaťažení.

Klasickou metódou v tejto oblasti je harvardský step-test, ktorý spočíva vo vystupovaní na 25 cm vysoký stupeň frekvenciou $30 \cdot \text{min}^{-1}$ trikrát po 5 min s päťminútovou prestávkou na zotavenie. Pôvodne vypracovaný test je vhodný pre osoby vo veku 18 až 25 rokov, alebo pre tréňovaných športovcov. Preto vznikol celý rad modifikácií vystupovacieho testu, pričom sa mení výška stupňa aj frekvencia vystupovania. Jednou z posledne uverejnených modifikácií step-testu je tzv. orientačný test fyzickej zdatnosti (test A), ktorý popisuje Podlešák (1978).

Výhodou tohoto testu je pomerne nenáročné technické vybavenie a použiteľnosť aj mimo laboratória. Značnou nevýhodou tejto metódy je to, že pri výpočte VO_{2max} sa vychádza z predpokladaných hodnôt s malou spoľahlivosťou. Tento test bol vyskúšaný na skupine študentov VŠLD vo Zvolene a výsledky dokázali, že takto stanovená hodnota VO_{2max} nemôže byť použitá ako východiskové kritérium fyzickej zdatnosti pre značné rozdiely pri opakovaných meraniach v rovnakých podmienkach.

Metódy merania spotreby kyslíka pri definovanej záťaži sú podstatne presnejšie, ale vyžadujú zložité prístrojové vybavenie a často aj laboratórne podmienky. Najčastejšie sa človek zaťažuje prácou na bicyklovom ergometri, prípadne behom na bežiacom koberci. Práca na ergometri má výhodu v presnom určení záťaže pri pomerne stálej polohe hlavy a trupu.

Základnou metódou na priame určovanie VO_{2max} a PF_{max} je v súčasnosti tzv. test IBP, ktorý bol vypracovaný v rámci Medzinárodného biologického programu. V ČSSR sa použil skrátený postup, kedy po troch submaximálnych stupňoch záťaže nasleduje po krátkej prestávke maximálna záťaž. Veľkosť záťaže sa určuje podľa hmotnosti vyšetrovanej osoby, pri maximálnej záťaži sa práca ergometra (WE) zvyšuje každú minútu o 15 W. Toto zvyšovanie pokračuje až do subjektívneho vyčerpania.

Borský a kol. (1975) modifikovali pri vyšetrovaní fyzickej zdatnosti manuálne pracujúcich mužov test IBP tak, že u všetkých osôb boli použité rovnaké submaximálne zaťaženia (49 W, 82 W, 114 W a u najzdatnejších aj 163 W), maximálna záťaž začínala pri $WE = 147$ W a každú minútu bola zvyšovaná o 16 W.

Jiráček (1977, 1979) pri vyšetrovaní fyzickej zdatnosti použil štandardný záťažový test podľa Hollmanna. Princíp testovania spočíva v nepretržitej jazde na ergometri od záťaže $WE = 30$ W a každé tri minúty sa zaťaženie zvyšuje o 40 W až do maxima. Takto stanovené hodnoty VO_{2max} sú priemerne o 6,65 % nižšie ako podľa testu IBP.

Volný (1980) pri vyšetrovaní fyzickej zdatnosti starších pracovníkov použil iba tri submaximálne záťažové stupne — 50, 100 a 150 W a z porovnávania údajov o PF a VO_2 medzi vekovými skupinami a profesiami určuje relatívnu zdatnosť.

Podlešák (1978) modifikoval Hollmannov štandardný test na priame i nepriame zisťovanie maximálnych hodnôt PF a VO_2 . Pri pria-

mom teste je postup rovnaký ako u Jiráka a vyšetrovanie končí, keď vyšetrovaná osoba nie je schopná udržať predpísanú frekvenciu otáčok ergometra, alebo ak nastanú indikácie pre prerušenie testu.

Pri nepriamom teste sa postupuje v podstate podľa Hollmanna, ale vyšetrovanie sa ukončí u osôb do 30 rokov pri dosiahnutí $PF = 170 \cdot \text{min}^{-1}$, u starších osôb sa hranica PF znižuje o 10 pulzov na každé dekádnium veku. $VO_2\text{max}$ sa potom stanovuje buď lineárnou extrapoláciou na priemernú PF_{max} danej vekovej skupiny, alebo nepriamo vyčíslením rovníc pre spotrebu kyslíka zodpovedajúcu $2/3$ príslušnej PF_{max} . Takto modifikovaný Hollmannov test, nazývaný tiež kontinuálny stupňovitý test fyzickej zdatnosti, je relatívne jednoduchý a pre vyšetrované osoby nie je veľmi namáhavý. Preto sme sa rozhodli vyskúšať túto metódu vyšetrovania fyzickej zdatnosti na skupine lesných robotníkov a overiť jej spoľahlivosť a porovnateľnosť s výsledkami získanými priamym spôsobom.

Vyšetrovaný súbor tvorilo 39 lesných robotníkov ŠLP VŠLD, pracujúcich v ťažbe a sústreďovaní dreva. Vekové rozpätie bolo od 19 do 57 rokov. Všetci sledovaní robotníci boli zdraví a pred testovaním vyšetrení u lekára.

Meranie prebehlo v ergonomickom laboratóriu Katedry lesnej ťažby a mechanizácie VŠLD v dopoludňajších hodinách v normálnych mikroklimatických podmienkach.

Pred testovaním boli zmerané pokojové hodnoty PF a VO_2 , zistila sa telesná výška a hmotnosť a získali sa niektoré ďalšie údaje, ktoré môžu mať na výsledok a interpretáciu testu vplyv.

Pred vyšetrením bola každá osoba zoznamená s účelom testu a s postupom testovania, predviedli sa všetky prístroje v činnosti a vykonal sa zácvik v jazde na ergometri. Takto sa zmenšili psychické zábrany a vyvolala sa potrebná motivácia. Podľa našich skúseností sa dobrá motivácia dosiahne vtedy, ak sa princíp testu ukáže priamo na tretej osobe a výsledky sa hneď komentujú.

Samotný test zdatnosti začínal na $WE = 30 \text{ W}$ a každé 3 minúty sa záťaž zvyšovala o 40 W až po dosiahnutie PF , pri ktorej sa vyšetrovanie má ukončiť. Otáčky ergometra boli udržiavané na $60 \cdot \text{min}^{-1}$. Počas celého testu bola registrovaná pulzová frekvencia, spotreba kyslíka, vylučovanie kysličníka uhličitého (CO_2) a dychová frekvencia. Do protokolu boli zapisované priemerné hodnoty poslednej polminúty príslušného záťažového stupňa.

Prvotné spracovanie výsledkov spočívalo vo výpočte údajov o spotrebe kyslíka, o výdaji energie, o účinnosti práce v každom záťažovom stupni a vo výpočte individuálnych ukazovateľov zdatnosti. Výpočty boli vykonávané samočinným počítačom podľa zvlášť vypracovaného programu.

Druhý stupeň spracovania výsledkov spočíval vo vyrovnaní zistených údajov jednotlivých vyšetrovaných osôb podľa veku, výšky a hmotnosti. Ako vyrovnávajúce krivky boli použité paraboly a hyperboly prvého až tretieho stupňa. Za kritérium vhodnosti krivky slúžila hodnota indexu korelácie a strednej kvadratickej odchýlky. Pri málo odlišných hodnotách indexu korelácie bola použitá krivka s jednoduchším priebehom.

Okrem toho boli pre jednotlivé vekové, výškové a hmotnostné skupiny vypočítané základné štatistické charakteristiky. Rovnaké výpočty boli urobené aj pre celý súbor a profesijné skupiny. Pretože pri práci v komplexných čatách pracuje veľa robotníkov ako píliči a traktoristi, do profesijnej skupiny boli zaradení podľa toho, ktorá činnosť bola u nich v prevahe.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri hodnotení výsledkov som vychádzal zo skutočnosti, že funkčný a telesný stav organizmu je podmienený najmä vekom a s ním spojenými fyziologickými zmenami. Súbor robotníkov bol preto rozdelený do štyroch vekových skupín s intervalom 10 rokov. Podobne bol súbor rozdelený do skupín podľa výšky, hmotnosti a profesie (pilič, traktorista a kočíš).

V tabuľkách výsledkov sú uvedené hodnoty veku v rokoch, výšky v cm, hmotnosti v kg, spotreba kyslíka ($\dot{V}O_2$) v $l \cdot min^{-1}$, spotreba kyslíka na 1 kg hmotnosti ($\dot{V}O_2 kg$) v $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$, pulzového kyslíka ($\dot{V}O_2 PF$) v $ml \cdot pulz^{-1}$ a pracovnej kapacity ($W 170$) vo W.

Priemerné hodnoty veku, výšky, hmotnosti a pokojové hodnoty sledovaných fyziologických parametrov súboru robotníkov sú uvedené v tabuľke I. V tabuľke II sú vyrovnané hodnoty týchto parametrov.

I. Priemerné hodnoty veku, výšky, hmotnosti a pokojové hodnoty sledovaných fyziologických parametrov vekových skupín ($\bar{x}$) a zodpovedajúce smerodajné odchýlky (s). — Average values of age, height and weight and rest values of the studied physiological parameters of age groups ($\bar{x}$) and relevant standard deviations (s)

Veková skupina		n	Vek	Výška	Hmotnosť	PF	$\dot{V}O_2$	$\dot{V}O_2 kg$	$\dot{V}O_2 PF$
20–29	$\bar{x}$	9	25,7	174,7	77,1	77,1	0,43	5,52	5,30
	s		3,13	5,33	5,17	6,33	0,10	1,34	1,25
30–39	$\bar{x}$	13	35,4	171,0	76,8	76,3	0,44	5,69	5,56
	s		2,98	3,19	8,90	6,02	0,09	1,15	1,38
40–49	$\bar{x}$	8	43,0	171,8	78,0	76,6	0,43	5,58	5,68
	s		1,41	5,21	10,40	4,92	0,05	0,83	1,22
50–59	$\bar{x}$	9	53,4	169,9	71,6	75,1	0,41	5,69	5,33
	s		2,79	4,72	7,69	4,82	0,07	0,95	1,29
celý súbor	$\bar{x}$	39	38,9	171,7	75,9	76,7	0,42	5,63	5,47
	s		10,21	4,86	8,62	5,50	0,08	0,80	1,28

II. Vyrovnané hodnoty veku, výšky, hmotnosti a pokojových fyziologických parametrov vekových skupín lesných robotníkov. — Smoothed values of age, height and weight and physiological parameters at rest in the age groups of forest workers

Veková skupina	Vek	Výška	Hmotnosť	PF	$\dot{V}O_2$	$\dot{V}O_2 kg$	$\dot{V}O_2 PF$
20–29	25	175,2	78,9	77,5	0,44	5,56	5,57
30–39	35	171,9	77,6	76,9	0,43	5,60	5,54
40–49	45	169,9	74,8	76,4	0,42	5,56	5,50
50–59	55	169,4	70,6	75,8	0,41	5,70	5,47

III. Priemerné ($\bar{x}$) a vyrovnané hodnoty ukazovateľov fyzickej zdatnosti vekových skupín lesných robotníkov a zodpovedajúce smerodajné odchýlky (s). — Average ($\bar{x}$) and smoothed values of physical fitness parameters in the age groups of forest workers and relevant standard deviations (s)

Veková skupina		Priemerné hodnoty					Vyrovnané hodnoty				
		PFmax	$\dot{V}O_2\text{max}$	$\dot{V}O_2\text{max}$, kg	$\dot{V}O_2\text{max}$, PF	W170	PFmax	$\dot{V}O_2\text{max}$	$\dot{V}O_2\text{max}$, kg	$\dot{V}O_2\text{max}$, PF	W170
20—29	$\bar{x}$	190,9	3,05	39,5	16,0	174,6	191	3,03	38,0	15,8	172
	s	1,59	0,44	5,00	2,30	28,9					
30—39	$\bar{x}$	186,0	2,60	34,1	14,0	150,9	186	2,70	35,2	14,6	156
	s	1,57	0,30	4,48	1,53	23,1					
40—49	$\bar{x}$	182,3	2,72	35,1	14,9	165,5	181	2,57	34,9	14,0	156
	s	0,66	0,37	4,26	2,06	32,3					
50—59	$\bar{x}$	177,1	2,52	35,3	13,7	156,8	176	2,51	35,2	13,6	159
	s	1,51	0,32	3,82	1,14	20,9					
Celý súbor	$\bar{x}$	184,1	2,71	35,8	14,6	160,7	—	—	—	—	—
	s	1,38	0,41	4,88	1,98	27,8					

IV. Priemerné a vyrovnané hodnoty ukazovateľov fyzickej zdatnosti v závislosti od výšky. — Average and smoothed values of physical fitness parameters in relation to height

Výška	Priemerné hodnoty				Vyrovnané hodnoty		
	výška	$\dot{V}O_{2max}$	$\dot{V}O_{2max}$, kg	W170	$\dot{V}O_{2max}$	$\dot{V}O_{2max}$, kg	W170
160					2,22	34,3	136
165	165,6	2,48	36,1	151	2,42	34,9	147
170	171,2	2,66	36,8	161	2,62	35,4	158
175	176,7	2,88	35,2	169	2,82	35,9	179
180					3,02	36,4	190

V. Priemerné a vyrovnané hodnoty ukazovateľov fyzickej zdatnosti v závislosti od hmotnosti. — Average and smoothed values of physical fitness parameters in relation to weight

Hmotnosť	Priemerné hodnoty				Vyrovnané hodnoty		
	hmotnosť	$\dot{V}O_{2max}$	$\dot{V}O_{2max}$, kg	W170	$\dot{V}O_{2max}$	$\dot{V}O_{2max}$, kg	W170
60					2,34	38,3	139
65	64,8	2,46	38,0	146	2,46	37,4	146
70					2,57	36,6	153
75	75,0	2,62	34,6	159	2,68	35,7	160
80					2,79	34,9	168
85	84,3	2,97	35,0	176	2,90	34,0	175
90					3,01	33,2	182

Na doplnenie prehľadu treba uviesť, že podiel fajčiarov v súbore činil 60 % pri priemernom počte 23 cigarety denne. Z hľadiska požívania alkoholických nápojov iba 8 % nepije vôbec, 51 % pije občas, 28 % pravidelne menej a 13 % pravidelne viac.

Priemerné a vyrovnané hodnoty ukazovateľov fyzickej zdatnosti v závislosti od veku sú uvedené v tabuľke III. Hodnoty PF_{max} , $\dot{V}O_{2max}$ a $\dot{V}O_{2max}$, PF s vekom klesajú. Hodnoty $\dot{V}O_{2max}$, kg a W 170 majú minimum pri veku okolo 40 rokov. Je to spôsobené pravdepodobne väčším počtom traktoristov v tejto skupine a ako je uvedené neskôr, zdatnosť traktoristov je nižšia.

Priemerné a vyrovnané hodnoty ukazovateľov fyzickej zdatnosti v závislosti od výšky sú v tabuľke IV a v závislosti od hmotnosti v ta-

VI. Priemerné základné charakteristiky a ukazovatele fyzickej zdatnosti profesií lesných robotníkov ($\bar{x}$) a zodpovedajúce smerodajné odchýlky. — Average basic characteristics and physical fitness parameters in the occupations of forest workers ($\bar{x}$) and relevant standard deviations

Profesia		<i>n</i>	Vek	Výška	Hmotnosť	PF _{max}	VO ₂ max	VO ₂ max, kg	W170
Pilič	$\bar{x}$	22	40,8	172,0	74,0	183,4	2,72	36,7	162,8
	<i>s</i>		10,60	5,15	8,18	5,40	0,42	5,10	28,6
Trakto-rista	$\bar{x}$	13	36,3	172,1	80,3	185,4	2,63	33,1	153,9
	<i>s</i>		8,14	3,61	8,95	4,03	0,36	3,13	25,7
Kočiš	$\bar{x}$	4	36,2	169,0	72,2	184,8	2,91	40,1	171,5
	<i>s</i>		12,07	5,79	5,80	3,37	0,44	3,12	24,6
Celý súbor	$\bar{x}$	39	38,9	171,7	75,9	184,1	2,71	35,8	160,7
	<i>s</i>		10,21	4,86	8,62	4,38	0,41	4,88	27,8

bulke V. Prakticky všetky sledované ukazovatele zdatnosti s výškou aj hmotnosťou stúpajú, okrem VO₂max. kg, ktorý s hmotnosťou klesá.

Priemerné základné charakteristiky a hodnoty ukazovateľov fyzickej zdatnosti podľa profesií sú uvedené v tabuľke VI. Traktoristi sú najvyšší a výrazne najťažší, ale ich fyzická zdatnosť je najnižšia.

V práci získané výsledky sú porovnané predovšetkým so štandardom československej populácie podľa Seligera a Bartůňka (1976). Okrem toho sú výsledky vyšetrovania fyzickej zdatnosti porovnávané s hodnotami, ktoré u manuálne pracujúcich zistil Jiráček (1977, 1979), Borský (1975) a Volný (1980).

Borský a kol. vyšetrili súbor 34 robotníkov, pracujúcich manuálne pri vykladaní a nakladaní materiálu a 11 železničných posunovačov. Jiráček (1977) uvádza výsledky vyšetrovania 716 mužov ostravskej priemyselnej populácie (koksárenskí pracovníci, baníci — raziči, banskí záchranári, sklárski robotníci a skupina lesných robotníkov). Jiráček (1978) prezentuje výsledky súboru 95 banských záchranárov a Volný (1980) vyšetril skupinu 55 starších pracovníkov, z ktorých 28 vykonávalo ťažšiu fyzickú prácu.

Priemerné výšky nášho súboru sú výrazne menšie ako priemer populácie, ale zhodujú sa s hodnotami súborov Jiráčka a Borského. Ak prijmeme predpoklad, že manuálne pracujúci vykonávajú ťažšiu fyzickú prácu už v období rastu, potom fyzická práca vplýva na telesnú výšku nepriaznivo.

Hmotnosť lesných robotníkov je (okrem prvej vekovej skupiny) nižšia, a s vekom, na rozdiel od priemernej populácie, klesá. Podobnú závislosť zistil u lesných robotníkov aj Jiráček (1977) keď uvádza, že lesní robotníci mali výrazne nižšiu hmotnosť.

Pokožová pulzová frekvencia súboru je vyššia ako priemer populácie, podobne ako aj priemer, ktorý udáva Borský (1975). Je však nižšia ako hodnoty získané Jiráčkom. Rozdiely sú spôsobené skôr spôsobom zisťovania PF_R a psychickými faktormi než fyziologickými dôvodmi.

Ak posudzujeme súbor lesných robotníkov podľa Podlešáka (1978), potom 10 % robotníkov malo nadpriemernú výšku, 42,5 % priemernú výšku, podpriemernú výšku malo 40 % robotníkov a hlboko pod priemerom bolo 7,5 % robotníkov. Celkove je výška robotníkov podpriemerná až priemerná.

Pri hodnotení hmotnosti boli určené tieto relatívne početnosti: 7,5 % vysokonadpriemerná, 20 % nadpriemerná, 35 % priemerná, 22,5 % podpriemerná a 15 % hlbokopodpriemerná. Celkove je hmotnosť súboru podľa týchto kritérií priemerná, podľa profesií je však situácia odlišná.

