

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

3

ROČNÍK 31 (LVIII)
PRAHA
BŘEZEN 1985
CENA 12 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

LESNICTVÍ

Redakční rada: akademik ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc. (předseda), Ing. Zdeněk Bludovský, CSc., prof. Dr. Ing. Václav Douša, 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 Růžička, prof. Ing. Miroslav Stolina, DrSc.

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

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1985

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.

■
LESNICTVÍ veröffentlicht wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Forstwirtschaftswissenschaft, Studien und Analysen. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

KVALITATIVNÍ ZMĚNY MIKROFLÓRY SMRKOVÝCH POROSTŮ OVLIVNĚNÝCH PRŮMYSLOVÝMI IMISEMI SO₂*)

A. Lettl

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady). *Kvalitativní změny mikroflóry smrkových porostů ovlivněných průmyslovými imisemi SO₂*. Lesnictví, 31, 1985 (3) : 187-202.

V práci jsou uváděny výsledky studia změn ve složení a biochemických aktivitách bakteriálních společenstev fermentačního horizontu půd smrkových porostů znečištěných imisemi oxidu siřičitého a složení i aktivity epifytní mikroflóry smrku. V půdách se s poklesem půdního pH rozmáhají bakterie acidofilní namísto neutrofilních. Zvyšuje se výskyt sulfit-rezistentních bakterií, pseudomonady ustupují kulturám žlutě, okrově a červeně pigmentovaným. Narůstá množství thiobacilů a zvyšuje se výskyt heterotrofních oxidantů síry, je snížena efektivita heterotrofních nitrifikantů. Ostatní biochemické aktivity bakteriálních společenstev nejsou imisemi SO₂ zřetelně dotčeny. Na asimilačních orgánech smrku jsou změny výraznější: pseudomonady jsou zcela nahrazeny pigmentovanými kulturami, vymizely thiobacily a vazači dusíku, poklesl výskyt proteolytických bakterií. Naopak se pronikavě zvýšilo zastoupení lipolytických bakterií, mikromycet a hlavně kvasinek. Souběžně vzrostl výskyt amylolytické aktivity u bakterií. I zde je zvýšený výskyt sulfit-rezistentních bakterií, ale oxidanti síry nebyly prokázány. Zjištěné změny mikroflóry se nezdají dost závažné pro vysvětlení odumírání smrku ve znečištěných oblastech. Hlavní příčina je spatřována v přímém účinku SO₂ (nebo jiných složek imisí) na asimilační orgány.

mikrobiologie lesnická; bakterie; smrk; imise

Závažnost škod vyvolaných znečištěním atmosféry oxidem siřičitým ve smrkových porostech pronikla dnes už do obecného vědomí. Přesto zatím není na ekologické úrovni dost dobře definován mechanismus účinku imisí vedoucí k hromadnému odumírání smrku. Jako jedno z možných vysvětlení se nabízí představa, že změny v půdní mikroflóře vyvolávají destabilizaci celého ekosystému (Ulrich 1982). Vystává tím otázka, jaké změny v mikroflóře smrkového porostu jsou imisemi SO₂ vyvolány.

Kvantitativní změny mikroflóry v půdách smrkových porostů vystavených vlivu průmyslových imisí SO₂ jsou prozkoumány poměrně dobře. Se stoupajícím znečištěním byl zpravidla vždy zaznamenán klesající trend počtů bakterií a aktinomycet ve fermentačním (A₀₂) horizontu. Naopak počty mikromycet narůstaly. Byla inhibována půdní respirace, biologická immobilizace dusíku, amonizace, oxidace thiosulfátu a pravděpodobně i málo zřetelná nitrifikace (Mrkva, Grunda 1969, Langkramer 1975, Langkramer, Lettl 1982). Zvýšila se pouze schopnost půdy oxidovat elementární síru na sulfát (Lettl a kol. 1981b) a aktivita půdní thiosulfát sulfurtransferázy (rhodanese, EC 2.8.1.1.; Wainwright 1979).

*) Věnováno Ing. O. Langkramerovi, CSc., k jeho 70. narozeninám.

Kvalitativní změny ve složení a aktivitách mikrobiálních společenstev způsobené imisemi SO_2 jsou jen málo známy. Byly zjištěny jen zvýšené počty thiobacilů (Wainwright 1978b, Lettl a kol. 1981b) a posuny v druhovém složení mikroskopických hub (Mrkva, Grunda 1969, Langkramer 1975). U řady heterotrofních mikroorganismů byla prokázána schopnost oxidovat elementární síru (Wainwright 1978a, Król 1983).

Předešlé výzkumy prokázaly, že na vliv imisí je citlivá hlavně bakteriální složka půdní mikrobiální biocenózy. Vliv imisí na bakteriální osídlení půdy se projevuje prakticky pouze ve svrchním fermentačním (A_{02}) horizontu, který je účinku imisí přímo vystaven.

Ekosystém smrkového porostu má dvě výrazné mikrobiální biocenózy. Prvou je půdní mikroflóra. Její význam záleží hlavně v rozkladu organické hmoty a její mineralizaci, čímž zajišťuje výživu pro porost. Druhou biocenózou je mikroflóra, která osidluje povrch asimilačních orgánů. Její výživa je zajištěna převážně (i když nikoli výhradně) rostlinným substrátem. Mikroflóra asimilačních orgánů tedy má úzký vztah ke zdravotnímu stavu, např. k mimokořenové výživě smrkového porostu.

Z hlediska těchto odlišných funkcí jsou tedy v předložené práci studovány vlastnosti heterotrofních bakterií z půdního (A_{02}) horizontu a vlastnosti mikroflóry asimilačních orgánů smrku. Porovnáním údajů ze smrkových porostů relativně nezatížených s údaji z ploch silně zatížených imisním spadem SO_2 se snažíme zjistit kvalitativní rozdíly v bakteriální flóře způsobené vlivem imisí.

MATERIÁL A METODY

Pro výzkum bylo zvoleno celkem pět ploch v severozápadních Čechách. V nadmořské výšce okolo 500 m byly vybrány tři plochy ve Slavkovském lese. Jako kontrolní, relativně nezatížená plocha byl použit smrkový porost v blízkosti obce Trstěnice (540 m n. m.) u Mariánských Lázní. Jako zatížené plochy byly zvoleny smrkové porosty s poškozením II. stupně u obcí Šabina (490 m n. m.) a Hrušková (620 m n. m.) na Sokolovsku.

Ve výšce okolo 800 m n. m. byla jako kontrolní nezatížená plocha použita lokalita Kladská (870 m n. m.). Za slabě zatíženou plochu jsou považovány porosty s poškozením I. stupně na Pramenech (835 m n. m.; obě lokality v blízkosti Mariánských Lázní). Zbytek mladého smrkového porostu (v 730 m n. m.) u obce Nová Ves v Krušných Horách je v prostředí silně zatíženém imisním spadem. Vzrostlé smrkové porosty zde již odumřely. Podrobnější charakteristika smrkových porostů i stavu půdní mikroflóry je podána v jiných pracích (Langkramer 1975; Lettl 1984).

Vzorky fermentačního (A_{02}), popř. i humusového (A_{03}) půdního horizontu byly na plochách odebrány 12. ledna 1983. Mikrobiologickým analýzám byla podrobena půda po přesátí sítem s oky 2 mm. Pro inokulaci byla užívána půdní suspenze v 0,15 M roztoku NaCl v ředění 10^{-4} . Letorosty smrku byly odebrány 30. srpna 1982 v době očekávaného maximálního rozvoje epifytní mikroflóry. Analyzován byl smyv z 5 g čerstvých letorostů v 500 ml 0,15 M roztoku NaCl.

Jako základních živných půd pro heterotrofní bakterie bylo užito masopeptonového agarů (z Živného bujónu č. 2) a Thorntonova agarů; pro mikromycety agarů Czapek-Doxova (vše z n. p. Imuna, Šaríšské

Michalany, ČSSR) s přísadou 1 % sladinkového extraktu Difco (Detroit, Michigan, USA).

Náhodně vybrané kolonie byly přečištěny tří- až čtyřnásobným roztokem. Pokud není udáno jinak, byly biochemické aktivity kultur testovány na stejných médiích, tekutých nebo tuhých, jakých bylo užito pro izolace. Schopnost atakovat celulózu byla zkoušena papírem Schleicher-Schuell No. 589 (inkubace 8 týdnů). Amylolytická aktivita byla zjišťována na médiu s 1 % Starch Soluble Lachema; proteolytická aktivita byla prokazována ztrátou gelifikační schopnosti média s 6 % Bacto-Gelatin Difco. Amonizace asparaginu byla testována na tekutém Thorntonově médiu (inkubace 1 týden); NH_4^+ byl v kultuře prokazován Nesslerovým reagens. Oxidace NH_4^+ na NO_3^- bylo zjišťována v roztoku anorganických solí (Pochon 1954). Nitrátový ion byl po třech týdnech vyhodnocen fotometricky (410 nm) po reakci se salicylanem sodným. Schopnost izolátů redukovat elementární síru na sulfid byla zkoušena na tekutých médiích s 30 mmol/l S^0 a 1 mmol/l FeSO_4 ; jako kontrola sloužily stejné půdy bez S^0 . Pro oxidační reakce bylo užito tekutých médií s 30 mmol/l S^0 nebo 5 mmol/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Po týdenní inkubaci se v supernatantech kultur po odstředění buněk (6000 g, 10 min) pátralo 0,2 M roztokem BaCl_2 po sulfátech. V případě epifytní mikroflóry bylo užito agaru s koloidní sírou (Wainwright 1978a). Lipolytická aktivita byla prokazována jako aktivita tween-esterázová na médiu s Tweenem 80 (Sierra 1957). Asymbiotičtí vazači dusíku byli počítáni na bezdusíkatém minerálním médiu s mannitem (Parkinson a kol. 1971). Autotrofní oxidanti síry byli vyhodnoceni technikou nejpravděpodobnějšího počtu na minerálním médiu (Vishniac, Satter 1957) modifikovaném tak, že jediným zdrojem síry byl thiosulfát. Počty kolonií narostlé na tuhých půdách (popř. s přísadou sulfitu nebo/a okyselených pomocí H_2SO_4) byly hodnoceny po 4 dnech inkubace při 25 °C.