Relatívne rozdelenie podľa VO_{2max} je takéto: 2,5 % vysoko nad priemerom, 25 % nad priemerom, 27,5 % priemerné a 37,5 % pod priemerom. Celkove možno považovať náš súbor za mierne podpriemerný.

Hodnotenie podľa VO_{2max} , kg je: 30 % nad priemerom, 47,5 % priemer a 22,5 % pod priemerom. Tento ukazovateľ je celkove na priemernej úrovni.

Ak porovnáme zistené hodnoty ukazovateľov fyzickej zdatnosti s údajmi iných autorov (tabuľka VII) zistíme, že VO_{2max} nášho súboru je nižšia ako hodnoty priemernej populácie (okrem poslednej vekovej skupiny), ale pomerne dobre sa zhoduje s výsledkami Borského (1975) a Jiráka (1976). Banskí záchranári majú hodnoty vyššie, ale u nich je veľké fyzické zaťaženie krátkodobé a väčšinu času sú zamestnávaní ľahšími prácami. Vyššia hodnota VO_{2max} najstaršej vekovej skupiny vyplýva z toho, že naše údaje boli vyrovnané parabolou druhého stupňa, ktorá lepšie vystihuje priebeh hodnôt v našom súbore a hodnoty ostatných autorov klesajú podľa priamky. Ak by sa aj v našom prípade použila regresná priamka, VO_{2max} vekovej skupiny 50–59 rokov by bola $2,41 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$.

Spotreba kyslíka na 1 kg hmotnosti má tiež nižšiu hodnotu ako priemer populácie, s výnimkou poslednej vekovej skupiny. Nižšie hodnoty zistili aj Borský a Jiráka. Vysoká VO_{2max} , kg najstarších robotníkov vplýva opäť zo spôsobu vyrovnania hodnôt. Výsledky značne ovplyvnila výrazne nižšia hmotnosť robotníkov oproti priemernej populácii. Hmotnosť robotníkov v piatom decéniu je nižšia o 5 kg a v šiestom decéniu sú lesní robotníci ľahší v priemere o 9 kg.

Maximálne hodnoty pulzového kyslíka meraného súboru sú nižšie ako výsledky ostatných autorov. Príčina je pravdepodobne v tom, že vo výpočte boli použité hodnoty PF_{max} priemernej populácie, kým skutočná PF_{max} manuálne pracujúcich je (ako je uvedené neskôr) nižšia. Ak by boli údaje VO_{2max} , PF prepočítané na tieto hodnoty, v podstate by sa zhodovali s výsledkami iných autorov.

Z porovnania získaných údajov s hodnotami priemernej populácie a s prihliadnutím na výsledky vyšetrenia zdatnosti podobných profesijských skupín vyplýva, že fyzická zdatnosť manuálne pracujúcich mužov s vyšším stupňom zaťaženia nedosahuje úroveň zdatnosti priemernej populácie.

K podobnému záveru dospel aj Volný (1980), keď zistil, že pri rovnakej záťaži ergometra mali osoby vykonávajúce ťažšiu prácu výrazne vyššiu PF a VO_2 ako osoby vykonávajúce ľahkú prácu bez ohľadu na vek, v rozpätí 40 až 60 rokov (mladších pracovníkov autor nevyšetroval). To značí, že pracujú s vyšším percentom aerobnej kapacity a s väčšou námahou, teda sú fyzicky menej zdatní.

VII. Porovnanie vyrovnaných hodnôt ukazovateľov fyzickej zdatnosti s výsledkami iných autorov. — Confrontation of the smoothed values of physical fitness parameters with the results given by other authors

Veličina	Veková skupina	Náš súbor	Seliger 1976	Seliger 1975	Jiráček 1977	Jiráček 1979	Borský 1975
$\dot{V}O_{2\max}$	20–29	3,03	3,24	3,36	3,06	3,13	3,01
	30–39	2,70	3,01	3,11	2,82	2,02	2,88
	40–49	2,57	2,75	2,60	2,67	2,81	2,53
	50–59	2,51	2,49	2,55	2,33	2,12 ⁺	2,28
$\dot{V}O_{2\max}$, kg	20–29	38,0	43,2	43,5	41,7	38,3	42,2
	30–39	35,2	39,3	38,7	37,4	37,6	36,6
	40–49	34,9	35,8	34,9	34,7	34,8	34,9
	50–59	35,2	32,6	33,3	29,6	28,4 ⁺	31,8
$VO_{2\max}$, PF	20–29	15,8	16,6		16,5	16,9	16,2
	30–39	14,6	16,1		15,9	16,8	15,9
	40–49	14,0	15,5		15,4	16,5	14,6
	50–59	13,6	14,8		14,2	13,1 ⁺	14,9
W170	20–29	172	192				
	30–39	156	195				
	40–49	156	195				
	50–59	159	195				

+ veková skupina 50–55 rokov

Preto možno v zhode s názormi Borského (1978) a Jiráčka (1977, 1979) vysloviť pochybnosť o tréningovom efekte ťažkej fyzickej práce na dýchací a obehový systém. Zdá sa naopak, že hlavne obehový systém sa pri trvalom fyzickom zaťažení, kde sa dosahuje PF okolo 115 až 120, skôr opotrebuje. Adaptácia kardiovaskulárneho a respiračného aparátu na fyzickú záťaž nastáva až pri intenzívnom zaťažení, keď PF je nad 150 . min⁻¹ (Hollmann, cit. Jiráček (1977)). V prípade lesných robotníkov tu negatívnu úlohu zohrávajú aj nepriaznivé klimatické podmienky pri práci a nepravidelná a málo pestrá strava.

Pracovná kapacita W 170 nášho súboru je podstatne nižšia ako kapacita priemernej populácie a s vekom klesá. Problémy so spoľahlivým zistením W 170 podrobne komentujú Borský (1975) a Seliger (1975), ktorí tvrdia, že prakticky rovnaká hodnota W 170 vo vekovom rozpätí 25 až 60 rokov je spôsobená metodickou chybou a nerešpekto-

vaním znižujúcej sa PF s vekom. Je logické, že keď fyzická zdatnosť s vekom klesá, rovnakú hodnotu PF dosiahnu staršie osoby pri nižšej záťaži ergometra a naopak, pri rovnakej záťaži majú starší pracovníci vyššiu PF, viacej sa namáhajú. Preto aj hodnota W 170 by mala s vekom klesať.

Pomerne dobrá zhoda výsledkov s údajmi autorov, ktorí vyšetrovali zdatnosť fyzicky pracujúcich osôb a použili odlišné metódy — modifikovaný test IBP a Hollmannov priamy stupňovitý test, dokazuje, že nepriame stanovenie VO_{2max} kontinuálnym stupňovitým testom je použiteľná a spoľahlivá metóda. Samotná záťaž trvá u veľmi zdatných osôb najviac 21 min ($WE = 270$ W), priemerná doba zaťaženia je 12 až 15 min. Výkon sa nestupňuje až do maxima, ale zaťažovanie sa ukončí pri dosiahnutí predom určenej PF, alebo pri príznakoch pre prerušenie testu. Vyšetrenie preto nevyvoláva psychické zábrany a je možno test opakovať s primeraným časovým odstupom u tej istej skupiny sledovaných osôb. Otázne je však použitie PF_{max} pri extrapolácii VO_2 na VO_{2max} . Ukazuje sa, že extrapolácia podľa PF_{max} priemernej populácie dáva hodnoty VO_{2max} zodpovedajúce vyšetrovaným osobám. Naproti tomu použitie tejto PF_{max} spôsobuje skreslenie hodnôt VO_{2max} , PF. Táto otázka vyžaduje podrobnejšie preskúmanie zvlášť preto, že zo súboru 2186 mužov s vekovým rozpätím 12 až 60 rokov, ktorých vyšetroval kolektív pod vedením Selingera, malo 85 % mužov sedavé zamestnanie s veľmi ľahkým až ľahkým zaťažením. Hodnoty populácie ČSSR preto nemôžu platiť pre ťažšiu fyzickú prácu, ktorá výraznejšie negatívne ovplyvňuje zdatnosť vo vyššom veku. Preto sa za vhodnejšie môžu považovať hodnoty PF_{max} , ktoré zistili Jiráček a Borský pri vyšetrení 750 ťažšie fyzicky pracujúcich mužov rôznych profesií s rozpätím 20 až 60 rokov.

Došlo dne 12. 5. 1983

Literatúra

- BORSKÝ, I. a kol.: Reaktivita ľudského organizmu pri rôznych formách svalového zaťaženia. Výskumná správa, VÚHPCHP, Bratislava 1975, 316 s.
- JIRÁK, Z. — ZLÁMAL, J.: Výsledky šetření fyzické zdatnosti vybraných skupin průmyslové populace Severomoravského kraje. Prac. lékařství 9, 1977, s. 333-337
- JIRÁK, Z. — LOJOVÁ, E.: Výsledky šetření fyzické zdatnosti důlních záchranářů a pracovní zátěž v akci za modelových podmínek. Prac. lékařství, 2, 1979, s. 43-48
- PODLEŠÁK, K.: Testy fyzické zdatnosti. AHEM, příloha č. 11, I. díl, Praha 1978, s. 17-49
- SELIGER, V.: Metody a výsledky celostátního výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva. Díl I—V, UK Praha, 1975
- SELIGER, V. — BARTŮNĚK, Z.: Mean values of various indices of physical fitness in the investigation of Czechoslovak population aged 12—55 years. ČSTV, Praha 1976
- VOLNÝ, J. — BAKALÁŘ, V.: Fyzická zdatnost u starších pracovníků s různou pracovní zátěží. Prac. lékařství, 10, 1980, s. 329-333

КОНРАД, В. (Vysoká škola lesnická a dřevářská, Zvolen). Анализ методов определения физических способностей лесных рабочих. Lesnictví, 30, 1984 (2) : 523-534.

Работа посвящена анализу методов определения физических способностей лесных рабочих с целью предложить надежный, сравнительно простой метод. Для проверки мы избрали косвенный метод непрерывного постепенно усиливающегося испытания. Метод проверяли на совокупности 39 лесных рабочих в возрасте от 19 до 57 лет, выполняющих среднетяже-

лую и вплоть до очень тяжелой физической работы. Результаты подтвердили пригодность этого метода обследования физических способностей для потребностей физиологии труда.

Физические способности рабочих оценивались с учетом возраста, роста, массы и профессии (лесоруб, тракторист, кучер). Установили, что физическая крепость лесных рабочих Учебного лесхоза ИЛХДП ниже, чем у средней популяции и по существу равна физической крепости рабочих в других отраслях. Средних значений достигают лишь кучера, тогда как лесорубы достигают около 95 % средней крепости, а трактористы лишь 88 % средней физической крепости. Средние показатели всей совокупности на 7 % ниже значений всей популяции. Относительно наименее развита возрастная группа от 30 до 39 лет.

эргономия лесная; лесной рабочий; физическая способность

KONRÁD, V. (Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen). *Analysis of Methods of Determining Physical Fitness of Forest Workers*. Lesníctví, 30, 1984 (6) : 523-534.

Methods of determining the physical fitness of forest workers are analyzed to propose a reliable, simple method. An indirect method of continual gradual test has been chosen to be tested. The method was verified in a set of 39 forest workers at the age of 19—57 years who do medium-hard to very hard physical works. This method was demonstrated to be suitable for examination of physical fitness by means of work physiology.

Physical fitness of forest workers was evaluated in relation to age, height, weight and occupation (logger, tractor driver, horse driver). The fitness of forest workers of the School Forest Farm of the College of Forestry and Woodworking was found to be lower than the average fitness of the population and practically the same as that of workers in the other industrial branches. The average values were found only in horse drivers, they made 95 % of the average fitness in loggers and 88 % in tractor drivers. The average value of the whole set of workers is by 7 % lower than that of the whole population. The relatively worst fitness was observed in the age group 30—39 years.

forest ergonomics; forest worker; physical fitness

Adresa autora:

Ing. Vladimír Konrád, CSc., Vysoká škola lesnícka a drevárska, 960 53 Zvolen

DÁLKOVÝ PRŮZKUM ZEMĚ A LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

V posledním desetiletí se na celém světě prudce rozvíjely techniky dálkového průzkumu a jejich široké využívání v národním hospodářství. Také lesnictví výrazně pokročilo ve využívání těchto zdrojů informací. Toto odvětví má maximální předpoklady pro aplikaci dálkového průzkumu vzhledem k rozloze lesů v krajině a způsobům využívání tohoto přírodního zdroje lesním hospodářstvím.

APLIKACE DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU V LESNICTVÍ

Možnosti využití DPZ v lesním hospodářství lze shrnout do dvou hlavních oblastí:

1. Oblast zjišťování stavu a hospodářské úpravy lesů; doplnění měřičských podkladů a prohloubení poznatků o druhové a věkové skladbě, počtu stromů a zásobách porostů, vývoji porostů z hlediska péče o zásobu, výchovných a obnovných postupů apod.

2. Oblast biologie, ekologie, pěstování a ochrany lesů; monitorace negativních vlivů na les — zjišťování kouřových škod na lesních porostech, kontrola abiotického poškození lesních porostů především sněhovými a větrnými polomy; podchycení a sledování kalamitního přemnožení škůdců, výskytu nemocí a chorob; sledování vzniku a vývoje eroze, zamokření půd, hydrologických procesů a změn stanovištních podmínek.

Ze všech možností aplikace je největší pozornost zejména ve střední Evropě soustředěna do oblasti monitorace negativních vlivů průmyslu a energetiky v krajině z hlediska racionálního využívání přírodních zdrojů a ochrany životního prostředí.

Využití DPZ v lesnictví je v sousedních státech nejvíce rozvinuto v NDR (VEB Forstprojektierung Potsdam), kde zejména v imisní oblasti Krušných hor je vizuální interpretace leteckých snímků na spektrozónálních materiálech používána z 90 % pro stanovení stupně poškození lesních porostů imisemi (Pelz, Materna, Vinš 1981, Vinš 1982). V letech 1975—1981 byla v Polsku ověřována možnost aplikace leteckých snímků

na infračerveném materiálu pro stanovení stupně poškození borových porostů (středisko OPOLIS — Varšava, IBL — Varšava, BUL — Krakov) a výsledky vizuální interpretace byly konfrontovány s výsledky v praxi realizovaného terestrického stanovení stupně poškození (Bosiak a kol. 1982, Vinš a Sobocký 1982). Rozvinutí metod DPZ je věnována velká pozornost především v NSR (AFZ 1980, Kenneweg 1980, 1981, Rhode 1977), v Rakousku (Mondre a Pollanschütz 1981) a Švýcarsku (Scherrer a kol. 1981, Oester a kol. 1981). Podle světové literatury je výrazného pokroku dosaženo v SSSR (Tomeš a Bursa 1981, Jeřábek 1979), v USA (Avery 1978, Heller 1978, Murtha 1978, Richardson 1979, Watkins 1978) a Kanadě (Purisch 1981). Bibliografie publikací o zjišťování škod v lesnictví a zemědělství technikou dálkového průzkumu za období 1969—1979 obsahuje 806 titulů (Henninger a Hildebrandt 1980). V posledních letech se výrazně rozšířil objem prací věnovaných využití dálkového průzkumu Země i v Československu (Anon. 1981, Faïman 1982, Jeřábek 1979, 1980, Klimešová a Jirátk 1981, Kolář 1980, 1981, Materna, Vinš, Pelz a Pofahl 1981, Tollinger a Husák 1982, Tomeš a Bursa 1981, Trnka 1981, Vinš 1980, 1981, 1982, Vinš a Sobocký 1982).

STAV OVĚŘOVÁNÍ APLIKAČNÍCH MOŽNOSTÍ DPZ V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ ČSR

VÚLHM zajišťoval v 6. pětiletce využití těchto metod v omezeném měřítku pro interpretaci poškození lesních porostů imisemi (ve spolupráci s Lesprojektem a v rámci dvoustranné dohody o vědeckotechnické spolupráci mezi ČSSR a NDR na úseku lesního hospodářství). Realizace těchto výzkumů narážela na četné překážky zejména při získávání interpretačních podkladů (letecké snímkování). V posledních letech 6. pětilet-

ky došlo v ČSSR k výraznému pokroku v technickém zabezpečení i organizaci DPZ v národním hospodářství. Na základě usnesení vlády ČSSR č. 249/1977 bylo dne 1. 1. 1978 zřízeno v resortu Českého úřadu geografického a kartografického Středisko dálkového průzkumu Země. Středisko zabezpečuje koordinaci v oblasti zhotovování a využívání multispektrálních leteckých snímků a dalších činností dálkového průzkumu Země pro civilní sféru v celostátním měřítku. Středisko bylo současně vybaveno technickými prostředky umožňujícími analogové a digitalizační zpracování fotografických snímků pro interpretační účely a zabezpečuje požadované služby ve zpracování podkladů pro jednotlivé aplikace DPZ v národním hospodářství. Vedle interpretačního snímkování v imisní oblasti Krušných hor u LHC Sněžník a Janov na spektrozónální film SN 6 a v oblasti LZ Litvínov na infračervený materiál KODAK EKTACHROM INFRARED, typ 8443 v letech 1974—1976, byla na základě požadavků různých uživatelů v období 1980—1982 nasnímkována řada oblastí, zahrnujících také lesní komplexy. Jsou to např. tyto lokality: Ještědský hřbet, Jizerské hory, Mělník, Horní Jiřetín, Zlaté hory, Ledeč n. Sázavou, Jílovistě, Hanušovice, Frenštát p. Radhoštěm a další. Pro snímkování k interpretačním účelům byly použity spektrozónální filmy (KODAK AEROCROM INFRARED 2443, SN 6 M sovětské výroby), popř. multispektrální snímkování ve 4—6 pásmech spektra různými typy kamer, které jsou v ČSR k dispozici.

V uplynulých letech byly v ČSR vyhodnoceny tyto materiály mající vztah k lesnímu hospodářství:

Šetření v letech 1974—1977 v imisní oblasti Severočeských státních lesů (UHÚL 1978, Vinš 1980).

Šetření ve třech experimentálních smrkových porostech v imisní oblasti Krušných hor v NDR v rámci dvoustranné vědeckotechnické spolupráce na úseku lesního hospodářství mezi ČSSR a NDR v letech 1976—1980 při řešení tématu Metody kontroly stavu porostů, poškozených kouřem se zřetelem na letecké snímky (Pelz, Materna a Vinš 1981, Materna, Vinš, Pelz a Pofahl 1981).

Užití frekvenční analýzy snímků pro určení počtu jedinců v lesních porostech Roštejnské obory (Klimešová a Jiráček 1981).

Hodnocení experimentu s multispektrálním leteckým snímkováním v oblasti LHC Javoříce v roce 1978 v návaznosti

na program INTERKOSMOS (Tollinger a Husák 1982).

Předběžné vyhodnocení experimentálního multispektrálního snímkování CHKO Jizerské hory v roce 1980 (Faiman 1982).

Ověření první verze programů pro výstup RO1 (úkolů SPTR) na materiálu Kodak Infrared a SN-6 v oblasti Jizerských hor, snímkané z vrtulníku v roce 1982 (Anon. 1982).