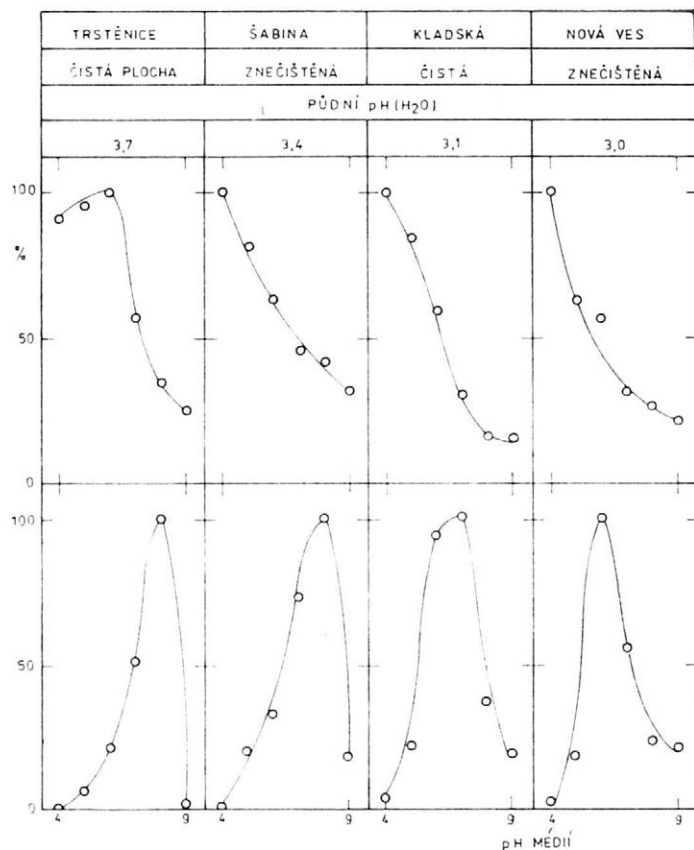
VÝSLEDKY A DISKUSE

Za primární projev imisí SO_2 je považována jednak acidifikace prostředí, jednak přímý toxický účinek SO_2 (nebo jeho dalších produktů), přičemž imisní spad SO_2 obohacuje prostředí sírou. Tyto faktory jsou uvažovány jako možná příčina změn mikrobiálních společenstev. Z nich zvláště acidifikaci je přisuzován značný význam.

VZTAH BAKTERIÁLNÍCH SPOLEČENSTEV K pH PROSTŘEDÍ

Ve vlastním pozorovacím materiálu (Langkramer, Lettl 1982) nebyla prokázána zřetelná acidifikace organických půdních horizontů v důsledku imisní zátěže. Zdá se, že pro vývoj půdního pH směrem na kyselou stranu má rozhodující vliv smrkový porost sám, resp. jeho nadmořská výška. V každém případě však nízké půdní pH nemusí být vhodné pro růst a aktivitu mikroorganismů.

Suspenze čtyř různě kyselých půd z fermentačního (A_{02}) horizontu (z ploch čistých i zatížených z různých nadmořských výšek) byly naočkovány na dvě média, jejichž pH bylo upraveno v rozpětí od 4,0 do



1. Relativní počty kolonií (%; maximální počet = 100 %) ze suspenzí různě kyselých půd na Thorntonově (nahore) a masopeptonovém agaru (dole) s odstupňovaným pH. — Relative numbers of colonies (%; maximum number = 100 %) grown from suspensions of acid soils of different pH on the Thornton (above) and meat-peptone agar (below) with gradated pH

9,0 v odstupňování po jednom pH. V experimentu nebylo možno užít nižší hodnoty pH než 4 vzhledem ke kyselé hydrolýze agaru. Poměrné počty narostlých kolonií ukazují, že se vzrůstající kyselostí půdy se snižuje optimální pH pro růst bakteriálních společenstev (obr. 1).

Společenstva bakterií neutrofilních se tedy mění na společenstva bakterií acidotolerantních až acidofilních.

VÝSKYT SULFIT-REZISTENCE

Oxid siřičitý se ve vlhkém prostředí hydratuje na SO_3^{2-} nebo HSO_3^- , u kterých byla popsána řada toxických účinků. Sulfitový ion je tedy uvažován jako jedna z možných toxických složek imisí.

PŮDNÍ suspenze z fermentačního (A02) a humusového (A03) horizontu byly naočkovány na média s klesajícím pH a s třemi koncentracemi sulfitu. Relativní počty narostlých kolonií celkem potvrzují dřívější zkušenost, že toxicita sulfitu závisí na pH a vzrůstá s kyselostí (Babich, Stotzky 1978). Výsledky však zároveň ukazují, že slabší koncentrace sulfitu působí na růst bakterií výrazně stimulačně (tabulka I).

To však nemůže být případ značně kyselých půd smrkových porostů. Tam sulfit může působit převážně negativně. Ale ion SO_3^{2-} je v půdním prostředí nestálý, rychle se oxiduje na síran a částečně se váže na organickou hmotu (Ghiorse, Alexander 1976). Dosažení zře-

I. Vliv pH na stimulační a inhibiční účinek sulfitu na růst heterotrofních bakterií na Thorntonově agaru. — pH-dependence of the stimulatory and inhibitory effect of sulphite on the growth of heterotrophic bacteria on Thornton agar

Horizont	pH média	Nepoškozená plocha			Zatížená plocha		
		procento kolonií ^{a)} narostlých při koncentraci (mmol/l) sulfitu					
		1,0	3,0	10,0	1,0	3,0	10,0
F (A ₀₂)	7,0	217	364	35	106	350	78
	6,0	159	33	5,1	99	67	13
	5,0	198	15	2,5	130	52	24
	4,0	315	63	16	34	24	11
H (A ₀₃)	7,0	143	129	103	95	126	94
	6,0	131	252	5,8	114	222	5,7
	5,0	125	5,7	0,5	85	40	9,6
	4,0	126	4,0	0	123	45	10

^{a)} Růst na médiu bez sulfitu = 100 %.

telně toxických koncentrací není pravděpodobné: v půdách zatížených oblastí byly prokázány koncentrace sulfitu řádově jen v ppm, přičemž rozdíl oproti nezatíženým půdám byl velmi malý (Wainwright, Johnson 1980). Nicméně při výsevu půdních suspenzí na kyselá média s toxickými koncentracemi sulfitu se ukazuje, že z půd zatížených imisním spadem SO₂ se pomnoží vyšší procento bakterií než z půd čistých. Tento jev je stejně dobře patrný i při výsevu suspenzí epifytní mikroflóry smrku ze zatížených a čistých oblastí (tabulka II).

Vlivem imisní zátěže tedy došlo k další změně bakteriálního společenstva. V půdě i na asimilačních orgánech vzrůstá výskyt bakterií poměrně odolných vůči toxickým koncentracím sulfitu. Vznik sulfit-rezistence je tedy jedním z adaptačních mechanismů mikrobiálních společenstev na podmínky imisního znečištění.

VÝSKYT OXIDANTŮ SÍRY

Vysoké koncentrace SO₂ v atmosféře mají za následek obohacování prostředí sírou prostřednictvím srážek i přímou sorpcí plynného SO₂ půdou i rostlinnými pletivý. Tím je vytvořen předpoklad pro favorizaci těch skupin mikroorganismů, které síru využívají.

Předně to platí pro chemolithotrofní bakterie. V půdách zatížených oblastí byly zjištěny zvýšené koncentrace thiobacilů (tabulka III) (Wainwright 1978c, Lettl a kol. 1981b) s výskytem druhu *Thiobacillus novellus* (Wainwright 1978c); v půdách našich smrkových porostů byl prokázán *T. thioparus* a na síru velmi náročný *T. thiooxidans* (Lettl a kol. 1981a). Thiobacily byly rovněž zjištěny na asimilačních orgánech smrku, ale v relativně čisté oblasti. Imise SO₂ je v zatížených oblastech zcela eliminovaly (tabulka VII). V jiných oblastech (zatížených spadem sazí) byl v epifytní mikroflóře prokázán *T. thioparus* (Wainwright 1978c).

II. Výskyt sulfát-rezistentních heterotrofních bakterií v půdě smrkových porostů a na asimilačních orgánech smrku. — Occurrence of sulphite-resistant heterotrophic bacteria in spruce forest soils and in spruce phylloplane

Nadmořská výška	Horizont	Lokalita	Charakter plochy	Procento kolonií ^{a)} na THA s koncentrací (mmol/l) sulfitu ^{c)}		
				1,0	3,0	10,0
Půda smrkových porostů ^{c)}						
800 m	F (A ₀₂)	Kladská Nová Ves	čistá zatížená	74,6 71,4	2,86 ^{b)} 12,20 ^{b)}	0,38 ^{b)} 1,12 ^{b)}
	H (A ₀₃)	Kladská Nová Ves	čistá zatížená	41,7 39,1	8,66 10,70	3,15 6,90
500 m	F (A ₀₂)	Trstěnice Šabina	čistá zatížená	54,0 ^{b)} 99,6 ^{b)}	18,40 38,00	0,15 ^{b)} 1,38 ^{b)}
	H (A ₀₃)	Trstěnice Šabina	čistá zatížená	69,0 ^{b)} 97,3 ^{b)}	6,34 ^{b)} 43,20 ^{b)}	1,41 ^{b)} 10,80 ^{b)}
Asimilační orgány smrku ^{d)}						
800 m		Kladská Prameny	čistá mírně zatížená	— —	— —	0,28 1,55
500 m		Šabina Hrušková	zatížená silně zatížená	— —	— —	2,10 2,85

^{a)} Počet na THA bez sulfitu = 100 %.

^{b)} Lišící se na úrovni $P = 0,1$.

Užito Thorntonova média s pH ^{c)}5,0 a ^{d)}4,0.

III. Výskyt bakteriálních oxidantů síry ve fermentačním (A₀₂) horizontu půd smrkových porostů. — Occurrence of bacterial sulphur oxidizers in the fermentative (A₀₂) horizon of spruce forest soils

Nadmořská výška	Lokalita	Charakter plochy	Průměrné počty thiobacilů ^{a)}	Procento heterotrofních bakterií, ^{b)} oxidujících S ⁰ na SO ₄ ²⁻ na médiu	
				THA pH 4,0	MPA pH 6,0–8,0
800 m	Kladská Nová Ves	čistá zatížená	109 ± 63,4 (4) 4000 ^{c)}	24,0 59,2	52 88
500 m	Trstěnice Šabina	čistá zatížená	63,6 ± 82,5 (5) 398 ± 280 (5)	29,6 68,2	45 80

^{a)} Aritmetický průměr v tisících, standardní deviace a počet pozorování.

^{b)} Analýza izolátů z půdních vzorků, odebraných 12. 1. 1983.

^{c)} Údaj z jediného půdního vzorku, odebraného 3. 6. 1982.