V roce 1982 se uskutečnil komplexní snímkovací experiment, konaný sovětskou leteckou laboratoří AN-30 na československých výzkumných polygonech programu INTERKOSMOS (Stehlík 1982). V rámci tohoto experimentu byly nasnímkovány multispektrální kamerou MKF-6M také lesní porosty na výzkumné ploše Jizerské hory 1982 a z výzkumné plochy Krkonošský národní park 1982 část lesních porostů v podhůří Krkonoš kromě řady dalších lokalit zahrnujících částečně i lesy.

SOUČASNÝ STAV VÝZKUMU DPZ VE VZTAHU K LESNÍMU HOSPODÁŘSTVÍ V ČSR

Výzkum v oblasti dálkového průzkumu Země v ČSSR je realizován již druhou pětiletou v rámci československé účasti na mezinárodní kooperaci socialistických států v programu INTERKOSMOS, a to především v 5. pracovní skupině socialistických zemí pro dálkový průzkum Země (RGDZ — rabočaja gruppa socialističeskich stran dlja distancionovo zondirovania zemli). V této oblasti výzkumu jsou převážně zapojeny ústavy ČSAV, zaměřené na využívání zdrojů informací poskytovaných družicovými snímky (v ČSSR jsou umístěny dva základní polygony) s podporou simultánního dálkového snímání letadlovými laboratořemi a dalšími druhy nosičů (včetně terestrických spektrometrických výzkumů a podpůrného šetření (Vahala 1981). Na tomto programu se resort MLVH oficiálně nepodílí.

Vedle výzkumných aktivit, zařazených ve státním plánu výzkumu, ověřuje řada institucí možnosti využití DPZ v různých odvětvích národního hospodářství, které se přímo nebo nepřímo vztahují k problematice lesního hospodářství, zejména z hlediska ochrany a tvorby životního prostředí. V zájmu zajištění účelné koordinace výzkumných plánů, odstranění duplicit a sládní požadavků na pořizování podkladů a technického zajištění DPZ pro potřeby lesního hospodářství a v zájmu umožnění výměny

zkušeností, navázání spolupráce a předávání výsledků výzkumu až po realizaci v lesnické praxi ustavil ředitel VÚLHM z pověření ústavu funkcí vedoucího pracoviště vědeckotechnického rozvoje v odvětví lesního hospodářství a myslivosti Stálou koordinační skupinu dálkového průzkumu Země a jeho aplikace v lesním hospodářství. Koordináční skupina sdružuje řešitele z různých organizací, podílejících se na řešení problematiky využití nových metod DPZ v lesnickém výzkumu a možnosti jejich aplikace v oblasti lesního hospodářství, resp. tvorby a ochrany životního prostředí. Předsedou stálé koordinační skupiny je doc. Ing. A. Čihál, CSc., vedoucí katedry fotogrammetrie a děkan LF VŠZ v Brně, sekretářem je Ing. B. Vinš, CSc., vedoucí oddělení produkční ekologie a introdukce útvaru 22 VÚLHM Strnady. Ředitelé 20 organizací jmenovali dosud 28 členů stálé pracovní skupiny jako zástupců zainteresovaných organizací.

MEZINÁRODNÍ AKTIVITY V OBLASTI DPZ A LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Kromě mezinárodní kooperace socialistických států v programu INTERKOSMOS v pracovní skupině 5-RGDZ, jejímž koordinátorem je ČSAV, se mezinárodní spolupráce Československa v oblasti DPZ a jeho využití v lesním hospodářství omezila na dvě témata dvoustranných dohod:

V rámci vědeckotechnické spolupráce mezi ČSSR a NDR na úseku lesního hospodářství bylo v letech 1976–1980 zařazeno téma 1.1 Metody kontroly stavu porostů poškozených kouřem se zřetelem na letecké snímky. Řešení problematiky bylo ukončeno společnou závěrečnou zprávou pod názvem *Letecké snímky — kouřové škody — přírůst* (Pelz, Materna a Vinš, 1981, Materna, Vinš, Pelz a Pofahl 1981). Zařazení tohoto tématu do programu spolupráce VÚLHM Jíloviště-Strnady a Technické univerzity v Drážďanech na léta 1981–1985 podle doporučení záznamu o návštěvě specialistů NDR ze dne 15.–18. 12. 1981 se zatím nerealizovalo.

V rámci vědeckotechnické spolupráce mezi ČSSR a PLR na úseku lesního hospodářství bylo do pracovního programu v roce 1982 zařazeno téma *Rozpracování způsobů využití leteckých a družicových snímků pro kontrolu škod*

v imisních oblastech. V záznamu jednání československé a polské delegace ve Varšavě dne 8. 10. 1982 bylo doporučeno další rozvíjení spolupráce a výměny informací k danému tématu mezi IBL Varšava a VÚLHM Jíloviště-Strnady, resp. VÚLH Zvolen (Vinš a Sobocký 1982).

V posledních pěti letech se uskutečnily ve středoevropském prostoru tyto akce s mezinárodní účastí tematicky zaměřené na DPZ a jeho využití v národním hospodářství:

Mezinárodní sympozium o dálkovém průzkumu pro výzkum surovinových zdrojů Země a ohroženého prostředí — komise Interpretace dat dálkového průzkumu ISP a odborná skupina Dálkový průzkum IUFRO; Freiburg 1978, NSR.

XIV. kongres Mezinárodní společnosti pro fotogrammetrii a dálkový průzkum; Hamburg 1980, NSR.

Rakouské sympozium o dálkovém snímání — Pracovní skupina rakouské společnosti pro solární energii a světový prostor (ASSA); Wien 1980, Rakousko.

Konference o dálkovém snímání a dálkovém průzkumu Země — ČSVTS; Brno 1981, ČSSR.

Sympozium fotogrammetrie a dálkového snímání — Vědeckotechnická společnost pro geodesii, fotogrammetrii a kartografii a Pracovní skupina pro přírodovědecké základy dálkového průzkumu Země; Weimar 1982, NDR.

V materiálech těchto akcí jsou zachyceny referáty a diskusní příspěvky také k problematice aplikace DPZ v lesním hospodářství.

KRITICKÉ ZHODNOCENÍ APLIKAČNÍCH MOŽNOSTÍ DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

Na základě dosavadních výsledků výzkumu v ČSSR v konfrontaci se zahraničními zkušenostmi a literárními prameny je pro perspektivní využití metod dálkového průzkumu Země v resortu lesního hospodářství potřebné rozvíjet zejména interpretační metody na podkladech leteckých snímků. Současné zkušenosti lze shrnout do těchto bodů:

Využití leteckých snímků na speciálních fotografických materiálech a za použití speciálních technik dálkového snímání je vhodné pro kontrolu stavu a vývoje porostů v oblastech, ovlivněných imisemi, jestliže se dodrží základní předpoklady, jakými jsou např. vhodné měřítko snímku, odpovídající doba snímá-

ní z hlediska rozvoje vegetace i světelných podmínek, vhodné fotografické materiály nebo snímací technika, vysoká kvalita snímkování i následného zpracování fotografických materiálů, včasnost poskytovaných služeb v požadovaných parametrech.

Jednoduchá vizuální interpretace spektrozónálních snímků (podložená klasifikací silně poškozených, resp. zdravých stromů v porostech a odečítáním jejich počtu) poskytuje informace o stupni poškození porostu, které jsou těsně korelovány se stupněm poškození porostu zjišťovaným dosavadními postupy teoretického šetření.

Analogové metody přispívají k zvýraznění obrazových podkladů pro interpretaci se zabezpečením základních korekcí optických (fotografických) degradací. Současně poskytují možnost integrování ploch s odpovídající intenzitou, a tím umožňují určitý stupeň automatizace při interpretaci snímkových podkladů.

Digitální metody mohou odstranit různé rušivé vlivy nerovnoměrného osvětlení scény, které spolu s geometrickým zkreslením a dalšími fotografickými a radiometrickými degradacemi, způsobenými jednak vlastností objektivu fotografické aparatury, jednak vztahem vlastností fotografického materiálu a způsobu vyvolání exponovaného filmu představují znehodnocující faktory objektivní interpretace snímkových podkladů. S výjimkou geometrického zkreslení a úbytku osvětlení v okrajích snímku lze tyto degradace snímků odstranit pouze počítačovým zpracováním a interpretací snímků, které výrazně ve srovnání s analogovými úpravami zvyšuje kvalitu a přesnost informací obsažených na snímcích.

ZABEZPEČENÍ ROZVOJE A APLIKACE DPZ V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

Z těchto závěrů vyplývají ve stručném souhrnu doporučení aktuálních opatření pro zabezpečení perspektivního využití dálkového průzkumu Země v lesním hospodářství:

Rychlý trend ekologických změn zejména v exhalacemi zasažených nebo ohrožených oblastech vyžaduje dokumentaci současného stavu lesních porostů leteckým snímkováním bez ohledu na současné možnosti a úroveň interpretačního využití tak, aby perspektivně bylo možno vyvozovat závěry potřebné pro lesní hospodářství z vyhodnocení dynamiky

změn ve stavu lesních porostů zjištěných i retrospektivně vhodnou interpretační metodou. Proto se doporučuje vypracování projektu snímkování lesů v imisních oblastech (uplatnění požadavků resortu a zabezpečení této akce SDPZ) a jeho realizace v co nejkratším termínu (v letech 1983—1984).

Vzhledem k perspektivnímu využití metod DPZ je potřebné rozvíjet interpretační metody zejména na podkladech leteckých snímků. Z tohoto důvodu je účelné řešení dílčích úkolů zaměřených na rozvoj automatizovaných (především digitálních) metod interpretace leteckých snímků, které jsou zařazeny, ve SPZV a ve SPTR, spolu s podporou řešení rozšířením řešitelských kapacit zejména v lesnickém výzkumu.

Efektivnost využití informací získaných dálkovým průzkumem stoupá s rozšířením aplikačního záběru a víceúčelovým využíváním podkladových materiálů. Souběžně s řešením problematiky kontroly zdravotního stavu lesů poškozených exhaláty se doporučuje věnovat pozornost využití interpretace leteckých snímků pro kalamitní poškození lesů dalšími abiotickými a biotickými faktory, pro stanovení počtu jedinců a druhu dřeviny jako podkladů zjišťování stavu lesů apod. Z těchto hledisek se doporučuje rozšířit řešitelské a realizační kapacity zvláště v Lesprojektu.

Významným přínosem k efektivnímu řešení jednotlivých témat i k praktické realizaci aplikací dálkového průzkumu Země v lesním hospodářství je mezinárodní spolupráce zejména se státy RVHP. V tomto směru se doporučuje rozšíření dosavadní spolupráce v problematice aplikace DPZ v lesním hospodářství ve stávajících dohodách o dvoustranné vědeckotechnické spolupráci s NDR, PLR a SSSR a důsledné konkretizování forem této spolupráce v ročních programech. Současně se doporučuje zapojení organizací MLVH ČSR (VÚLHM a Lesprojektu) do programu INTER-KOSMOS v pracovní skupině 5 - RGDZ, koordinované ČSAV.

Pro zavedení metod DPZ v lesnické praxi je třeba současně s metodami interpretace zabezpečit další předpoklady, především: zajištění leteckého snímkování v dostatečném množství na požadovaných lokalitách a v požadovaném čase, zabezpečení vysoké kvality snímků i odvozenin (včetně syntéz při multispektrálním snímkování). Doporučuje se požadovat a současně podpořit technické zabezpečení těchto předpokladů a dalších služeb, které má poskytovat pro civilní sféru Středisko dálkového průzkumu Země při GÚ, n. p.

Z hlediska zvýšení efektivity dálkového průzkumu Země se doporučuje usměrňovat výzkum, vývoj a praktickou činnost v lesním hospodářství k maximálnímu využívání nové kvantity a kvality informací, které dálkový průzkum poskytuje pro oblast prognostické, řídicí a kontrolní činnosti především z hlediska racionálního využívání přírodních zdrojů a ochrany a tvorby přírodního prostředí.

ZÁVĚR

Nový a rychle se rozvíjející obor dálkového průzkumu Země umožňuje zavedení vysoce perspektivních racionalizačních opatření a zefektivnění jak metod a technologických postupů v hospodářské úpravě lesů, tak ve výzkumu a praktické řídicí a kontrolní činnosti v oblasti biologie lesních dřevin a ekologie, pěstování a ochrany lesů. Dálko-

vý průzkum Země poskytuje novou kvalitu a kvantitu informací o stavu lesa a dynamice jeho vývoje, podmíněné jak změnami ekologických podmínek v důsledku civilizačních procesů, tak způsobem hospodaření a zaváděním různých racionalizačních opatření. Vyšší náklady, se kterými je třeba při aplikaci DPZ počítat, lze efektivně zhodnotit víceúčelovým využitím informací z podkladů dálkového průzkumu a jejich maximálním začleněním do informačního systému a rozhodovacích procesů v lesním hospodářství na všech úrovních. Ve spojení s tradičními zdroji informací a jejich doplnění o nové pohledy a rozsahy, které umožňují nové techniky dálkového průzkumu, se očekává jeho hlavní přínos v jednotlivých odvětvích národního hospodářství.

Informace byla zpracována po konzultacích s Ing. J. Neumannem, CSC. (SDPZ-GÜ, n. p., Praha) a Ing. Z. Tomešem (Lesprojekt, Bandýs n. L.).

Literatura

- AFZ: Fernerkundung. Allg. Forsttsche., 27, 1980, s. 714-732
- ANONYM: Sborník přednášek z Konference o dálkovém snímání a dálkovém průzkumu Země, Brno 14.-16. 9. 1981, Dům techniky ČSVTS Brno, 1981, 205 s.
- ANONYM: Ověření první verze programu pro výstup RO1. SPTR, Laboratoř digit. metod. SPDZ-GÜ n. p., Praha 29. 11. 1982, 1982
- AVERY, T. E.: Forester's Guide to Aerial Photo Interpretation. Agriculture Handbook 308, November 1978, 41 s.
- BOSIAK, A. W. a kol.: Opracowanie sposobu wykorzystania zdjęć lotniczych i satelitarnych dla określenia obszarów leśnych zagrożonych przez przemysł. IBL Warszawa, 1982, 64 s.
- FAIMAN, Z.: Spektrální charakteristiky v dálkovém průzkumu Země. Zvláštní zpráva, VÚZORT Praha č. 1/22/1982
- FAIMAN, Z.: Hlavní obecné rysy spektrálních charakteristik vegetace. Zvláštní zpráva, VÚZORT Praha, č. 2/22/1982
- FAIMAN, Z.: Předběžné výsledky experimentálního multispektrálního snímání CHKO Jizerské hory. Zvláštní zpráva Praha, č. 3/22/1982
- HELLER, R. C.: Case Applications of Remote Sensing for Vegetation Damage Assessment. Photogrammetric Engin. a Remote Sensing, 44, 9, 1978, s. 1159-1166
- HENNINGER, J. — HILDEBRANDT, G.: Bibliography of Publications on Damage Assessment in Forestry and Agriculture with Remote Sensing Techniques. Univ. Freiburg, 1980, 280 s.
- JERÁBEK, O.: Základní studie možností využití dálkového průzkumu Země v lesnictví. Zpráva ČÚGTK — Střediska DPZ v Praze (rozmnoženo jako rukopis), 1979, 19 s.
- JERÁBEK, O.: Dálkový průzkum Země — Interpretace leteckých a družicových snímků. ČVUT v Praze — Fak. stavební, skripta, 1980, 146 s.
- KENNEWEG, H.: Luftbildinterpretation und die Bestimmung von Belastung und Schäden in vitalitätsgeminderten Wald- und Baumbeständen. Schriften aus d. Forstl. Fak. Univ. Göttingen, 62, 1980, 223 s.
- KENNEWEG, H.: Zusammenhänge zwischen immissionsbedingten Kronenschäden in Fichte und dem Zuwachs von Einzelbäumen und Beständen. Mitt. d. forst. Bundes-Versuchsanst., 139, 1981, s. 29-47
- KLIMEŠOVÁ, D. — JIRÁT, J.: Užití frekvenční analýzy snímků pro určení počtu jedinců v lesních porostech. REL Praha, Zpráva č. 1, 1981, 15 s.
- KOLÁŘ, J.: Jak využít dálkového průzkumu Země. Letectví a kosmonautika, 17, 1980, s. 663-665

- KOLÁŘ, J.: Jak využít dálkový průzkum Země. *Vesmír*, 60, 7, 1981, s. 206-212
- MATERNA, J. — VINŠ, B. — PELZ, E. — POFAHL, U.: Letecké snímky — kouřové škody — přírůst. Závěrečná zpráva VTS ČSSR-NDR za období 1976—1980. VÚLHM 1981, 35 s.
- MONDRE, E. — POLLANSCHÜTZ, J. (ed.): Österreichisches Symposium Fernerkundung, Wien 1.—3. 10. 1980. Mitt. d. forstl. Bundes-Versuchsanst. 135, 1981, 217 s.
- MURTHA, P. A.: Remote Sensing and Vegetation Damage: A Theory for Detection and Assessment. *Photogrammetric Engineering a. Remote Sensing*, 44, 9, 1978, s. 1147-1158
- MURTHA, P. A.: Symposium on Remote Sensing for Vegetation Damage Assessment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 44, 9, 1978, s. 1139-2245
- OESTER, B. — FLÜHLER, H. — SCHERRER, H. U.: Beurteilung der Föhrenvitalität (*Pinus silvestris* L.) anhand von grossmasstäblichen Infrarot-Luftbildern. Mitteilungen d. Schw. Anst. f. d. f. Versuchswes., 57, 4, s. 453-477
- PELZ, E. — MATERNA, J. — VINŠ, B.: Grundlagen für Methoden der Zustandskontrolle in rauchgeschädigten Fichtenbeständen nach Luftbildern: Beziehungen zwischen dem Schädigungsgrad rauchbeeinfluster Fichtenbestände und ihren Radialzuwachsverhältnissen. Forschungs- u. Entwicklungsbericht FZB Müncheberg, NDR/VÚLHM Jiloviště, ČSSR, 1981, 38 + 161 s.
- PURICHT, G. S.: Nonvisual remote sensing of trees affected by stress. *Canad. Forestry Service, Pacific for. res. centre*, 1981, 39 s.
- RHODE, H.: Untersuchungen zur Erkennung von Vitalitätsunterschieden an Kiefern durch digitale Auswertung von Infrarot-Farb-Luftbildern. Inaugural-Dissertation, Forstwiss. Fak. d. A.-Univ. Freiburg i. Br., 1977, 284 s.
- RICHARDSON, B. J.: Introduction to Remote Sensing of the Environment (2. vyd.) Kendall/Hunt Publ. Comp. Iowa-USA, 1979, 496 s.
- SCHERRER, H. U. — FLÜHLER, H. — MAHRER, F.: Alternative Verfahren für die Interpretation von Föhrenschäden (*Pinus silvestris* L.) auf mittelmassstäblicher Infrarot-Farbeaufnahmen. Mitteilungen d. Schw. Anst. f. d. forstl. Versuchswes. 57, 4, 1981, s. 433-452
- STEHLÍK, O.: Projekt komplexního snímkovacího experimentu prováděného sovětskou leteckou laboratoří AN-30 na čs. výzk. polygonech programu INTERKOS-MOS v r. 1982. Brno, 1982
- ŠÍMA, J. — VINŠ, B. — STOKLASA, M. — UHLÍŘ, J. — POLÁŠEK, J.: Plán zabezpečení realizačního výstupu úkolu SPTR. Návrh metodiky zjišťování poškození lesních porostů metodami DPZ, SDPZ, 1982, 26 s.
- TOLLINGER, V. — HUSÁK, P.: Hodnocení experimentu s multispektrálním leteckým snímkováním. Lesnická práce, 10, 1982, s. 441-445
- TRNKA, J.: RC model — nosič multispektrální šestikanálové kamery. Modelář, XXXII, 1981, 12, s. 12
- ÚHÚL: Zpráva o výzkumu možností detekce škod způsobených exhalacemi pomocí speciálních fotografických vrstev. ÚHÚL Brandýs n. L., 1978, 15 s.
- VAHALA, V.: Státní plán základního výzkumu v oboru dálkového průzkumu Země. Sborník přednášek z konfer. o dálkovém snímání a dálkovém průzkumu Země, Brno 14.—16. září 1981, s. 7-12
- VINŠ, B.: Důsledky vlivu imisí v lesních ekosystémech na produkci a jejich dynamická kvantifikace. Záv. zpráva dílčího úkolu, VÚLHM Jiloviště-Strnady, 1980, 88 s.
- VINŠ, B.: Využití dálkového průzkumu Země v lesnictví. Zprávy lesn. výzkumu, 3, 1981, s. 21-23
- VINŠ, B.: Cestovní zpráva ze služební cesty do NDR za účelem účasti na konferenci Stav a vývojové tendence dálkového průzkumu. VÚLHM Jiloviště-Strnady, 1982, 9 s.
- VINŠ, B. — SOBOCKÝ, E.: Cestovní zpráva ze služební cesty do PLR za účelem seznámení se s problematikou rozpracování způsobů — využití leteckých a družicových snímků pro kontrolu škod v imisních oblastech. VÚLHM Jiloviště-Strnady, 1982
- WATKINS, T.: The Economics of Remote Sensing. *Photogrammetric Engineering a. Remote Sensing*, 44, 9, 1978, s. 1167-1172

Ing. Bohuslav Vinš, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ JAPONSKA

Japonsko je souostrovň stáť protažený do délky 3800 km. Má rozlohu 377 643 km², 112 mil. obyvatel a je administrativně rozdělen do 47 prefektur. Čtyři největší ostrovy jsou Kyushu 44 363 km² (11,8 % rozlohy Japonska), Shikoku 18 799 km² (5,0 % rozlohy Japonska), Honshu 230 966 km² (61,1 % rozlohy Japonska), Hokkaido 83 515 km² (22,1 % rozlohy Japonska).