Platí to i pro heterotrofní organismy. V námi sledovaných bakteriálních společenstvech fermentačního (A_{02}) horizontu smrkových půd vzrůstá na dvojnásobek výskyt heterotrofních oxidantů elementární síry (tabulka III). V značně zatížené oblasti byly nalezeny porosty, kde touto aktivitou byly vybaveny dokonce všechny izolované kultury heterotrofních bakterií (Lettl 1984). Při vysokém přísunu síry je tedy schopnost oxidace S^0 na SO_4^{2-} indukována i u heterotrofních organismů (Król 1983). Heterotrofní oxidanti síry však byli u nás prokázáni pouze v půdě, ale nebyli nalezeni na asimilačních orgánech smrku. To nasvědčuje, že intenzivní cyklus síry probíhá v našich podmínkách v půdě, ale nikoli na povrchu vegetace, kde převládá toxický účinek oxidu siřičitého, resp. sulfitu.

V jiných oblastech může být situace poněkud odlišná. Bylo zjištěno, že saze mohou sloužit mikroflóře jako jediný zdroj síry a dusíku (Wainwright, Killham 1982). V oblastech znečištěných spadem sazí mohou být půdní heterotrofní bakterie oxidující S^0 celkem vzácné. V půdě i asimilačních orgánech byly, naopak zjištěny vysoké počty mikromycet, které oxidovaly S^0 na SO_4^{2-} (Wainwright 1978c) pravděpodobně polythionátovou drahou (Wainwright, Killham 1980). V půdě i ve smyvu z asimilačních orgánů vegetace byly prokázány redukované sloučeniny z cyklu síry, a to thiosulfát, tetrathionát, na povrchu vegetace kromě toho i elementární síra (Wainwright 1978b). Při povrchovém znečištění sazemi je tedy síra metabolizována i epifytní mikroflórou.

Vzniká otázka, která frakce síry může mikrobům sloužit jako živný substrát. Můžeme vyloučit oxid siřičitý. Ten po hydrataci dá sulfitový ion, který je oxidován na síran převážně abioticky (Ghiorse, Alexander 1976). Úloha mikroorganismů při jeho oxidaci je patrně velmi malá; lze uvažovat nanejvýš o jakési účasti sulfit oxidujících thiobacilů a heterotrofních bakterií, z nichž některé jsou vybaveny sulfit-oxidázovou aktivitou (Lettl 1984). Navíc vymizení určitých druhů z epifytní mikroflóry naznačuje vysokou toxicitu SO_2/SO_3^{2-} (tabulka VII). Spad sazí může být ve větších vzdálenostech od zdroje zanedbatelný. Dešťové srážky obsahují především síran, čímž významně obohacují půdu o tento ion. V půdě dochází k částečné immobilizaci síranové síry, která přechází mikrobiální činností do organických vazeb (David a kol. 1982). V důsledku toho mají humínové kyseliny i fulvokyseliny ze znečištěných půd zvýšený obsah síry i dusíku (Kerndorff, Schnitzer 1979).

Síra imisního původu teprve začleněním do koloběhu dá vznik redukováným sloučeninám, které fungují jako živný substrát a svým vysokým obsahem v půdě favorizují rozvoj těch skupin mikroorganismů, které je dovedou využít. Vedle autotrofních oxidantů tedy mohou mít při vysokém přísunu síry i heterotrofní bakterie a mikromycety svůj ekologický význam v cyklu síry (Król 1983).

ZMĚNA DRUHOVÉHO SLOŽENÍ MIKROBNÍCH SPOLEČENSTEV

Při izolaci jednotlivých bakteriálních kultur z fermentačního (A_{02}) horizontu na masopeptonovém agaru mnoho kultur tvoří difuzibilní žlutozelený pigment, typický pro pseudomonady. Kromě nich byly zjištěny kolonie pigmentované intenzivně žlutě, okrově, krémově a červeně.

IV. Pigmentace heterotrofních bakterií, izolovaných z fermentačního (A₀₂) horizontu půd smrkových porostů a asim. orgánů smrku na masopeptonovém agaru (odběr půd 12. 1. 1983; odběr letorostů 30. 8. 1982). — Pigmentation in heterotrophic bacteria, isolated from the fermentative (A₀₂) horizon of spruce forest soils and from the spruce phylloplane on the meat-peptone agar (soil sampling on Jan. 12, 1983; apical shoots sampling on Aug. 30, 1982)

Nadmořská výška	Lokalita	Charakter plochy	Celkový počet izolátů	Procento kultur, pigmentovaných	
				žlutě, okrově, červeně	žlutozeleně (pseudo- monady)
Lesní půda					
800 m	Kladská Nová Ves	čistá	26	19,2	80,8
		zatížená	25	52,0	48,0
500 m	Trstěnice Šabina	čistá	20	20,0	80,0
		zatížená	25	44,0	56,0
Asimilační orgány smrku					
800 m	Kladská Prameny	čistá	56	0	100
		zatížená	20	100	0
500 m	Šabina Hrušková	zatížená	17	100	0
		zatížená	20	100	0

Nepokusili jsme se je identifikovat. Ve fermentačním (A₀₂) horizontu půd ze znečištěných ploch byl zjištěn ústup pseudomonad a výrazně vyšší zastoupení těchto barevných kultur než v půdách nezatížených. V asimilačních orgánech smrku dokonce byly pseudomonady zcela eliminovány již slabým imisním znečištěním a byly zcela nahrazeny těmito pestře pigmentovanými kulturami (tabulka IV). Právě mezi těmito pigmentovanými kulturami je možno nalézt izoláty, které jsou schopny pomnožení při vysokých koncentracích sulfitu při nízkém pH.

V asimilačních orgánech smrku imisní zátěž dále způsobila postupné vymizení asymbiotických vazačů dusíku, navíc už slabé znečištění zcela vyřadilo autotrofní oxidanty síry (tabulka VII). V tomto případě patrně nejde o vliv pouhého nízkého pH, protože mezi thiobacily jsou druhy výrazně acidofilní.

Podobné nálezy byly učiněny i u mikromycet: v půdách zatížených oblastí bylo pozorováno druhové ochuzení a zvýšený výskyt rodů *Mucor* a *Rhizopus* (Mrkva, Grunda 1969, Langkramer 1975). V této souvislosti lze uvést, že ve znečištěných oblastech se nevyskytuje onemocnění růží, působené houbou *Diplocarpon rosae* (Saunders 1966).

Selekčním tlakem imisí tedy dochází v půdě k částečnému, v asimilačních orgánech k úplnému potlačení citlivých mikrobiálních druhů, na jejichž místo nastupují druhy vůči imisím rezistentní.

Byla uvedena řada změn, zasahujících do druhového složení bakteriálních společenstev a směřujících k prevalenci druhů rezistentních a adaptovaných na podmínky zatíženého prostředí. Vznikla tedy společenstva nová. Obecně se uznává, že druhové ochuzení půdního mikrobiálního společenstva má za následek sníženou metabolickou aktivitu (Salonius 1981). Proto byly bakterie, izolované z fermentačního (A02) horizontu půd i z asimilačních orgánů smrků, otestovány na řadu biochemických aktivit. Výběr zkoušených aktivit byl zaměřen tak, aby u půdního společenstva charakterizoval možnost rozkladných a mineralizačních pochodů, u epifytní mikroflóry pak její vztah k rostlinnému substrátu.

Půdní bakterie

Bakteriální izoláty z půdy byly s ohledem na odlišné požadavky na pH testovány při dvou hodnotách pH, odpovídajících zhruba zjištěnému optimu na Thorntonově a masopeptonovém agaru (obr. 1). Ukázalo se při tom několik zřetelných souvislostí (tabulka V). Ve vyšších polohách kolem 800 m n.m. byla mezi izoláty vyšší celulolytická a amylolytická aktivita. Naopak proteolytická aktivita byla častější u izolátů z poloh nižších. Užité kultivační média rovněž ovlivnila výskyt aktivit. Redukce elementární síry na sulfid byla až na výjimky zjištěna jen u izolátů z masopeptonového agaru.

V cyklu dusíku vliv imisí pouze poněkud snížil výskyt amonizační aktivity u izolátů. Ale velmi pozoruhodný byl výskyt aktivity nitrifikační. Nitrifikace v kyselých půdách smrkových porostů probíhá rozličně a zpravidla na nízkých úrovních. Přítomnost autotrofních nitrifikantů je vyloučena nízkým půdním pH. Za těchto podmínek většina izolátů heterotrofních bakterií byla schopna oxidovat amonný ion na nitrátový; výskyt této aktivity v jednotlivých souborech izolátů byl vlivem imisí snížen celkem nevýrazně. Acidofilní kultury byly výkonnější než kultury neutrofilní. Velmi zřetelně byla imisemi ovlivněna efektivita nitrifikace: izoláty z čistých ploch byly schopny produkovat in vitro větší množství nitrátu než izoláty z půd znečištěných. Rozdíl je patrnější u izolátů z vyšších poloh (tabulka VI). Tyto výsledky byly získány po několika pasážích kmenů na standardních médiích, takže přímé imisní vlivy byly vyloučeny. Trvalé poškození efektivy izolátů nelze vykládat acidifikací prostředí vzhledem k jejich acidofilii.

Heterotrofní nitrifikace je známa u řady bakterií (Eylar, Schmidt 1959) i mikromycet (Marshall, Alexander 1961), ale jejich úloha byla prohlášena za zcela zanedbatelnou ve srovnání s autotrofy. V kyselých lesních půdách je možná jen heterotrofní nitrifikace. Přesto obecný výskyt této aktivity v bakteriálních společenstvech je nečekaný.

Nejzřetelnější změnou v bakteriálním společenstvu půdy vyvolanou imisemi je již zmíněný vysoký výskyt heterotrofních oxidantů síry.

Jinak vliv imisí SO₂ nebo vliv pH prostředí spojený se symptomy změn druhového složení bakteriálních společenstev nezpůsobuje žádné pronikavé změny ve vybavení těchto společenstev rozkladnými a mineralizačními aktivitami (kromě zvýšeného výskytu oxidantů síry).