Japonsko je obecně nejvyspělejším státem v Asii a jeho hospodářství tomu zcela odpovídá. V roce 1981 se zde konal XVII. Světový kongres IUFRO, poprvé na asijském kontinentu, v jehož rámci byly též četné exkurze. Autor této studie se zúčastnil exkurze po lesích Hokkaida, které budou blíže rozebrány v samostatné kapitole. Studie je přehledem materiálů vydaných pro účastníky kongresu IUFRO.

LESNÍ PROSTŘEDÍ

Pro značnou rozsáhlou území od 20 do 45° severní šířky má Japonsko rozmanité monsunové podnebí: od subtropického až po subfrigidní. V důsledku migrace vysokého a nízkého tlaku vznikají hojné srážky s četnými tajfuny. Japonsko je jedna z nejdeštivějších a nejvlhčích zemí světa. S výjimkou ostrova Hokkaida je na ostatních ostrovech jen velmi málo oblastí se srážkami pod 1200 mm ročně. Naopak srážky nad 2800 mm nejsou v Japonsku žádnou zvláštností.

Horské a sopečné oblasti spolu s vrchovinami zaujímají tři čtvrtiny rozlohy Japonska a roviny jsou jen málokde. Některé ze 200 sopek jsou stále aktivní.

V lesních oblastech převládají hnědozemě, následované černozeměmi, sopečnými popely, podzoly v chladnějších oblastech a červenými a žlutými půdami ve středním Honshu a západním Kyushu. Podzoly se vyskytují ve vyšších polohách temperované zóny až po alpskou zónu.

LESNÍ SPOLEČENSTVA

Lesy lze rozdělit do pěti horizontálních skupin: a) subtropické lesy, b) teplejší temperované lesy, c) chladnější temperované lesy, d) smíšené jehličnaté a listnaté lesy a e) subfrigidní lesy.

Prvá skupina se vyskytuje na jihozápadních ostrovech, kde průměrná roční teplota je vyšší než 21 °C. Rostou zde

druhy rodů *Ficus* sp., *Castanopsis* sp., *Machilus* sp., *Cyclobalanopsis* sp. aj.

Oblasti s průměrnou roční teplotou 13–21 °C zaujímají lesy druhé skupiny. Kromě výše uvedených rodů zde roste i *Quercus acuta*.

Chladnější oblast temperovaných lesů (6–13 °C) se vyskytuje na středním Honshu a jižním Hokkaidu. Hlavní dřevinou je *Fagus crenata* Bl., dále *Quercus crispula*, různé druhy javorů (*Acer palmatum* Thunb.), *Aesculus turbinata* Bl. a bambusy.

Lesy *Abies firma* Sieb. et Zucc. a *Tsuga sieboldii* Carr. se vyskytují v obou částech temperovaných lesů. Na Hokkaidu roste též *Tsuga sachalinensis* Mast. Fr. Schm.

Čtvrtou skupinou jsou smíšené lesy. V nížinách Hokkaida se vyskytuje *Quercus dentata* Thunb., *Fraxinus mandshurica* Rupr., *Acer miyabei* Max., které rostou i v chladnějších temperovaných lesích a dále *Picea jezoensis* Carr., který se nachází také v subfrigidních lesích.

V poslední skupině subfrigidních lesů střední roční teploty jsou nižší než 6 °C. Tyto lesy jsou na Honshu a Hokkaidu. Rostou zde bambusy, smrky, javor, jedle a další dřeviny.

LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

Organizace lesního hospodářství

Lesní zákony vymezují činnost lesního hospodářství. První zákon pocházel z roku 1897, další pak z roku 1951. V roce 1964 byl přijat Základní lesní zákon, v roce 1978 byl vyhlášen Zákon svazu lesnických družstev.

Národní lesní hospodářství je řízeno tzv. Lesnickou ústřednou při ministerstvu zemědělství, lesnictví a rybářství. Ústředna řídí 14 lesních oblastních úřadů rozmístěných takto: Hokkaido — pět úřadů (Hokkaido, Asahikawa, Kitami, Obihiro a Hakodate), Honshu má sedm úřadů (Aomori, Akita, Maebashi, Tokyo, Nagano, Nagoya a Osaka). Shikoku (Koshi) a Kyushu (Kumamoto) mají po jednom oblastním úřadu.

Tyto úřady se dále dělí na lesní obvodní úřady, lesní okrsky a operativní stanice. Lesnická ústředna řídí také Výzkumný ústav lesnický a lesních produktů, šlechtitelské stanice a středisko pro výchovu kádrů. Rozpočet této ústředny byl v roce 1980 353 miliard yenů (asi 1,7 miliardy dolarů).

Lesní zdroje

Z celkové rozlohy 25,2 mil. ha lesní půdy připadá na národní lesy 7,9 mil. ha (31 %), řízené z větší části Lesnickou ústřednou (7,22 mil. ha), na veřejné lesy 2,5 mil. ha (10 %), kde prefektury mají 1,1 mil. ha a vesnice s městy 1,4 mil. ha a na soukromé lesy 14,8 mil. ha (59 %), kde 88 % majitelů vlastní rozlohu menší 5 ha. Průměrná rozloha na jednoho majitele je jen 2,6 ha.

Tato rozloha lesů — 67 % rozlohy celého Japonska — řadí zemi na přední místo ve světě. Přes tuto obrovskou rozlohu lesů připadá na jednoho obyvatele pouze 0,23 ha lesní půdy a tak Japonsko z více než dvou třetin dřevo dováží.

Po válce bylo třeba zalesnit 1,5 mil. ha holin. V roce 1950 bylo zalesněno 300 000 ha a umělá obnova kulminovala v roce 1954 (430 000 ha). Program byl splněn v roce 1956.

a) Kulturní lesy

Tato skupina lesů o rozloze asi 10 mil. ha (37 % lesů a 26 % území celého Japonska v roce 1980) tvoří nevelký počet druhů dřevin, většinou jehličnatých.

Cryptomeria japonica D. Don, sugi — 4,15 mil. ha, obmýti 35—50 let, v přirozených prostorech až 40—60 m výšky, 2—5 m výč. tloušťky, nejlepší porosty jsou v pásmu stř. ročních teplot 12—14 °C a 3000 mm srážek.

Chamaecyparis obtusa Sieb. et Zucc., hinoki — 1,94 mil. ha, obmýti 40—50 let, výška až 30 m a tloušťka 1 m; teploty 13—15 °C, srážky 2500 mm.

Pinus densiflora Sieb. et Zucc., aka-matsu, a *Pinus thunbergii* Parl., kuro-matsu — 1,22 mil. ha, obmýti 25—40 let, výška až 30—40 m, tloušťka 1 m; do 2000 m nadm. výšky.

Larix leptolepis Gord., karamatsu — 1,10 mil. ha, obmýti 30—50 let, výška až 30 m, teplota 5—8 °C, nadmořská výška 1000—1500 m.

Picea jezoensis Carr., ezomatsu, a *Abies sachalinensis* Mast., todomatsu — 0,83 mil. ha, obmýti 60 a 50 let, výšky až 30 m, do 600 m nadm. výšky na Hokkaidu.

Z listnatých druhů je nejčastěji vysazován *Quercus acutissima* Carr. (0,14 mil. ha).

Celková zásoba dřeva v roce 1980 byla 800 mil. m³, z toho kryptomerie 472,18 a cypríšek 157,07 mil. m³.

Rozloha kulturních lesů podle věku jasně ukazuje, že nejvíce lesů je do 30 let (vzniklých v poválečném období), do 15 let 4,95 mil. ha, od 16 do 30 let 3,05; 31—40 let 0,52 a nad 40 let 0,86 mil. ha. Kulturní lesy o rozloze 2,94 mil. ha jsou řízeny Lesnic-

kou ústřednou (zásoba v roce 1980 138 mil. m³).

b) Přirozené lesy

Tato skupina lesů zaujímá rozlohu 14,4 mil. ha, zásoba na pni je 1385 mil. m³. Lesnická ústředna spravuje 5 mil. ha přirozených lesů (646 mil. m³ v roce 1980).

Řízení lesního hospodářství

V lesním hospodářství je zaměstnáno asi 200 000 pracovníků. Resortní ministr vyhláší pro každou oblast 15letý rámcový plán, který se zpracovává do pětiletých plánů. Soukromé lesy jsou řízeny 10letými, tzv. Obvodními lesními plány, které připravuje guvernér prefektury. Každý majitel lesů musí připravit tzv. Lesní řídicí plán na pětileté období, který musí být schválen úřadem guvernéra. Na prefekturách pracuje 448 lesnických specialistů a 2253 techniků.

Národní lesy jsou řízeny rámcovým Základním plánem řízení, který vydal generální ředitel Lesnické ústředny. Tento 15letý plán zpracovává ředitel lesního oblastního úřadu do pětiletých plánů a připraví tzv. Oblastní plán řízení na období 10 let.

Produkce dřeva

Japonsko spotřebovalo v sedmdesátých letech více než 100 mil. m³ dřeva ročně: 58 mil. m³ na řezivo, 30 mil. m³ na papír a celulózu, 14 mil. m³ na překližky a 3 mil. m³ na jiné účely. Toto velké množství dřeva se z větší části muselo dovážet. V roce 1980 činil dovoz 80 %, zatímco v roce 1965 pouze 25 % domácí spotřeby.

Hlavními dovozcí kulatiny a řeziva jsou USA, Kanada, SSSR a tropické státy. V roce 1979 Japonsko dovezlo z USA a Kanady 16 mil., ze SSSR 8 mil. a z Indonésie, Malajsie, Filipín a Papuy, Nové Guineje 23 mil. m³ dřeva. Dovoz štěpek pro papírenský průmysl činil v roce 1979 dalších 16 mil. m³.

Japonské lesní hospodářství vyprodukovalo v roce 1980 celkem 35 mil. m³ dřeva. Vrcholná těžba byla v roce 1967 — 50 mil. m³.

Produkce výrobků ze dřeva

Pilařský průmysl je vyvinut ve dvou úrovních. Domácí produkce dřeva se zpracovává většinou na malých pilách (23 000 v roce 1978, 200 000 pracovníků). Dovážené dřevo se zpracovává v obrovských kombinátech, umístěných většinou poblíž přístavů.

Překližkárenský průmysl měl v roce 1978 celkem 611 podniků s 52 000 pracovníky. Výroba překližek se dělí do

dvou skupin: standardní, tj. pouze ze dřeva, a speciální, tj. s vrstvou umělého materiálu (PVC, polyester, tisk aj.). V roce 1979 bylo vyrobeno celkem 1440 mil. m² standardních překližek (z 90 % z tropické kulatiny), a 450 mil. m² speciálních překližek.

Laminátové desky se vyrábějí v Japonsku od roku 1965. V roce 1979 zajišťovalo výrobu 300 000 m³ desek 183 podniků, zatímco 29 podniků vyrobilo v roce 1979 celkem 60 mil. m² dřevních desek na obklady.

Dřevozpracující průmysl vyrobil v roce 1979 také 185 mil. m² dřevotřískových a 82 mil. m² lafovkových desek.

Průmysl papíru a celulózy je v Japonsku velmi vyvinut a v roce 1979 vyrobil 17,9 mil. t výrobků (160 kg na jednoho obyvatele).

Obnova lesů

Lesní školky Japonska produkují ročně 730 mil. sazenic. Lesní kultury se zakládají většinou výsadbou na jaře nebo na podzim. Na 1 ha připadá v průměru 2500 až 4000 sazenic kryptomerie nebo 3000–5000 sazenic cypřišku. Kultury se vyvětvují od 15 let tři- až pětkrát. Probirky redukují počáteční počet sazenic při výsadbě (3000) na 1400 ve 20 letech, 1000 ve 30 letech a 700 ve 40 letech.

Šlechtění lesních dřevin

Tato významná část japonského lesního hospodářství je velice vyvinutá, a to počínaje rokem 1957, kdy byly založeny šlechtitelské stanice. Pět z nich řídí Lesnická ústředna: Hokkaido, Tohoku, Kanto, Kansai a Kyushu s pobočkami v Ohu, Sanin a Shikoku.

Šlechtění dřevin se zabývá především vyhledáváním výběrových stromů pro sběr semene a odběr roubů (9300 výběrových stromů v roce 1980) a zakládáním semenných plantáží (1671 ha v roce 1978), které vyprodukují kolem 8600 kg osiva ročně, což je 19 % národní potřeby. Důležitou složkou šlechtění lesních dřevin je šlechtění na odolnost proti klimatu.

Ochrana lesů

Hlavní problémy jsou časté lesní požáry (v březnu–dubnu asi 40 % požárů), sněhové polomy a vývraty, škody tajfuny, hmyzem a lesní zvěří.

LESY HOKKAIDA

Lesy zaujímají 5,63 mil. ha (72 % plochy ostrova a 22 % lesů celého Japonska). Přírozené lesy pokrývají 66 %, kulturní 24 % a ostatní lesy 10 % lesní pů-

dy. Celková zásoba na pni k roku 1980 byla 520 mil. m³ (24 % japonské zásoby).

Na jihu ostrova (stř. roč. teploty 8–10 °C) rostou dřeviny temperovaného pásma, na severu ostrova (6 °C) dřeviny subfrigidního pásma. Hlavními jehličnatými dřevinami (42 % národních lesů) jsou *Abies sachalinensis* (23 %), *Picea jezoensis* a *P. glehnii* (16 %), *Larix leptolepis* (2 %) a ostatní jehličnaté druhy (1 %). Hlavními listnáči (58 % národních lesů) jsou *Betula maximowicziana* Regel a *B. ermani* Cham. (14 %), *Tilia japonica* Simk. (8 %), *Quercus mongolica* a *Q. serrata* Thunb. (7 %), *Acer mono* (4 %), *Fagus crenata* Bl. (3 %) a ostatní listnáče zaujímají 22 % lesní půdy národních lesů, které na rozdíl od ostatních ostrovů Japonska zde mají převahu (3,098 mil. ha, 55,0 %). Soukromých lesů je pouze 1,527 mil. ha (27,2 %). Zbytek lesní půdy patří prefekturám, městským a jiným veřejným lesům (1,005 mil. ha, 17,8 %).

V lesích Hokkaida se těžilo v roce 1979 celkem 7,6 mil. m³ dřeva, což představovalo pouze 60 % potřeby ostrova. Zbytek - 6,8 mil. m³ dřeva - byl dovezen především na výrobu papíru a celulózy (55,3 % veškeré dovezené suroviny). Další 31,3 % dovezeného dřeva připadlo na řezivo, 7,2 % na dýhy a překližky a 6,2 % na jiné účely.

Na jihu Hokkaida v městě Tomakomai je největší papírna na světě na výrobu novinového papíru, 1 mil. t ročně. Tento průmyslový komplex má vlastní výzkumný ústav lesnický a šlechtitelskou stanici a je vzorem pro světový papírenský průmysl nejen svou vysokou produktivitou, ale i péčí o životní prostředí v továrně, městě a okolí.

K rozmachu zakládání kulturních lesů na Hokkaidu došlo po velkém tajfunu v roce 1954. Dnes je na ostrově 1,36 mil. ha kulturních lesů, z toho jedle sachalinská zabírá téměř polovinu rozlohy (49 %) a modřín japonský 37 %. Zbýlá plocha připadá na smrk (6 %) a na ostatní jehličnany (6 %), zatímco listnáčů jsou pouze 2 %. Ročně se zakládá asi 31 000 ha, z toho národní a veřejné lesy 17 000 ha.

OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

O Japonsku se říká, že nemá řeky, jen vodopády. Toto rčení je pravdivé, a proto japonské lesní hospodářství věnuje značnou pozornost a prostředky na boj s erozí ať už technickými, nebo biologickými prostředky.

Velká péče je také věnována národním parkům a rekreačním lesům. V ro-

ce 1977 bylo v Japonsku 27 národních parků (2 mil. ha), 50 tzv. národních parků omezenějšího významu (1,1 mil. ha) a 297 parků prefektur a místních složek (2 mil. ha), což v souhrnu představovalo 5,1 mil. ha (13 % území Japonska).

Mimo národní parky existují rekreační lesy na rozloze 165 000 ha (včetně lyžařských území a kempinků) a chráněná území zvěře na rozloze 2,82 mil. ha.

LESNICKÉ ŠKOLSTVÍ A VÝZKUM

Na úseku školství existují dva typy škol: vyšší školy (střední technické školy) a vysoké školy. Vyšších škol je 80 a na 26 univerzitách je otevřeno lesnické oddělení pro výchovu lesních inženýrů. Ročně vychází 3200 absolventů z vyšších škol a 1200 z univerzit.

Výzkumnou činnost zajišťují různé organizace: národní lesnické výzkumné stanice (ústavy) řízené Lesnickou ústřednou, organizace místních územních jednotek, univerzity a soukromí majitelé lesů. Lesnická ústředna zajišťuje základní, ostatní aplikovaný výzkum. Hlavní sídlo lesnického výzkumu je v Tsukubě, prefektura Ibaraki, asi 70 km severovýchodně od Tokia, známé jako Výzkumný ústav lesnický a lesních produktů. Tento ústav má pět oddělových stanic na čtyřech hlavních ostrovech (na Honshu dvě stanice), jednu substanci, jeden experimentální les a devět výzkumných stanovišť. Ústav se dělí na 11 oddělení a 24 výzkumných sekcí.

V současné době je výzkumná problematika rozdělena do sedmi programů:

- a) zalesňování — fyziologie, ekologie, pěstební technika a šlechtění dřevin;
- b) půdoznalství — půda a hnojiva, půdní biologie;
- c) lesnická mechanizace — mechanizační prostředky, lesnické operace a lesní cesty;
- d) řízení lesů — zdokonalování řízení, informačního a plánovacího systému;
- e) prognózy přírodních katastrof — tajfuny, zemětřesení aj.;
- f) ochrana lesů — entomologie, pesticidy, lesnická patologie, myslivost;
- g) lesní produkty — efektivní využití dřeva, dřevozpracující systémy, skladba dřeva, chemická ochrana, dřevo jako energetický zdroj.

ZÁVĚR

Obrovská rozloha lesů, racionální řízení lesního hospodářství a značná pozornost tvorbě nových lesních zdrojů i ochraně existujících lesů dává příklad pro všechny ostatní asijské státy, kde v současné době dochází ke značné redukci lesní plochy. O tom všem se mohlo přesvědčit 1300 delegátů z celého světa, kteří se zúčastnili XVII. světového kongresu IUFRO. Přitom řízení lesního hospodářství Japonska není jednoduchou záležitostí, neboť značná část rozlohy lesů je v rukou drobných majitelů. Přesto je japonské lesní hospodářství nejvyspělejším lesním hospodářstvím Asie a právem patří k předním na světě.

Prof. Ing. Erich Václav, DrSc., Hanoj, Vietnam

Podepsáno k tisku 12. 5. 1984

OBSAH

Kantor P.: Vodohospodářská funkce horských smrkových a bukových porostů	471
Vyskot I.: Racionální spon — předpoklad integrace funkcí smrkové populace	491
Zumr V.: Prostorové rozmístění kůrovců (<i>Coleoptera, Scolytidae</i>) na smrku ztepilém (<i>Picea excelsa</i> Link) a jejich indifferenci podle lesních vegetačních stupňů	509
Konrád V.: Analýza metód na zisťovanie fyzickej zdatnosti lesných robotníkov	523

Aktuality

Vinš B.: Dálkový průzkum Země a lesní hospodářství	535
Václav E.: Lesní hospodářství Japonska	541

Příloha

Matematické metody v lesnictví

Novotný M.: Počítače a jejich využití v lesnictví	1
Závěrem k matematickým přílohám	22

СОДЕРЖАНИЕ

Кантор П.: Водохозяйственная функция горных еловых и буковых лесонасаждений	Ан. 490
Выскот И.: Рациональная схема посадки — предпосылка интеграции функций еловой популяции	507
Зумр В.: Пространственное расположение короедов (<i>Coleoptera, Scolytidae</i>) на ели (<i>Picea excelsa</i> Link) и их индифференция по лесовегетативным степеням	521
Конрад В.: Анализ методов определения физических способностей лесных рабочих	533

Новости

Винш Б.: Дистанционное обследование Земли и лесное хозяйство	535
Вацлав Э.: Лесное хозяйство Японии	541

Приложение

Математические методы в лесном хозяйстве

Новотны М.: Вычислительные машины и их использование в лесном хозяйстве	1
Окончание математических приложений	22

CONTENTS

Kantor P.: Water-Regulation Function of Mountainous Spruce and Beech Stands	490
Vyskot I.: Rational Spacing — a Condition of Integration of the Functions of Spruce Population	507
Zumr V.: Spatial Distribution of Bark Beetles (<i>Coleoptera, Scolytidae</i>) in Norway Spruce (<i>Picea excelsa</i> Link) and their Indifference in relation to Forest Belts	522
Konrád V.: Analysis of Methods of Determining Physical Fitness of Forest Workers	534
Topical News	
Vinš B.: Remote Sensing of the Earth and the Forestry	535
Václav E.: Forestry in Japan	541
Supplement	
Mathematical Methods in Forestry	
Novotný M.: Computers and their Use in Forestry	1
Conclusion to the Mathematical Supplements	22

LESNICTVÍ č. 7/1984

otiskuje tyto práce:

- Havelka M.: Zvýšení ekonomické účinnosti mzdových soustav u organizací státních lesů v 7. pětiletce
- Materna J.: Ohrožení horských smrčín znečištěním ovzduší
- Šindelář J.: Zachování, reprodukce a dokonalejší využití genofundu modřínu opadavého (*Larix europaea* Mill.) v ČSR se zřetelem k modřínu jesenickému
- Končalová M. N., Jičínská D.: Ekofyziologie pylu jívky a jeho klíčitost in vitro
- Skoupý J.: Skladování a růst semenáčků lesních dřevin
- Šálek A.: Využití dřevního odpadu pro energetické účely
- Hochmut R.: Využití feromonových pastí ke kontrole a prognóze výskytu obaleče modřínového (*Zeiraphera diniana* Gn.)

Aktuality

- Musil I.: Provenienční výzkum vejmutovky (*Pinus strobus* L.) a její pěstování v českých zemích
- Příhoda A.: Lesnický výzkum octomilek (*Drosophilidae*)

Lesnictví č. 7/1984 stojí 12,- Kčs. Objednávky přijímá

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



Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.

MATEMATICKÉ METODY V LESNICTVÍ

M. Novotný: Počítače a jejich využití v lesnictví

PŘÍLOHA LESNICTVÍ 30 (LVII), 1984, Č. 6

1. VZNIK A VÝVOJ POČÍTAČŮ

První počítačací stroj na světě zkonstruoval v roce 1642 Francouz P a s c a l. Stroj dokázal sčítat a násobit a byl předchůdcem moderních mechanických kalkulaček. Byl založen na principu desetizoubkových ozubených koleček. Každý zoubek představoval jednu číslici. Měl zabudovaný přenos z jednoho číslicového místa na druhé.

První skutečnou kalkulačkou, která dokázala vykonávat všechny čtyři základní aritmetické úkony, sestrojil v roce 1675 Němec L e i b - n i t z. Její sériová výroba byla však zahájena až o 150 let později.

Autorem prvního automatického kalkulačního stroje na světě byl v roce 1878 ruský matematik Č e b y š e v.

Po objevení kalkulaček, které vykonávaly aritmetické operace, nedaly na sebe dlouho čekat stroje složitější konstrukce, které dokázaly více než jen slučovat, násobit a dělit. Prvním takovým strojem byl diferenciátor Angličana B a b b a g e. Byl zkonstruován v roce 1812 pro výpočet a tisk tabulek úmrtnosti, používaných v pojišťovací praxi.

Tentýž vynálezce navrhl v roce 1834 další počítačací stroj, který nazval analyzátozem. Analyzátor byl svými principy prvním samočinným počítačem na světě. Jako vstupních a paměťových prostředků navrhl Babbage využít perforovaných štítků používaných od roku 1801 francouzským továrníkem Jacquardem při řízení potiskovacích operací u textilních strojů. Analyzátor nebyl nikdy sestrojen, neboť v tehdejší době chyběla potřebná technická základna.

V roce 1889 zkonstruoval Američan Hollerith první elektromagnetický děroštitkový počítačací stroj, který byl využit poprvé v praxi pro zpracování výsledků sčítání lidu. O sedmnáct let později navrhl další Američan, P o w e r s, obdobný děroštitkový stroj využívající hlavně elektro-mechanických konstrukčních prvků, které v tehdejší době vykazovaly větší přesnost.

V roce 1890 vypracoval ruský konstruktér K r y l o v návrh jednoúčelového stroje na výpočty diferenciálních rovnic. Stroj byl v roce 1911 skutečně dokončen a prakticky využíván při stavbě lodí.

V roce 1930 navázal na myšlenky Babbage Američan A i k e n a v roce 1935 Němec Z u s e. Oběma se podařilo jeho principů využít ke skutečné konstrukci prvních releových počítačů na světě, pracujících samočinně. To se psal už rok 1943. Uplynulo tedy 110 let než mohla být myšlenka prvního počítačacího stroje, pracujícího samočinně, skutečně realizována.

Další technický vývoj počítačů postupoval velmi rychle. Již v roce 1946 zahájil provoz počítač, konstruovaný na bázi vakuové elektronky, která představovala proti elektromagnetickému relé mnohem dokonalejší konstrukční prvek. V roce 1950 se objevil první počítač s polovodiči a v roce 1962 s integrovanými obvody. Od roku 1970 jsou konstruovány počítače se stále vyšší integrací konstrukčních prvků, jejichž výkonnost, měřená rychlostí pracovních operací a kapacitou paměti, velmi vzrůstá. Názorně je to vidět z údajů v tabulce III, kterou uvádíme v dalším textu.

Matematické stroje, které se v současné době vyrábějí a používají, lze podle způsobu zobrazení informací, které zpracovávají, rozdělit na dvě velké skupiny, a to na stroje analogové a číslicové.

Analogové matematické stroje zpracovávají informace, zobrazené velikostí spojitě fyzikální veličiny, např. napětím elektrického proudu, velikostí úsečky na pravítku apod. Výsledek výpočtu se dostává v podstatě měřením fyzikálních veličin.

Číslicové matematické stroje zpracovávají informace zobrazené v nespojitém číslicovém kódu.

Základní výčet strojů obou skupin udává tento přehled:

Analogové matematické stroje — analogové přístroje, analogové modely, simulátory, analogové počítače, hybridní počítače.

Číslicové matematické stroje — stolní počítací stroje, účtovací stroje, fakturovací stroje, stroje na děrné štítky, univerzální počítače, specializované počítače.

Analogové přístroje řeší jednoduché úlohy převážně grafickými metodami. Příkladem analogového přístroje je logaritmické pravítko nebo planimetr.

Analogové modely jsou v podstatě fyzikální soustavy, jejichž chování můžeme popsat rovnicemi, které jsou analogické rovnicím, které chceme řešit. Veličiny, odměřené na takové soustavě jsou úměrné hodnotám řešení dané úlohy. Příkladem analogového modelu je maketa koryta potoka pro měření vlivu různých substrátů na proudění vody.

Simulátory jsou analogová zařízení, napodobující chování nějakého stroje nebo soustavy, kterou nemůžeme pozorovat přímo. Simulátorem je např. cvičný trenažér pro výcvik pilotů.

Analogové počítače jsou počítače, které zapisují výsledek výpočtu graficky nebo jej znázorňují na stínítku. Analogovým počítačem je např. diferenciální analyzátor.

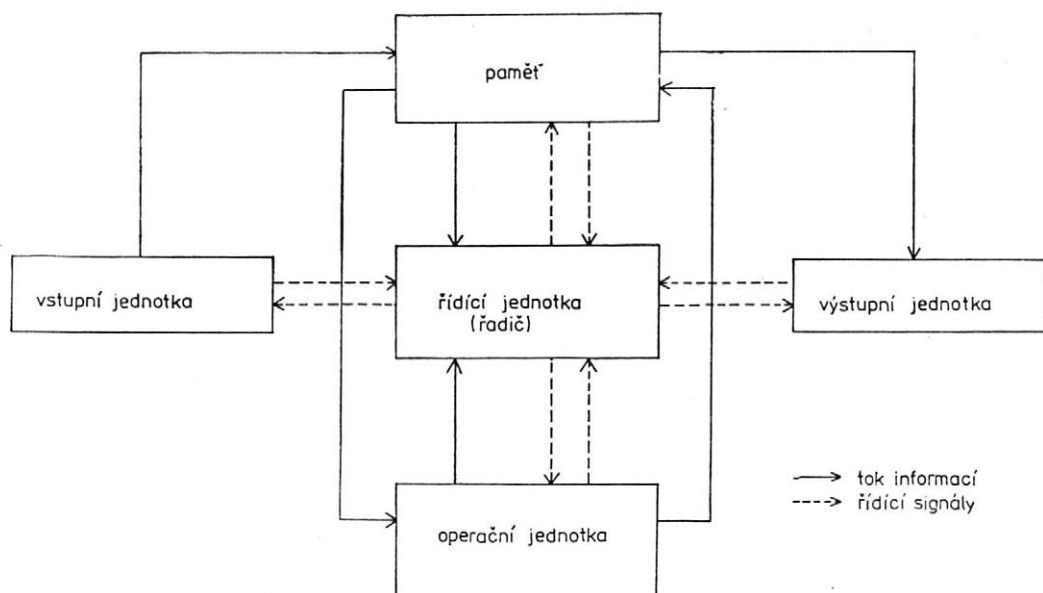
Hybridní počítače vznikly spojením analogového a číslicového počítače.

Z číslicových matematických strojů se budeme v dalším textu zabývat pouze univerzálními počítači.

2. UNIVERZÁLNÍ ČÍSLICOVÝ POČÍTAČ

Zcela obecně můžeme počítač definovat jako stroj na zpracování dat provádějící samočinně posloupnosti různých aritmetických a logických operací.

Univerzální počítač je pak počítač, jehož hlavní vlastností je obecná programovatelnost na úrovni programovacích jazyků. Tato vlastnost se projevuje ve způsobu adresování, ve formátu instrukcí, v použitém sou-



1. Zjednodušené schéma počítače

boru instrukcí, v operačním kódu počítače apod. Univerzální počítače mají rozsáhlé programovací prostředky, které zajišťují vlastní provoz počítače s minimálními zásahy operátorů a umožňují právě ono programování na vyšší úrovni jazyků, než je jen strojový kód počítače¹).

Základními částmi univerzálního počítače jsou vstupní jednotka, paměť, operační jednotka, řídicí jednotka zvaná řadič a výstupní jednotka. Paměť se rozlišuje několik typů podle umístění v systému počítače (viz další text).

Operační jednotku, řídicí jednotku a tzv. operační paměť nazýváme základní jednotkou počítače, vstupní jednotku, výstupní jednotku a vnější paměť přidavným zařízením počítače.

Zjednodušené schéma počítače uvádíme na obr. 1.

VSTUPNÍ A VÝSTUPNÍ JEDNOTKA

Vstupní a výstupní jednotka slouží jako komunikační prostředek mezi člověkem a základní jednotkou počítače. Člověk reaguje na znaky a čísla, kdežto počítač na soustavu elektrických impulsů. Proto je nutné člověkem napsané znaky a čísla nejprve překódovat a prostřednictvím vstupní jednotky přeměnit na odpovídající soustavu elektrických impulsů. Teprve na základě těchto impulsů vykoná základní jednotka počítače příslušné operace.

Výsledky operací základní jednotky však mají opět podobu jen kódovaných elektrických impulsů, jejichž význam je pro člověka zase nerosrozumitelný. Přeměnu těchto impulsů na informace člověku srozumitelné vykoná výstupní jednotka počítače. Pokud výsledek vstupuje opět

¹) Vedle univerzálních počítačů se konstruují i specializované počítače (např. palubní počítače pro letadla, rakety, počítače pracující jako příslušenství jiných systémů apod.). Tyto počítače mají omezené operační schopnosti a nejsou vybaveny vyspělými programovacími prostředky.

do stejného nebo jiného počítačového systému na další zpracování, má ovšem jinou formu než ten, který je určen pro přímé použití člověkem.

Vstupních jednotek počítače je celá řada. Obvykle se dělí na vstupní jednotky přebírající informace přímo a na vstupní jednotky přebírající informace nepřímo. Nejjednodušším zařízením pro přímý vstup dat do počítače je klávesnice nebo elektrický psací stroj. Složitější jsou např. světelné pero nebo dálkové vstupy. U dálkových vstupů jsou informace do počítače předávány po běžných dálkopisných nebo telefonních vedeních, popř. i bezdrátovým přenosem (z měřicích přístrojů čidel apod.). Dále existují vstupní zařízení schopná číst přímo doklady vyhotovené člověkem buď ručně (numerické informace), psacím strojem (alfanumerické informace), nebo jiným formálně upraveným záznamem.

Mnohem jednodušší jsou zařízení pro nepřímý vstup. Jsou to zařízení, která čtou informace zapsané na vhodném materiálu v takovém tvaru a takovým způsobem, aby jejich čtení bylo pro počítač co nejjednodušší. Jako nosný materiál pro zápis²⁾ se používá např. děrný štítek, děrná páska, magnetický štítek, magnetická páska, filmový pásek a další materiály. Podle druhu média, z něhož je počítač schopen číst data, tvoří jeho vstupní zařízení např. snímač děrných štítků, snímač děrné pásky, snímač magnetické pásky atd. Počítač je obvykle vybaven několika druhy vstupních zařízení.

Jako výstupního zařízení se nejčastěji používá rychlotiskáren mechanických, fotografických nebo xerografických. Dalšími druhy výstupních jednotek jsou psací stroj, grafické zobrazovací jednotky, displeje, děrovače děrných štítků nebo děrné pásky, magnetické pásky nebo disky, souřadnicové zapisovače, mikrofilmová zařízení typu COM (Computer Output Microfilm) atd.

PAMĚŤ

Všechny informace, se kterými počítač pracuje, jsou v různých stupních výpočtů uchovány po určitou dobu v paměti. U současných počítačů jsou paměti vícestupňové. Jednotlivé stupně paměti se liší svou kapacitou a rychlostí práce.

Kapacita paměti se vyjadřuje počtem bitů, bytů nebo slov³⁾ o určité délce. (Bit je zkratka anglického názvu binary digit = dvojková číslice, byte je slabika = obvykle 8 bitů a 1 bit kontrolní.)

Rychlost paměti je vyjádřena cyklem paměti a vybavovací dobou. Cyklus paměti je opakovací doba, za kterou je možné z paměti číst nebo do paměti informaci zaznamenat. Vybavovací doba je doba od okamžiku dotazu do doby, kdy paměť vyšle informaci.

Součástí základní jednotky počítače jsou rychlé vnitřní paměti, a to: operační (hlavní) paměť, zápisníková paměť a řídicí paměť.

Operační paměť je určena pro záznam programů a dat, se kterými základní jednotka provádí výpočet.

Zápisníková paměť slouží k přechodnému záznamu mezivýsledků jednotlivých operací. Je to v podstatě sada operačních registrů⁴⁾.

²⁾ Tzv. médium.

³⁾ Slovo má obvykle 4 byty.

⁴⁾ Registr je paměť pro informaci o rozsahu jednoho slova. Registry se používají pro zapamatování mezivýsledků od operace k operaci nebo pro zápis pomocných údajů nezbytných pro provádění celého programu.

Řídící paměť slouží k trvalému uložení mikroinstrukcí k provádění jednotlivých mikrooperací. Je součástí řadiče.

Každá paměť se skládá z paměťového (záznamového) prostředí a z ovládacích obvodů. Paměťové prostředí je rozděleno systematicky na paměťová místa, z nichž každé je označeno adresou. V každém paměťovém místě je zaznamenán určitý počet bitů.