V. Biochemické aktivity heterotrofních bakterií, izolovaných na Thorntonově (THA) a masopeptonovém agaru (MPA) z fermentačního (A02) horizontu půd smrkových porostů (odběr 12. 1. 1983). — Biochemical activities of heterotrophic bacteria, isolated on Thornton (THA) and meat-peptone agar (MPA) from fermentative (A02) horizon of spruce forest soils (sampling on Jan. 12, 1983)

Nadmořská výška ploch	800 m				500 m			
Lokalita Charakter plochy	Kladská čistá		Nová Ves zatížená		Trstěnice čistá		Šabina zatížená	
Médium pH	THA 4,0	MPA 6,0	THA 4,0	MPA 6,0	THA 4,0	MPA 8,0	THA 4,0	MPA 8,0
Počet izolátů	27	26	27	25	27	20	23	25
Procento izolátů s aktivitou								
celulolýza	88,9	84,6	81,5	92,0	3,7	15,0	0,0	36,0
amylolýza	11,1	69,2	7,4	36,0	18,5	25,0	0,0	28,0
proteolýza	0,0	3,8	0,0	0,0	3,7	30,0	30,4	40,0
amonizace asparaginu	92,6	92,3	88,9	96,0	100,0	100,0	95,6	84,0
oxidace NH_4^+ na NO_3^-	100,0	80,8	66,7	64,0	100,0	95,0	91,3	68,0
redukce S° na S^{2-}	0,0	38,5	8,7	4,0	0,0	50,0	0,0	48,0
oxidace S° na SO_4^{2-}	24,0	52,2	59,2	88,0	29,6	45,0	68,2	80,0
oxidace $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ na SO_4^{2-}	11,1	0,0	29,6	0,0	33,3	35,0	0,0	16,0

VI. Výskyt a efektivita nitrifikace mezi heterotrofními bakteriemi, izolovanými z fermentačního (A₀₂) horizontu půd smrkových porostů na Thorntonově (THA) a masopeptonovém agaru (MPA). — Occurrence and effectivity of nitrification among heterotrophic bacteria, isolated from the fermentative (A₀₂) horizon of spruce forest soils on the Thornton (THA) and meat-peptone agar (MPA)

Médium pro izolaci	THA				MPA			
Nadmořská výška ploch	800 m		500 m		800 m		500 m	
Lokalita Charakter plochy	Kladská čistá	Nová Ves zatižená	Trstěnice čistá	Šabina zatižená	Kladská čistá	Nová Ves zatižená	Trstěnice čistá	Šabina zatižená
pH pro izolaci a test	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	8,0	8,0
Počet izolátů	27	27	27	23	26	25	20	25
Procento nitrifikantů	100,0	66,7	100,0	91,3	80,8	64,0	95,0	68,0
NO ₃ ⁻ , mmol/l	Procento izolátů produkujících nitrát za tři týdny							
0	0,0	33,3	0,0	8,7	19,2	36,0	5,0	32,0
> 0,1–0,5	0,0	29,6	11,1	30,4	42,3	40,0	25,0	40,0
> 0,5–1,0	0,0	29,6	22,2	21,7	23,1	16,0	40,0	12,0
> 1,0–2,0	44,4	7,4	33,0	17,4	11,5	4,0	25,0	16,0
> 2,0–3,0	33,3	0,0	7,4	4,3	3,9	4,0	5,0	0,0
> 3,0–5,0	22,2	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
> 5,0–7,0	0,0	0,0	18,5	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0
> 7,0	0,0	0,0	3,7	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0

Lokalita Charakter plochy	Kladská čistá	Prameny slabě zatížená	Šabina zatížená	Hrušková silně zatížená
Počty (v tisících na g čerstvých letorostů)				
aerobních bakterií	145,00	11,30	25,00	31,60
amonizačních bakterií	142,00	7,20	4,80	2,50
asymbiotických vazačů dusíku	2,48	0,12	0,08	0,00
autotrofních oxidantů síry	130,00	0,00	0,00	0,00
kvasinek	1,50	3,00	3,00	5,20
mikromycet	19,30	14,00	3,80	5,40
Procento				
bakterií s lipolytickou aktivitou	1,80	10,00	17,60	25,00
kvasinek s lipolytickou aktivitou	0,00	16,60	66,60	72,20
mykromycet s lipolytickou aktivitou	12,00	0,99	35,20	44,00
bakterií s proteolytickou aktivitou	94,50	50,00	20,00	6,67
bakterií s amylolytickou aktivitou	0,00	30,00	50,00	50,00
heterotrofních bakterií, kvasinek, mikromycet, oxidujících S°	0,00	0,00	0,00	0,00

Na příkladu nitrifikace byla prokázána možnost, že u bakterií může docházet k relativně trvalému snížení efektivity alespoň některých biochemických aktivit.

Epifytní organismy

Z asimilačních orgánů smrku kromě již zmíněných fyziologických skupin vymizeli volně žijící vazači dusíku. To může mít negativní důsledek pro listovou výživu smrku dusíkem; zřejmě s tím souvisí i pronikavý pokles výskytu proteolytických bakterií v bakteriální složce osídlení.

U mikroflóry je závažným faktorem výskyt lipolytické aktivity, který se zvyšuje se stoupajícím imisním znečištěním u všech sledovaných skupin mikroorganismů, nejvíce u kvasinek. Na povrchu jehličí byly prokázány změny v povrchové vrstvě vosku. Nebylo možno je napodobit minerálními kyselinami (neboli není to důsledek kyselých srážek). Jejich vznik byl vysvětlen defektní syntézou vosku pod vlivem SO₂ (Grill 1973). Částečně poškozený vosk je zřejmě dobrým substrátem pro lipolytickou mikroflóru, která dále prohlubuje korozi enzymaticky. To vede ke zvýšené smáčivosti povrchu, spojené s únikem živin z rostlinných pletiv. Snad pro to nepřímo svědčí zvyšující se výskyt amylolytické aktivity mezi bakteriemi (tabulka VII). Přímým důkazem je zvýšení elektrické vodivosti extraktů jehličí ze znečištěných oblastí (Ryšková 1974).

Epifytní mikroflóra představuje zvláště v zatížených oblastech negativní faktor, který koroduje rostlinný povrch, způsobuje zvýšený únik živin z rostlinného pletiva, a tím urychluje senescenci jehličí.

ZÁVĚRY

U mikrobiálních společenstev smrkového porostu byla popsána řada změn zřetelně vyvolaných imisním zatížením oxidem siřičitým. Charakter změn směřuje k vytvoření nových společenstev adaptovaných na imisní zatížení a na nové nutriční podmínky souvisící se zvýšeným přísunem síry do prostředí.

U půdních společenstev bylo popsáno snižování hustoty bakteriálního osídlení fermentačního horizontu spojené s poklesem většiny půdních biochemických aktivit. Převážně však šlo o statisticky insignifikantní trendy (Langkramer, Lettl 1982), protože vliv imisí byl do značné míry překryt jinými ekologickými faktory. Zde zjištěné změny nevedly k zřetelnému ochuzení bakteriálních společenstev o biochemické aktivity. Existence extrachromosomálních genetických elementů zřejmě dává mikroflóře možnosti značné biochemické variability. Jedině zvýšený výskyt thiobacilů a heterotrofních oxidantů síry by mohl přispět k vyšší tvorbě sulfátu, což by se v málo pufovaném prostředí mohlo projevit rychlejší acidifikací. Ta však nebyla u sledovaných fermentačních (A_{02}) horizontů prokázána (Langkramer, Lettl 1982). Naopak právě tyto skupiny bakterií udržují síru v koloběhu a zabraňují tak dosažení toxických koncentrací meziproductů jejího cyklu.

Významnější úlohu pro smrk může patrně hrát jeho epifytní mikroflóra. Bylo již zmíněno vymizení vazačů dusíku a značně zvýšený výskyt lipolytických organismů. Enzymatická destrukce povrchových vosků na jehličí je ve vztahu ke zvýšenému úniku živin z rostlinných pletiv. Je však obtížné tyto jevy kvantifikovat. Z dosavadních srovnání složení srážkové a okapové vody (Lochman 1983) není dost patrné, že by se okapová voda obohacovala o typické složky rostlinných pletiv ve znečištěných oblastech více než v porostech nezatížených. Důvody mohou být nejméně dva. Vyluhovaná půda v zatížených oblastech nabízí vegetaci nižší množství kationtů, což může zmenšovat i koncentrační spád mezi rostlinným pletivem a jeho povrchem. Unikající živiny mohou být navíc okamžitě využívány a immobilizovány epifytní mikroflórou, takže to může být poměrně uzavřený cyklus mezi pletivem a povrchovou mikroflórou.

Ve změnách mikrobiálních společenstev půdy i asimilačních orgánů se tedy nepodařilo nalézt faktory, které by dostatečným způsobem vysvětlily špatný zdravotní stav smrkových porostů v zatížených oblastech. Je pravděpodobné, že hlavní příčinou odumírání smrku je přímý toxický vliv oxidu siřičitého, popř. i dalších složek imisí, na asimilační orgány. Tento účinek může být epifytní mikroflórou patrně jen zesilován.

Došlo dne 14. 5. 1984

Literatura

- BABICH, H. — STOTZKY, G.: Influence of pH on inhibition of bacteria, fungi, and coliphages by bisulfite and sulfite. *Environ. Res.*, 15, 1978, s. 405-417
- DAVID, M. B. — MITCHELL, M. J. — NAKAS, J. P.: Organic and inorganic sulfur constituents of a forest soil and their relationship to microbial activity. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46, 1982, s. 847-852
- EYLAR, O. R. — SCHMIDT, E. L.: A survey of heterotrophic microorganisms from soil for ability to form nitrite and nitrate. *J. Gen. Microbiol.*, 20, 1959, s. 473-481
- GHORSE, W. C. — ALEXANDER, M.: Effect of microorganisms on the sorption and fate of sulfur dioxide and nitrogen dioxide in soil. *J. Environ. Qual.*, 5, 1976, s. 227-230
- GRILL, R.: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an SO₂-belasteten Fichtennadeln. *Phytopath. Z.*, 78, 1973, s. 75
- KERNDORFF, H. — SCHNITZER, M.: Humic and fulvic acids as indicators of soil and water pollution. *Water, Air, Soil Pollut.*, 12, 1979, s. 319-329
- KRÓL, M.: Występowanie w glebach i aktywność drobnoustrojów utleniających siarkę. *Prace IUNG*, 79, 1983, s. 45-62
- LANGKRAMER, O.: Vliv imisí na mikroorganismy a jejich činnost ve svrchních horizontech půd smrkových porostů. *Lesnictví*, 21, 1975, s. 591-610
- LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Influence of industrial atmospheric pollution on soil biotic component of Norway spruce stands. *Zbl. Mikrobiol.*, 137, 1982, s. 180-196
- LETTL, A.: Vliv rhizosféry travin na biochemické aktivity heterotrofních bakterií z lesní půdy. *Lesnictví*, 30, 1984, s. 351-362
- LETTL, A. — LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V. — JAKŠ, M.: Thiobacilli and sulphate production from inorganic sulphur compounds in upper horizons of spruce forest soils. *Folia Microbiol.*, 26, 1981a, s. 29-36
- LOCHMAN, V.: Spady v porostech a jejich vliv na lesní půdy. Kandidátská disertační práce, VÚLHM, 1