Vnější paměti počítače jsou určeny k záznamu velkého množství dat, které se během výpočtu postupně přesunuje do operační paměti a naopak.

Vyrovňovací paměti jsou zabudovány u vstupních, výstupních a u jiných přídavných jednotek počítače. Jsou určeny k přechodnému záznamu dat při jejich přenosu mezi přídavným zařízením a základní jednotkou počítače.

Obecně rozeznáváme paměti dynamické a statické. U dynamických pamětí se fyzikální záznamové prostředí pohybuje vůči místům záznamu a čtení. U statických pamětí nikoliv. Příkladem dynamické paměti je paměť bubnová, pásková, disková, niklová linka atd. Příkladem statické paměti je feritové jádro, tunelová dioda, holografická paměť.

OPERAČNÍ JEDNOTKA

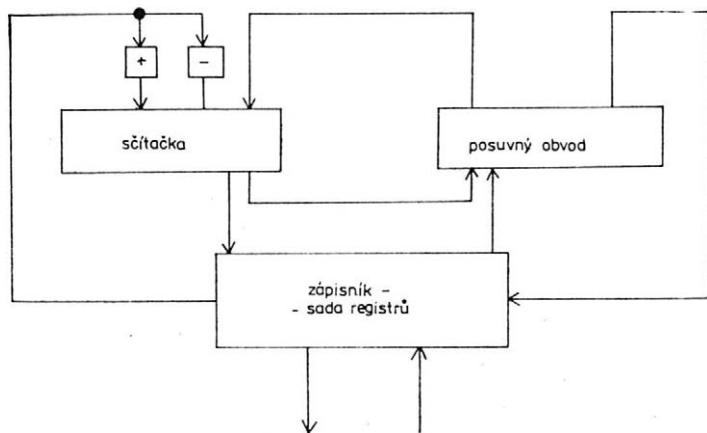
Operační jednotka je jednou ze tří částí základní jednotky počítače, ve které dochází k vlastnímu zpracování informací. Spolu s řadičem tvoří logické jádro počítače. Obsahuje obvody, které jsou specializovány na jednotlivé aritmetické i jiné operace.

Základní částí operační jednotky je sčítačka, doplněná obvodem pro změnu znaménka. Druhou část operační jednotky tvoří posuvný obvod a třetí sada registrů. Obvod pro posun mění též polohu řadové čárky.

Schéma základní části operační jednotky uvidíme na obr. 2.

Všechny aritmetické operace lze rozdělit na postupné sčítání nebo odčítání a na posuvy, takže uvedené tři základní části operační jednotky dovolují provádět operace sčítání, odčítání, násobení, dělení, aritmetické posuvy, odmocňování aj.

Při násobení, dělení a při ostatních složitějších operacích je třeba zaznamenávat řadu mezivýsledků, jako je dílčí součin, dílčí podíl, zbytek atd. Mezivýsledky se zaznamenávají buď do zápisníkové paměti,



2. Schéma základní části operační jednotky

nebo do registrů, které jsou součástí operační jednotky (obr. 2). Operační paměť se pro tyto účely nepoužívá, neboť bývá ve srovnání s rychlostí operační jednotky příliš pomalá.

Operační jednotka provádí kromě aritmetických operací ještě řadu operací dalších, např. operace logické, operace přesunu, operace pro obsluhu vstupů, výstupů a ostatních přídavných zařízení, operace skokové atd.

ŘÍDÍCI JEDNOTKA NEBO LI ŘADIČ

Činnost základní jednotky, a tím většinou i celého počítače, řídí řadič. Je to samostatná jednotka, která podle údajů, jež čte z operační paměti počítače a podle instrukcí řídí přenos dat mezi pamětí a operační jednotkou a mezi jednotlivými částmi operační jednotky. Podstatnou částí řadiče je vždy řídicí paměť, ve které jsou zaznamenány předpisy pro řízení jednotlivých operací ve formě mikroinstrukcí.

Řadič je propojen se všemi ostatními bloky základní jednotky. Vysílá jim povely pro jejich činnost a přijímá od nich hlášení o ukončení předepsané činnosti a o výsledcích, pokud je potřebuje pro řízení další činnosti počítače.

Tuto svou funkci uplatňuje buď ústředně, místně nebo smíšeně.

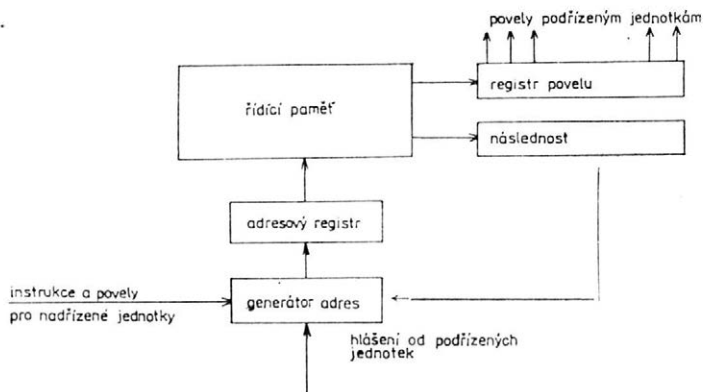
Při ústředním řízení se všechny potřebné signály vytvářejí v ústředním řadiči, odkud se vedou do jednotlivých částí počítače. Při místním řízení se řídicí signály vytvářejí v místních řadičích a slouží pouze pro řízení určitých částí počítače. Při smíšeném řízení vytváří ústřední řadič pouze ty řídicí signály, které jsou nutné pro koordinaci jednotlivých částí počítače. Místní řadiče potom dokončují podle pokynů ústředního řadiče celou operaci.

Smíšené řízení se používá v současné době nejčastěji, protože jednotlivá zařízení mohou pracovat současně, což zvyšuje výkon počítače.

Činnost každého řadiče závisí na třech typech informací; jsou to především instrukce, příkazy a povely, které dostává od nadřízených částí počítače nebo z programu, za druhé informace od řízených objektů a za třetí informace z dalších zdrojů v počítači nebo mimo něj.

Nadřízený řadič posílá podřízenému příkazy a povely, kterými spouští, řídí, kontroluje a zastavuje jeho činnost, podřízený zasílá naopak nadřízenému hlášení o svém stavu a o stavu částí, jejichž činnost sám řídí. Toto hlášení posílá většinou na žádost nadřízeného řadiče.

Základní strukturu řadiče uvádíme na obr. 3.



3. Základní struktura řadiče

V řídicí paměti řadiče jsou zapsány mikroinstrukce, které se čtou podle posloupnosti adres, vytvářených v generátoru adres. Vytváření adres se řídí podle údajů z minulé mikroinstrukce nebo podle povelů od nadřazené jednotky, popř. podle hlášení od podřazených jednotek. Každá mikroinstrukce obsahuje povel pro další činnost počítače.

3. ZÁKLADNÍ PRINCIPY ČINNOSTÍ ČÍSLICOVÉHO POČÍTAČE

Číslíkový počítač postupuje při řešení úloh podobným způsobem jako člověk. Každá úloha, kterou má počítač řešit, musí být nejprve k řešení připravena. Potom je nutno předat úlohu počítači takovým způsobem, aby počítač rozuměl, jaký dostal úkol. To se zabezpečuje programem. Všechny informace se předávají počítači v jeho jazyce. Tento jazyk musí být současně dobře srozumitelný i pro člověka — programátora.

Číslíkové počítače pracují s číselnými soustavami. Mezi nejdůležitější z nich patří binární číselná soustava, oktálová číselná soustava, decimální a hexadecimální číselná soustava.

Pro elektronické počítací i paměťové obvody počítače je nejvýhodnější binární číselná soustava, neboť odpovídá dvěma fyzikálním stavům, které mohou základní skutečné prvky počítače zaujímat⁵⁾. Navíc veškeré výpočty probíhají v této soustavě podle velmi jednoduchých pravidel.

Počítače pracují s různými obměnami dvojkových soustav. Nejdůležitější obměnou je desítková soustava dvojkově kódovaná. Používá jen dvě číslice {0, 1} a vytváří z nich čtyřmístné skupiny. Každá tato skupina nahrazuje jednu číslici v dekadické soustavě. Tzv. vahové kódy přisuzují každé čtyřmístné skupině určitou váhu, pomocí které se převádí

I. Převod desítkových čísel na dvojkové

Dekadické číslo	Váha			
	8	4	2	1
	dvojkové číslo			
1	0	0	0	/
2	0	0	/	0
3	0	0	/	/
4	0	/	0	0
5	0	/	0	/
6	0	/	/	0
7	0	/	/	/
8	/	0	0	0
9	/	0	0	/

⁵⁾ Proud protéká nebo neprotéká, feritové jádro je zmagnetizováno kladně nebo záporně atd.

hodnota dvojkového čísla na desítkové. V tabulce I uvádíme převod desítkových čísel na dvojková v kódu, který používá vah 8, 4, 2, 1.

Tento kód je poměrně jednoduchý, avšak není příliš výhodný pro aritmetické operace, neboť nedovoluje jednoduché tvoření doplňků čísel.

Kromě vahových kódů se používají i kódy nevahové. Například kód dva z pěti, $n+3$ atd. Tyto kódy mají některé konstrukční výhody (rovnosměrné zařízení elektronických obvodů, snadná tvorba doplňků čísel, kontrola správnosti zápisu apod.).

PROGRAMOVÁNÍ

Každý problém, který má být řešen počítačem, musí být převeden na řadu instrukcí a musí se určit, v jakém pořadí má počítač tyto instrukce provádět. Takovému návodu pro práci počítače říkáme program. Instrukcí programu se při tom rozumí příkaz k provedení určité operace. Někdy instrukce pouze určují paměťová místa v operační paměti počítače, na nichž jsou další potřebné údaje zapsány.

Pro současné počítače je typické, že se programy zapisují přímo do jejich paměti. Počítače mohou proto provádět na zadaných programech i různé změny.

Program vytvoří buď člověk — programátor, nebo sám počítač (automatizované programování). Tvorba programů člověkem zatím převažuje.

První etapou programování je rozložení postupu řešení úlohy na jednotlivé dílčí kroky, které může počítač sledovat (vytvoření podrobného algoritmu úlohy). Jedním z nejpoužívanějších způsobů pro znázornění sledu těchto vztahů jsou vývojové diagramy a rozhodovací tabulky.

Po prověření úplnosti a správné logické návaznosti všech dílčích kroků řešení úlohy přistupuje programátor k druhé etapě programování, tj. k přeložení jednotlivých kroků algoritmu úloh do tvaru instrukcí, kterým by už počítač porozuměl. Této etapě se obvykle říká kódování. V podstatě existuje šest hlavních druhů instrukcí, které je každý univerzální číslicový počítač schopen provést. Jsou to instrukce vstupu a výstupu, aritmetické instrukce (sčítání, odčítání, násobení, dělení a výjimečně i další aritmetické operace), logické a porovnávací instrukce, instrukce přenosu dat a řídicí instrukce.

Je-li program napsán způsobem, který je vhodný k přímému řízení počítače, pak mluvíme o programu ve strojovém kódu. Tento kód je vhodný a srozumitelný pro počítač, obvykle se však značně liší od způsobu, jakým je zvyklý své úlohy formulovat uživatel počítače. Programování ve strojovém kódu je proto velmi obtížné. U první generace počítačů bylo zcela běžné, kdežto dnes se používá pouze výjimečně.

Třetí etapa programování je testování a ladění programu. Programátor při něm ověřuje syntaktickou i logickou správnost programu, nejprve simulací a potom na počítači. Závěrečnou fází ladění je ověření programu na zkušebních datech. Ta musí být připravena tak, aby prověřila nejen úplný algoritmus úloh, ale i její předpokládaný rozsah.

Závěrečnou etapou programování je dokumentace programu. Ta musí být taková, aby umožnila jakémukoliv programátorovi pozměnit a upravit program s minimální námahou.

V počátečním období vývoje počítačů se psali všechny instrukce programů v takovém tvaru, v jakém se předkládají základní jednotce počítače k přímému provedení. Strojový jazyk byl v tomto vývojovém stadiu automatizace jediným jazykem, který měl programátor k dispozici.

Pro programátora nebylo vůbec snadné zapamatovat si, co který číselný kód znamená. Používaná paměťová místa se musela pečlivě označovat a mohlo se pracovat jen se skutečnými adresami. Jakákoliv změna v programu vyvolala proto velké množství dalších změn, které bylo třeba všechny vysledovat. Programování bylo tedy komplikovanou záležitostí a pravděpodobnost chyb v programu byla značná.

Brzy se však zjistilo, že velká část této namáhavé práce je takového charakteru, že ji může zvládnout sám počítač. A tak programování ve strojovém kódu vystřídal programování v autokódu.

V autokódu byly nahrazeny málo srozumitelné číselné symboly označující druh operace (operační znaky) vhodnějšími abecedními symboly (mnemotechnickými zkratkami názvů operací) nebo též běžnými matematickými symboly jednotlivých operací. Dále byly nahrazeny i číselné adresy paměťových míst abecedními symboly, popř. indexy k označení vstupních a výstupních proměnných veličin mezivýsledků i konstant. Tzv. sestavovací program potom převádí mnemotechnický zápis programátora do strojového kódu a nahradí abecedně — číslicová označení v programu jejich skutečnými číselnými hodnotami.

Náhrada operačních znaků srozumitelnějšími symboly autokódu přinesla sice určité ulehčení programovacích prací, avšak v podstatě to bylo stále programování ve strojovém kódu, vázané na určitý druh počítače. Jakmile se mělo přejít na jiný druh stroje, musely se změnit i všechny programy. Proto se autokódy řadí k tzv. nižším programovacím jazykům.

Další vývoj v oblasti programování vedl k vývoji programovacích jazyků, které mohou být použity pro jakýkoliv počítač. Tyto tzv. vyšší programovací jazyky se nesestavují již se zřetelem na některý konkrétní strojový kód, ale s důrazem na samostatný jazyk, který se pak může orientovat na požadavky konkrétního typu úloh (tzv. problémově orientovaný jazyk).

To, že vyšší programovací jazyk je navržen tak, aby byl srozumitelný všem druhům počítače ještě neznámá, že se skutečně může pro každý počítač použít. Aby tomu tak bylo, je nezbytné, aby takový počítač byl vybaven kompilačním programem, který příkazy nového jazyka překládá do příslušného strojového kódu obdobně jako sestavovací program u nižších programovacích jazyků.

Vyšší programovací jazyky zbavují programátora nutnosti starat se o přidělování paměťových míst jak pro data, tak i program. Dovolují nahradit celé skupiny strojových instrukcí nebo dokonce i podprogramy⁶⁾ jedinou instrukcí programovacího jazyka. Nejdokonalejší z nich jsou přizpůsobeny bohatým možnostem moderních počítačů, jako je pře-

⁶⁾ Podprogramem se rozumí uzavřený sled určitého počtu instrukcí, které se vyskytují vícekrát v témže nebo v různých programech. Hlavní program předává řízení podprogramu, který převzaté údaje zpracuje a opět předá řízení dalších prací hlavnímu programu.

rušování programů, multiprogramování⁷⁾), blokový přenos informací apod.

Čím je programovací jazyk univerzálnější, tím je složitější kompilační program, který převádí jeho instrukce do strojového kódu počítače. A se složitostí překládacího programu souvisí i zvýšené požadavky na objem paměti pro jeho uložení a na čas nutný k překladu.

Vyšších programovacích jazyků je několik desítek. Mezi nejznámější a u nás nejužívanější patří COBOL (Common Business Oriented Language), určený pro zpracování hromadných dat, ALGOL (Algorithmic Language) a FORTRAN (Formula Translation), které jsou vhodné pro vědeckotechnické výpočty a pro řešení matematických úloh. Univerzální jazyk, vhodný jak pro vědeckotechnické výpočty, tak pro hromadná data je např. jazyk PL/I (Programming Language I).

OPERAČNÍ SYSTÉMY POČÍTAČE

Veškerá činnost počítače se řídí, jak jsme již uvedli, programem. Kromě uživatelských programů, řešících konkrétní úlohy, mají soudobé výkonné počítače ve své paměti uloženy i další soubory programů, které jsou do značné míry nezávislé na právě řešené úloze. Těmto programům říkáme operační systém počítače. Jsou to pomocné programy, které usnadňují a zjednodušují uživatelské programy, neboť přebírají a uskutečňují co nejvíce pravidelně se opakujících rutinních funkcí. Patří sem nejrozličnější zásahy do činnosti všech částí počítače i kontrola činnosti počítače.

Operační systém zahrnuje programy pro řízení a kontrolu činnosti všech přídatných zařízení, pro obsazování místa v operačních i vnějších pamětech, pro přenosy bloků informací mezi paměťmi, pro reakce na přerušování programů na základě vnitřních i vnějších přerušovacích signálů, pro přechod z programu na program, pro řízení ochrany paměti, pro styk operátora s počítačem, pro hlídání a hlášení výskytu chyb atd.

Součástí operačního systému jsou i profylaktické programy, které v pravidelných intervalech nebo na popud operátora prověřují stav počítače a jeho spolehlivost, dále diagnostické programy, které automaticky zjišťují, kde nastala porucha a konečně i různé testovací programy, které kontrolují okamžitý stav buď celého počítače, nebo jeho částí, přídatných zařízení apod. Souhrnu všech těchto programovacích prostředků se také říká dohlížecí, řídicí nebo organizační program.

Počítače první generace (viz další kapitola) téměř žádný operační systém neměly, přídatná zařízení a celá činnost těchto počítačů byla řízena hlavním uživatelským programem nebo v něm zahrnutými podprogramy.

Počítače třetí generace vybavuje již výroba dokonalými operačními systémy. Tím se velmi usnadňuje využití počítače v praxi. Mezi nejznámější druhy operačních systémů patří tzv. DOS a OS.

⁷⁾ Multiprogramováním se rozumí současné zpracování několika programů. Uplatňuje se obvykle při sdílení času počítače mezi několika programy, které provádí jeden procesor.

4. ROZDĚLENÍ POČÍTAČŮ

Počítače se rozlišují podle různých hledisek. O jejich rozdělení na univerzální a speciální počítače podle způsobu použití jsme se již zmínili v předcházejícím textu. Nejčastějším rozlišujícím hlediskem je třídění počítačů podle konstrukčních prvků. V této souvislosti hovoříme o počítačových generacích.

U počítačů nulté generace bylo základním konstrukčním prvkem elektromagnetické relé. Počítače nulté generace byly v roce 1947 vystřídány počítači první generace. Jejich hlavním konstrukčním prvkem byla vakuová elektronika. Ve světovém měřítku byl vývoj této generace ukončen v letech 1958—1959. Od té doby se již žádné nové typy elektronkových počítačů nevyvíjely a neuváděly na trh.

U počítačů druhé generace, nazývaných těž tranzistorovými, byly v konstrukci uplatněny polovodičové a feromagnetické prvky, tj. tranzistory, germaniové diody a magnetická feritová jádra.

Třetí generace počítačů nastoupila v roce 1964, kdy byl uveden na trh počítač americké firmy IBM, typ IBM 360. Jeho hlavním konstrukčním prvkem byl integrovaný obvod. Počítače této generace, které se vyrábějí dodnes, jsou velmi rychlé (dosahují i několika miliónů aritmetických operací za vteřinu) a konstrukčně poměrně spolehlivé.

Další generace počítačů, tzv. tři a půlté a 4. generace, se od třetí generace liší jednak uplatněním některých nových konstrukčních prvků, jako jsou např. integrované obvody vyšší integrace, bublinové paměti⁸⁾, optoelektronické spoje⁹⁾, jednak některými zařízeními, která umožňují začleňování počítačů do systémů, které se liší od systémů počítačů třetí generace.

Přehled základních konstrukčních charakteristik počítačů jednotlivých generací uvádíme v tabulce II.

Dalším hlediskem pro třídění počítačů je způsob jejich činnosti. Podle tohoto hlediska rozeznáváme počítače pracující v reálném čase nebo v dávkách. Počítače pracující v reálném čase jsou však obvykle schopny fungovat i v dávkovém režimu.

Kapitalistické země sledují většinou prodej počítačů v rozdělení na počítače stolní, malé, střední a velké. Rozlišovacím hlediskem je zde cena.

Třídících hledisek může být daleko víc. Některá z nich ztrácejí s rozvojem technických prostředků na významu, jiné nabývají na důležitosti. Další etapu v rozvoji výpočetní techniky znamenají minipočítače a mikropočítače.

Minipočítač je zpravidla chápán jako počítač malých rozměrů a relativně nízké ceny. První minipočítač se objevil na trhu v roce 1965. Od té doby prošly minipočítače rychlým vývojem a dnes patří k nej-

⁸⁾ Paměť, využívající k záznamu dat přítomnost a pohyblivost cylindrických magnetických domén, tzv. bublin ve speciálním magnetickém materiálu. Bubliny vznikají při určité intenzitě magnetického pole a lze s nimi pomocí tohoto pole pohybovat. Přítomnost bubliny znamená jedničku, nepřítomnost nulu.

⁹⁾ Přenos dat, využívající optické signály; optický signál zobrazující data se pro spolupráci s počítačem musí transformovat pomocí fotoelektrických měničů na elektrický signál a naopak.

II. Přehled základních konstrukčních charakteristik počítačů

Konstrukční prvky	Generace			
	I.	II.	III.	IV.
Aritmetická jednotka	elektronky	tranzistory	IO-SSI	IO-MSI, LSI
Operační paměť	elektronky	ferity	ferity, IO	IO-LSI, VLSI MBM, CCD
Vnější paměti	bubnová	bubnová disková	disková	disková

Vysvětlivky zkratk k tabulce II:

- IO — SSI je integrovaný obvod malé integrace; počet prvků na 1 čipu¹⁰⁾ se pohybuje řádově do deseti.
 IO — MSI je integrovaný obvod střední integrace; počet prvků na 1 čipu se pohybuje řádově do sta.
 IO — LSI je integrovaný obvod velké integrace; počet prvků na 1 čipu se pohybuje řádově v tisících.
 IO — VLSI je integrovaný obvod velmi velké integrace; počet prvků na 1 čipu se řádově pohybuje v desetitisících až statisících.

rozšířenějším prostředkům výpočetní techniky. Uplatňují se při řízení technologických procesů, při sběru a zpracování hromadných dat, v lékařství apod.

Ústřední jednotka minipočítače se skládá z procesoru, tj. aritmetické jednotky a řadiče, a z pevné paměti mikroprogramů. Procesor pracuje s 8 až 32 bitovými slovy. Nejčastější délka slova je 16 bitů. Kapacita vnitřní paměti minipočítačů se pohybuje od 4000 do 512 000 bytů i více.

Minipočítače mohou pracovat v dávkovém režimu nebo konverzačním způsobem, kdy je možné na ústřední jednotku napojit 8 až 16 terminálů¹¹⁾.

Mikropočítače jsou nejmenší výpočetní systémy s velkou budoucností. Používají se jako součásti větších celků např. pro přímé řízení výroby, jako stavební díl pro zařízení výpočetní techniky apod. Mikropočítač je počítač, sestavený na bázi mikroprocesoru¹²⁾. Výkonnější mikropočítače mají již vlastnosti, které jsou typické pro minipočítač.

V dalším vývoji mikropočítačů se předpokládá růst kapacity jejich paměti a operační rychlosti.

¹⁰⁾ Čip je křemíkový integrovaný obvod o rozměrech několika milimetrů. Princip čipu je v tom, že vlasově tenké čáry a kresby na papíře se přenesou litograficky na povrch křemíkového kotoučku, kde plní úlohu vodičů, tranzistorů nebo obvodů. Litografický proces se dnes již natolik zdokonalil, že se očekává do roku 1985 dosáhnout umístění více než 1 miliónu prvků na čipu; v roce 1971 to byly řádově jen stovky prvků.

¹¹⁾ Terminál je koncové zařízení pro komunikaci s počítačem. Skládá se zpravidla ze vstupního nebo výstupního zařízení, ze zabezpečovacího zařízení a řadiče.

¹²⁾ Mikroprocesor je elektronická součástka miniaturních rozměrů, schopná vykonávat aritmetické a logické operace a určit sled těchto úkonů na základě zabudovaného programu.

5. JEDNOTNÝ SYSTÉM ELEKTRONICKÝCH POČÍTAČŮ A SYSTÉM MALÝCH ELEKTRONICKÝCH POČÍTAČŮ

Mezi počítače třetí a tři a půlté generace patří i počítače jednotného systému elektronických počítačů (JSEP) vyráběné v zemích RVHP. Jsou určeny pro řešení vědeckých a inženýrskotechnických úloh a pro zpracování hromadných dat, přičemž konstrukce, modulová struktura a systém spojení mezi základní jednotkou a periferním zařízením dovoluje vybrat uživateli takovou konfiguraci počítače, která odpovídá požadavkům jimi řešených úloh.

Řadu JSEP 1 tvoří počítače třetí generace. Patří sem šest základních typů počítačů: EC 1010 — výrobce MLR, EC 1020 — výrobce SSSR a BLR, EC 1021 — výrobce ČSSR, EC 1030 — výrobce SSSR a PLR, EC 1040 — výrobce NDR, EC 1050 — výrobce SSSR.

K dispozici v této řadě jsou i další modely, a to zejména modely EC 1011, EC 1022, které jsou vylepšeným modelem EC 1010 a EC 1020, a modely EC 1032 a EC 1033, které jsou vylepšeným modelem EC 1030.

Základní jednotky JSEP 1 s integrovanými obvody pracují s rychlostí od několika tisíc do 500 000 operací za vteřinu. Jejich konstrukce dovoluje vybavit je rozsáhlým periferním zařízením a umožňuje také rozšiřování systémů přidáváním nových modulů periferních zařízení nebo výměnou základní jednotky. Programová kompatibilita¹³⁾ jednotlivých počítačů je zabezpečena jednotnou formou zobrazení čísel, jednotným souborem instrukcí a jednotným systémem adresování. Výjimkou je pouze typ EC 1010, který má zjednodušenou strukturu a typ EC 1021, který má zkrácený soubor instrukcí a je zaměřen na hromadné zpracování dat. Úplnou kompatibilitu mezi všemi systémy od zdola nahoru zabezpečuje především programovací jazyk RPG (zkratka angl. názvu Report Program Generator).

Přídavná zařízení JSEP 1 tvoří magnetické páskové jednotky, magnetické bubnové jednotky, magnetické diskové jednotky, snímače děrných štítků, snímače děrné pásky, výstupní děrovače děrných štítků, výstupní děrovače děrné pásky, abecedně číslicové tiskárny, souřadnicové zapisovače, zobrazovací jednotky (displej), zařízení pro přenos dat aj.

Počítače JSEP 2 jsou počítače tři a půlté generace. Jejich typové označení tvoří „pětkovou řadu“ počítačů JSEP 1. Nejnižším jejich členem je typ EC 1015, nejvyšším EC 1065. Systém vychází z kompatibility s třetí generací v oblasti vlastních počítačů, periferních zařízení i programů.

Počítače tři a půlté generace umožňují jednak využívat dosavadních periferních zařízení, jednak přinášejí zařízení nová, například pružný disk¹⁴⁾, kazetový disk, terminály a terminálové systémy, systémy pořizování dat, paměťová zařízení s vyšší kapacitou, systém pro automatizaci konstrukčních a projektových prací atd. Československo vyvinulo

¹³⁾ Kompatibilitou nazýváme schopnost zařízení přejímat a zpracovávat data připravená jiným zařízením bez modifikace.

¹⁴⁾ Ohebný magnetický disk, zv. též disketa, vložený trvale do obálky z plastické hmoty. Je vyroben rovněž z plastické hmoty s magnetickou vrstvou na jedné straně. Má celkem kapacitu 0,6—2 mil. bitů.

III. Přehled základních výkonových parametrů počítačů JSEP

Typ počítače	Země výrobce	Výkon v 1000 operací za sekundu	Kapacita operační paměti (KB)	Doba cyklu operační paměti (ns)
EC 1010	MLR	2,7	8 — 84	1000
EC 1020	SSSR, BLR	11	64 — 256	2000
EC 1021	ČSR	20	16 — 64	2000
EC 1030	SSSR, PLR	50	128 — 512	2000
EC 1040	NDR	360	256 — 1024	1300
EC 1050	SSSR	510	256 — 1024	1000
EC 1015	MLR	12 — 16	64 — 160	1000
EC 1025	ČSR	38	128 — 256	500
EC 1035	SSSR, BLR	125 — 200	256 — 512	2000
EC 1045	SSSR, PLR	400 — 500	256 — 3072	800
EC 1055	NDR	450	1024 — 2048	1200
EC 1060	SSSR	1500	2048 — 8192	1500
EC 1065	SSSR	4500	4096 — 16348	800

v rámci řady JSEP 2 počítač EC 1025 a jeho zdokonalené verze EC 1026 a EC 1027.

V tabulce III uvádíme přehled základních výkonových parametrů počítačů JSEP 1 a JSEP 2.

Systém malých elektronických počítačů (SMEP) sjednocuje v rámci zemí RVHP technické a programovací prostředky u minipočítačů a mikropočítačů obdobně jako řada JSEP u počítačů. Spolupráce je rozdělena do dvou etap. První etapu představuje řada SMEP 1. Jde o výpočetní systémy třetí a tři a půlté generace. V této řadě jsou k dispozici čtyři základní typy procesorů: SM1, SM2, SM3 a SM4. ČSSR se podílí spolu se SSSR na výrobě systému SM3 a SM4.

Systém SM4 — 20 vyráběný v ČSSR je nejvýkonnějším modelem řady SMEP 1. Je řešen modulárně a stavebnicově. Jeho základ tvoří společná sběrnice, na kterou je jednotným způsobem připojen procesor s pamětí a všechna ostatní zařízení včetně periférií. Základní sestavu minipočítače tvoří centrální jednotka s polovodičovou pamětí 256 KB¹⁵), dvě jednotky vnější paměti na kazetovém disku s kapacitou po 5 MG¹⁶), jednotka vnější paměti se standardní magnetickou páskou, snímač a děrovač děrné pásky, videoterminál s klávesnicí a mozaiková tiskárna.

Minipočítač SM4 — 20 je vhodný pro zařízení vědeckotechnických experimentů, měřicích ústředí, pro zpracování laboratorních údajů, sběr dat z víceklávesnicových systémů, pro zpracování hromadných dat, pro řízení spojitých a nespojitých technologických procesů, pro vytváření informačních systémů a řízení bloku dat, pro řízení počítačových sítí apod.

¹⁵) KB — tisíc slabik.

¹⁶) MG — milión slabik.

Řada SMEP 2 je tvořena souborem minipočítačů a mikropočítačů. ČSSR v rámci této řady vyrábí minipočítač SM 52/11 a mikropočítače SM 50/50 a SM 50/40. Kapacita operační paměti SM 52/11 je 256 KB, u SM 50/50 a SM 50/40 64 KB. SM 52/11 je československý nejvýkonnější minipočítač.

6. NEJBLIŽŠÍ PERSPEKTIVY ROZVOJE POČÍTAČŮ

Přes svou poměrně vysokou technickou vyspělost mají současné systémy univerzálních číslicových počítačů v rutinním provozu ještě řadu nedostatků a slabých míst, o jejichž odstranění konstruktéři usilují. Mezi hlavními slabinami dnešních počítačů lze uvést: výskyt technických poruch systémů a poměrně dlouhou dobu potřebnou pro jejich zotavení po chybě, poměrně značné ztráty provozní doby a kapacity paměti plynoucí ze složitých operačních systémů, relativně nízkou účinnost programového vybavení projevující se ve ztrátách provozní doby v důsledku operací s programy, nedostatečné uspokojování nároků vyplývajících z požadavků uživatelů na práci v reálném čase, poměrnou těžkopádnost sběru dat a jejich vstupů do počítače, složitost styku člověka s počítačem vůbec.

Odstranění těchto slabin má být dosaženo především vyšším výkonem (propustností) procesorů; zvětšováním kapacity paměti; zvyšováním spolehlivosti konstrukčních prvků počítačů; vytvářením stavebnicových systémů, různě výkonných a různě vybavených periferními a jinými jednotkami v souladu s úlohami, pro něž budou určeny; nasazováním terminálů nebo speciálních systémů, které usnadňují jak komunikaci s počítačem proti klasickému pořizování dat a tisku sestav při dávkovém zpracování, tak sběr dat přímo tam, kde tato data vznikají; hlasovým vstupem a výstupem; čtením dokladů původně určených pro komunikaci s lidmi; zabudováním většiny programovacích prostředků do hardwaru.

Základní výkon počítače bude však vždy určen především součástkovou základnou a vlastní architekturou systému.

Pro příštích několik let lze počítat i nadále s použitím integrovaných polovodičových prvků, kde vývoj výrobní technologie umožní další zvyšování hustoty jejich obvodů. V praxi to bude znamenat, že se opět zmenší jejich celkový rozměr, sníží zpoždění přenosů signálů uvnitř systémů a tedy tím zvýší jejich rychlost a spolehlivost. Zvýšení miniaturizace prvků a jejich spolehlivost umožní převod dnešních programových prostředků do obvodů nebo pevně zabudovaných mikroprogramů všude tam, kde půjde o častěji se opakující funkce. Tím se zvýší celkový výkon takto konstruovaných počítačů a současně zjednoduší jejich programové prostředky, zejména operační systémy.

U vnějších pamětí se dá předpokládat, že si zde ještě řadu let podrží své dominantní postavení magnetické diskové paměti s výměnnými svazky disků, jejichž kapacita postupně vzroste z dnešních 100 MB, resp. 200 MB, na 500 MB i více. Vedle záznamu na disky se i nadále uplatní magnetický záznam ve tvaru pásky. Bude se postupně rozvíjet použití paměťových magnetických prvků s bublinovými doménami a laserové paměti.

V architektuře počítačů půjde o vývoj k vybavování systémů více procesory, a to jak specializovanými, tak shodnými. Specializované procesory, např. přenosový procesor pro styk s vnějšími pamětmi nebo vstupy a výstupy, komunikační procesor pro přenos dat, diagnostický procesor apod., osvobodí operační procesor od většiny vedlejších činností a tak zvýší jeho disponibilitu pro řešení uživatelských úloh.

Více shodných operačních procesorů umožní pak zrychlit zpracování úloh tím, že systém přidělí procesory jednotlivým úlohám podle okamžité situace. I když, vzhledem k určitým konfliktům uvnitř více-procesorových systémů (např. při přístupu procesorů do společné slovní paměti), nelze nikdy očekávat, že by systém s n procesory měl n -násobný výkon, jde o významné zlepšení jak v propustnosti systému, tak i v jeho spolehlivosti, neboť multiprocesorový systém je schopen zachovat svou funkci i při poruše některého procesoru nebo modulu.

V současné době již existují na trhu některé multiprocesorové systémy s vysokými operačními rychlostmi užívanými především pro vědeckotechnické výpočty. Mezi nejznámější patří např. počítač CYBER 250 americké firmy CDC (Control Data Corporation) s maximální rychlostí 800 mil. operací za sekundu a počítač CRAY-1 americké firmy Cray Research Inc s maximální rychlostí 160 mil. operací za sekundu.

Systémové začlenění hlasu do výpočetní techniky je předmětem intenzivní pozornosti řady předních výrobců počítačů. Věnují se mu plně i českoslovenští odborníci především z VHI Závody automatizace a výpočetní techniky.

Důvody pro používání hlasového výstupu jsou v podstatě dva. Je to hlavně nízká cena zařízení na straně uživatele (např. telefonní přístroj) a skutečnost, že hlasový vstup i výstup obohacuje práci člověka s počítačem o nové možnosti.

Spotřební průmysl v zahraničí se orientoval již dříve na tento způsob odezvy na úrovni automatů. Hlasový výstup byl také úspěšně realizován v zařízení, která spadají do oblasti počítačové techniky. V roce 1981 byl např. v NSR vystavován psací stroj pro nevidomé, nazvaný IBM Audio Unit, který podle požadavku operátora je schopen hlásit napsané písmo, instrukci, slovo nebo i celé věty. Dále se ve světě používají již několik let různé informační systémy s hlasovým výstupem jako např. informace o letových řádech, programech kin a divadel, meteorologická hlášení pro piloty atd.

V ČSSR je pozornost výzkumu v této oblasti zaměřena na počítačové aplikace v zásobování, dispečerském řízení a ve spojích.

7. VÝPOČETNÍ TECHNIKA V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

Od instalace prvního počítače v ČSSR v roce 1957 uplynulo již více než čtvrt století. Za tu dobu došlo k významnému rozvoji jak samotných prostředků výpočetní techniky, tak i jejich aplikací. Počítače jsou dnes prakticky využívány ve všech odvětvích čs. národního hospodářství, lesní hospodářství nevyjímaje. Zatímco ještě v roce 1975 připadalo na 1 mil. obyvatel ČSSR jen 41 systémů, v roce 1980 to bylo již více než 95 počítačů a jejich relativní podíl se nadále zvyšuje.

Dosavadní vývoj využívání výpočetní techniky v lesním hospodářství, zahájený v roce 1946, lze v zásadě rozdělit na čtyři stadia.

V prvním stadiu organizace lesního hospodářství využívaly děroštitkové stroje. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti a Lesprojekt měly vlastní soupravy, na kterých zpracovávaly především vědeckotechnické výpočty. První mechanizovaně zpracovanou agendou v řídicí činnosti byla účetní evidence, jejíž řešení v roce 1952 připravil resortní výzkumný ústav. Pozdější rozšiřování mechanizace v této oblasti probíhalo pod přímým vedením pracovníků ministerstva zemědělství, lesního a vodního hospodářství a ve spolupráci s odborníky výrobce děroštitkových strojů, národního podniku Aritma. Většinou se počítalo u externích dodavatelů, jen v menším rozsahu ve vlastních strojně početních stanicích. Ve způsobu práce vládl tzv. agendový přístup.

Druhé stadium začalo v roce 1967, kdy resortní výzkumný ústav zahájil ve spolupráci s Jihočeskými státními lesy České Budějovice a Podnikem výpočetní techniky tamtéž převod některých agend ze strojů na děrné štítky na sovětský počítač 2. generace, Minsk 22. Současně začal využívat počítače i pro řešení některých vědeckotechnických úloh, např. pro propočty průhybu nosného lana vyvíjených lanovek, matematicko-statistické výpočty, aplikace lineárního programování atd. Rovněž Lesprojekt začal přecházet z děroštitkové techniky na počítače 2. generace. Automatizaci začaly využívat aktivně i pracovníci lesnických fakult.

Komplexní převod všech dosud mechanizovaných agend v lesním hospodářství na samočinný počítač československé výroby ZPA 600 vykonalo Středisko pro rozvoj mechanizace a automatizace evidence a výpočetních prací v lesním hospodářství ve spolupráci s Ústavem výpočetní techniky Vysoké školy zemědělské v Brně v roce 1970. Při tomto převodu došlo k racionalizaci celého řešení od zavedení nových vstupních dokladů až po integraci zpracování dat v počítači.

Druhé vývojové stadium využívání výpočetní techniky v lesním hospodářství se tedy vyznačovalo záměnou mechanizace za automatizaci na počítačích 2. generace s tím, že organizace lesního hospodářství přешly na výhradně dodavatelské služby. Situace v technickém zabezpečení těchto služeb byla přitom velmi pestrá, neboť lesní hospodářství využívalo celkem 7 různých typů počítačů.

Třetí stadium začalo v roce 1975. Charakterizuje je přechod na počítače třetí generace a zahájení výstavby vlastních výpočetních středisek organizací státních lesů. Při tomto přechodu opět došlo k dalšímu zlepšení analýz a propojení jednotlivých úloh s následnou úpravou jejich programů a rozšiřováním počtu. Klasický děrný štítek jako vstupní médium byl nahrazen záznamy na magnetickou pásku.

Přechod na počítače třetí generace byl v podstatě ukončen v roce 1980. Do konce roku 1982 se pak podařilo i vybudovat takovou vlastní kapacitu výpočetní techniky v odvětví, že je schopna zabezpečit potřeby všech organizací lesního hospodářství v rozsahu stávajících projektů pro automatizované zpracování sociálně ekonomických informací.

Tato kapacita je soustředěna do výpočetních středisek dvou typů. Výpočetní střediska prvního typu jsou vybavena jednak magnetopáskovými záznamníky na přípravu dat, jednak počítači JSEP na zpracování dat. Výpočetní střediska druhého typu mají k dispozici jen magne-

topáskové záznamníky na přípravu dat, které mohou pracovat i jako minipočítače. Vlastní zpracování dat z těchto středisek zabezpečují výpočetní střediska prvního typu, která jsou v odvětví celkem tři. Výpočetní střediska druhého typu jsou čtyři. Kromě nich existuje ještě experimentální výpočetní středisko Severočeských státních lesů na lesním závodě Nisa, vybavené minipočítačem z NDR typu KRS 4201 a výpočetní středisko resortního výzkumného ústavu, kde pracuje rovněž tento minipočítač.

Začátkem roku 1983 zahájilo činnost výpočetní středisko Lesprojektu, vybavené minipočítačem americké výroby HP 3000. Hlavním úkolem tohoto střediska je zajištění automatizace vybraných technologických procesů při zpracovávání lesních hospodářských plánů.

Výpočetní střediska prvního i druhého typu začala být postupně převáděna do Závodu výpočetní techniky, který je odštěpným závodem Podniku technického rozvoje a plní na úseku automatizovaného zpracování dat funkci odvětvové účelové organizace.

V roce 1976 začala příprava čtvrtého stadia využívání výpočetní techniky v lesním hospodářství. S plným rozvinutím tohoto stadia se počítá po roce 1984. Toto čtvrté stadium představuje realizaci první varianty automatizovaných systémů řízení v odvětví.

VÝSTAVBA AUTOMATIZOVANÝCH SYSTÉMŮ ŘÍZENÍ V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

Obecně se pod pojmem automatizovaný systém řízení (ASŘ) rozumí systém pro racionální řešení úloh řízení s použitím moderních prostředků výpočetní, organizační a telekomunikační techniky a vědeckých metod řízení.

Vybudovaný automatizovaný systém řízení se skládá ze čtyř částí, a to z části funkční, informační základny, technických prostředků a programového vybavení. Funkční část zahrnuje soubor administrativních, organizačních a ekonomicko-matematických metod, které umožňují racionální a v daných podmínkách optimální řešení úkolů v oblasti řízení.

Informační základnou ASŘ je soubor standardizovaných a unifikovaných ukazatelů, dokladů, číselníků, souborů informací, způsobu jejich organizace, uložení, aktualizování a kontroly, které umožňují řešit jednotlivé úlohy jak pro celý systém řízení, tak pro každý jeho stupeň.

Komplex technických prostředků zahrnuje zařízení na přípravu dat, počítačový systém a jeho přídatná zařízení, telekomunikační systém, různá zařízení organizační techniky apod. Pomocí komplexu technických prostředků se zajišťuje sběr, přenos, ukládání a zpracování informací a jejich zobrazování a prezentace uživatelům.

Programové zabezpečení ASŘ tvoří systémové a aplikační programy. Systémové programy usnadňují řízení počítačového systému jako takového. Podle aplikačních programů se pak zpracovávají konkrétní úlohy v procesu řízení. Programové vybavení ASŘ je proto velmi důležitým prvkem celého systému a jeho úroveň spolurozhoduje o účinnosti vlastní automatizace v řízení.

Výstavba každého automatizovaného systému řízení představuje v podstatě inovaci celého řídicího systému, která poměrně pronikavě zasahuje do života dané organizace. Jde o inovaci vyššího řádu s dlou-

hodobým průběhem a dosahem. Bylo by proto hrubým zjednodušením redukovat tvorbu ASŘ pouze na problém technický, tj. na počítače, zařízení pro sběr a přenos dat atd., i když úroveň, kvalita a spolehlivost této základny má v ASŘ významné místo. Žádný automatizovaný systém řízení však není a ani nemůže být „doménou počítačových odborníků“, ale musí to být společné dílo uživatelů a řešitelů, při kterém má budoucí uživatel značné úkoly a velkou odpovědnost.

V lesním hospodářství obou národních republik mají být do konce roku 1984 dokončeny a v průběhu roku 1985 postupně zavedeny dva druhy automatizovaných systémů řízení. A to ASŘ pro úroveň podniku a ASŘ pro úroveň odvětví.

V rámci jejich výstavby byly systémy řízení obou úrovní rozčleněny na tzv. funkční a průřezové podsystémy. Do funkčních podsystémů byly zahrnuty řídicí aktivity jednotlivých funkčních útvarů dané organizační úrovně. Například odbyt a realizace, zásobování, financování, vlastní řízení výroby apod. Průřezové podsystémy byly pak vytvořeny z jednotlivých fází řídicího procesu stejného charakteru, které je nutno vykonávat v rámci všech funkčních útvarů organizace, jako je například roční plánování, zabezpečení řízení sociálně ekonomickými informacemi, rozborů apod.

Z hlediska řešení věcné problematiky ASŘ mají prioritu funkční podsystémy, z hlediska systémového propojení řídicích činností průřezové podsystémy.

Uvedeným přístupem k dekompozici systémů řízení v lesním hospodářství na jednotlivých úrovních bylo zabezpečeno, že každá řídicí aktivita byla posuzována nejen z hlediska své specifické funkce v řídicím procesu, ale současně i z hlediska svého postavení a úlohy v rámci celého systému řízení. Ty řídicí aktivity, které jsou společné jak funkčnímu, tak průřezovému podsystému, tj. tvoří průnik obou, představují tzv. problémovou oblast. Například takovou problémovou oblastí je souhrn aktivit (skupin úloh) vykonávaných v rámci ročního plánování výroby, nebo souhrn aktivit při informačním zabezpečení odbytu nebo zásobování apod.

Tento důsledně systémový přístup při výstavbě ASŘ zaručil, že bylo možné při posuzování jednotlivých řídicích činnostech současně charakterizovat základní vazby každé z nich na ostatní, a tím vyloučit případnou nekomplexnost řešení jejího automatizovaného zpracování.

Toto zpracování se připravuje ve třech metodicky odlišných úrovních. V první, nejjednodušší úrovni půjde pouze o automatizované zpracování informací ve formě různých přehledů a výkazů bez dalších jejich úprav a automatizovaného vyhodnocování. Tato úroveň řešení nebude vyžadovat prakticky žádnou změnu ve vlastní organizaci řízení. Z hlediska jeho technologie a stylu však již ano.

Především je bezpodmínečně nutné metodické i obsahové sjednocení všech informačních údajů a ukazatelů, které se společně využívají v jednotlivých podsystémech řízení. V rámci řešeného ASŘ je totiž vytvářen jediný informační zdroj, který bude poskytovat údaje všem funkčním útvarům, a to jak na úrovni odvětví, tak v podnikové sféře. Samozřejmým předpokladem pro realizaci tohoto záměru jsou také jednotný systém klasifikací a kódování, jednotné číselníky atd.

Druhou změnu v technologii řízení na této úrovni řešení úloh ASŘ představuje tok informací a jejich prezentace uživatelům. Například

vytvářený odvětvový ASŘ předpokládá v maximální míře přebírat údaje z podnikového ASŘ na magnetické pásce. Tento přístup zatím naráží na obavy podnikové sféry, že se tak na vyšší úroveň dostanou i informace nesprávné. Kromě toho takováto organizace toku informací, kdy mezi jejich uživatele a jejich zdroj je začleněno výpočetní středisko, vyžaduje maximální disciplínu v přísunu dat z podnikové sféry. Každé zpoždění na tomto úseku se okamžitě promítne do doby odezvy, kterou požadují pracovníci ministerstva.

Při neautomatizovaném zpracování informací bylo možné řadu údajů mezi podnikovou a odvětvovou sférou řízení dodatečně doplňovat nebo opravovat telefonicky. Po přechodu na automatizaci to však již nebude možné.

V druhé, vyšší úrovni řešení jednotlivých aktivit ASŘ příslušné projekty zajistí zpracování údajů pro potřeby řízení na vyšším stupni. V podstatě půjde o výpočty parametrů pro řízení pomocí různě složitých aritmetických a logických operací, o výpočty vývojových trendů nebo indexů, o zpracování signálních informací jako podkladu pro rozhodování apod. Tato úroveň zpracování má už umožnit relativně objektivní porovnání skutečnosti se žádoucím stavem a zjišťování velikosti odchylek, ev. jejich příčin.

Třetí, nejvyšší úroveň metodického řešení jednotlivých úloh ASŘ představuje zabudování matematických modelů do rozhodovacích procesů, takže s jejich pomocí je možné jednak odhadovat budoucí vývoj řízeného systému, jednak vyhledávat cesty ke zvýšení efektivnosti ve využívání současných výrobních zdrojů odvětví.

Tato druhá a třetí úroveň řešení vytvářených ASŘ v lesním hospodářství předpokládá využití výsledků automatizovaného zpracování informací z první úrovně, jejich doplnění o hodnoty z minulých období a o některé další údaje a systémovou provázanost úloh z jednotlivých podsystémů navzájem. Ta musí být nejenom z hlediska věcného, ale i technického a časového, a to jak v rámci ASŘ odvětví, tak i ve vazbě na odpovídající aktivity podniku.

Realizace těchto nových a netradičních výsledků automatizace v praktické řídicí činnosti bude záviset výhradně na schopnostech jejich absorpce řídicími pracovníky odvětví a podniků.

V rámci analýzy systému řízení lesního hospodářství na úrovni odvětví bylo vytypováno celkem 172 souhrnných řídicích aktivit a na úrovni podniku 242 aktivit.

Z uvedeného počtu bylo na úrovni odvětví využíváno do konce roku 1980 automatizace pouze v jednom případě. Dokončením řešení první varianty ASŘ se tento počet zvýší celkem na 35 aktivit, což představuje více než 20 % jejich celkového počtu.

Na úrovni podniku byla situace s využíváním výpočetní techniky v řízení před výstavbou ASŘ mnohem příznivější. Z celkového počtu řídicích aktivit se automatizované zpracování vyskytovalo u 43 aktivit, tj. v 18 % s tím, že ne všechny úlohy byly navzájem systémově provázány. Po dokončení výstavby první varianty ASŘ se rozsah automatizovaného zpracování zvýší o dalších 23 aktivit, tj. na 27 %, přičemž u 13 aktivit, které již automatizaci využívají, dochází navíc k inovaci dřívějšího řešení.

Problémem je stanovení efektivnosti nasazení výpočetní techniky v řídicí činnosti. Tato úloha nebyla až dosud zcela uspokojivě vyřeše-

na. Potíže nezpůsobuje vyčíslení nákladů investičních nebo neinvestičních, neboť v tomto směru nejsou proti jiným investičním akcím podstatné rozdíly. Zásadním problémem však je vyjádření výnosů nebo přínosů. Tento problém vyplývá z toho, že předmětem automatizace v ASŘ není hmotný materiál, nýbrž informace. A výsledkem zpracování není rovněž hmotný produkt, ale opět informace. Navíc je celá situace komplikována tím, že produkované informace nepůsobí v řídicím procesu přímo, ale zpravidla zprostředkovaně přes subjektivního řídicího činitele a přitom dochází k jejímu těžko postihnutelnému vícenásobnému využití.

To, že existuje závislost využití zpracované informace na lidském činiteli, představuje základní rozdíl při hodnocení efektivnosti ASŘ proti efektivnosti jiných akcí podobného charakteru, např. racionalizaci výrobního procesu aj. Kvalitně zpracovaná a včas dodaná informace může být efektivně zužitkována u jednoho pracovníka nebo útvaru, zatímco u jiného nikoliv. Např. míra využívání strojů ve výrobním procesu je dána a metodicky celkem jednoznačně vyjádřitelná. Avšak u míry využívání informací existuje celý komplex širších souvislostí a rizik a ještě příliš mnoho nepoznaného, než aby bylo možno postupovat analogicky.

Obecně se při hodnocení ekonomické efektivnosti ASŘ rozlišují přínosy vyčíslitelné a nevyčíslitelné. Mezi vyčíslitelné přínosy je možno uvést na prvním místě úsporu vlastních nákladů výroby, absolutní i relativní úsporu pracovních sil, zvýšení objemu výroby, snížení stavu oběžných prostředků, snížení objemu investic apod.

Do nevyčíslitelných přínosů patří především zvýšení kvality výkonů a řídicích procesů jako důsledek zvýšení objektivnosti a potřebné podrobnosti informací o stavu a změnách probíhajících hospodářských procesů a jejich výsledků, zvýšení stupně uspořádanosti a plynulosti řídicích procesů a jejich horizontální koordinovanosti, zvýšení stupně integrovanosti výkonných a řídicích procesů v důsledku využití systému komunikace a prostředků výpočetní techniky jako nástroje integrace informačních a rozhodovacích procesů v řízení atd.

Dosavadní zkušenosti ukazují, že hlavní efekty vytvářených ASŘ v odvětví lesního hospodářství budou patřit mezi nevyčíslitelné přínosy. Avšak i odhady kvantifikovaných přínosů dávají předpoklady celkové efektivnosti nasazení výpočetní techniky v tomto čtvrtém vývojovém stadiu v odvětví. Návratnost vložených prostředků se pohybuje okolo pěti let.

Literatura

- ADAMEC, S. — EHLEMAN, J.: Základy automatizace zpracování dat a vytváření automatizovaných systémů řízení. Praha, 1981
BINDER, L.: Systémové začlenění hlasu do výpočetní techniky. Aktuality výpočetní techniky č. 45, 1983, VÚMS Praha
FIXA, Z.: Kurs techniky počítačů, číslicové počítače. Praha, 1974
CHANDOR, A.: Krátký úvod do počítačů. Bratislava, 1972
CHLOUBA, V.: Tendence vývoje architektury číslicových počítačů. Aktuality výpočetní techniky č. 41, 1982, VÚMS Praha
JIŘINA, M. — SEDLÁŘ, M.: Požadavky, kladené na budoucí výpočetní systémy. Aktuality výpočetní techniky č. 41, 1982, VÚMS Praha
KRIŠTOUFEK, K. a kol.: Výpočetní a řídicí technika. Praha, 1982

KRIŠTOUFEK, K.: Matematické stroje. Praha, 1970
MIRTES, B.: Mikroelektronika a výpočetní technika. Aktuality výpočetní techniky č. 39, 1981, VÚMS Praha
VOTRUBA, Z. — KŘIVOHLÁVEK, J.: Technologie obvodů velké integrace. Aktuality výpočetní techniky č. 33, 1980, VÚMS Praha
Doporučený výkladový slovník k pojmům používaným při budování ASŘ. Praha, 1978

ZÁVĚREM K MATEMATICKÝM PŘÍLOHÁM

V roce 1976 bylo zahájeno vydávání matematických příloh vědeckého časopisu Lesnictví. První příloha byla součástí lednového čísla 22. ročníku časopisu a zabývala se vybranými statěmi z algebry. Další přílohy postupně následovaly. V dnešním čísle je uveřejňována poslední z nich, pojednávající o počítačích a jejich využívání v lesnictví.

Redakční rada časopisu svým rozhodnutím o vydávání matematických příloh sledovala hlavně ten cíl, aby vědečtí a výzkumní pracovníci, zabývající se širokou paletou problémů lesnictví z nejrůznějších aspektů, i odborná lesnická veřejnost měli možnost se seznámit co nejracionalněji s těmi matematickými metodami, které mohou využívat ve své vědecké i odborné činnosti. Šlo jí tedy v podstatě o to, aby si čtenáři časopisu Lesnictví mohli touto formou doplnit své matematické vzdělání a byli tak v budoucnu lépe připraveni na své úkoly.

Provést výběr jednotlivých metod do příloh z širokého rozsahu současných matematických disciplín nebylo nijak snadné. Proto se redakční rada časopisu opřela nejen o názory matematiků-specialistů, ale i o mínění široké obce lesnických výzkumníků. Společně s nimi pak vytypovala takové metody, které mohou být co nejúčinnějším pomocníkem při řešení lesnických problémů.

Poslední příloha se zabývá výpočetní technikou a jejím využitím v lesnictví. Zařazením tohoto tématu do přílohy se sledovalo především podat ucelenější informaci o jednom z nejvýznamnějších výkonných nástrojů pro aplikace matematických metod při řešení konkrétních problémů. Tato obecná informace byla pak rozšířena o stručnou charakteristiku využívání výpočetní techniky v oblasti řízení. Tato aplikace počítačů je v současné době jednou z nejvýznamnějších. Redakční radě šlo tedy i o to, aby čtenáři časopisu se mohli blíže seznámit také s touto stránkou výpočetní techniky, která s matematickými metodami souvisí jen nepřímo.

Při uzavírání celého cyklu příloh můžeme dnes konstatovat, že se stanovených cílů podařilo v zásadě dosáhnout. Matematické metody, které byly postupně uveřejněny, mohou velmi dobře sloužit ke zpracovávání a vyhodnocování podkladů jak biologického, tak i technického a ekonomického charakteru. Autoři jednotlivých příloh se snažili o co nejsrozumitelnější výklad zadaného tématu. Připojená literatura pak umožňuje čtenářům doplnit si ty znalosti a informace, které v příloze nemohly být z důvodu jejího rozsahu uvedeny.

Doc. Ing. Milan Novotný, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav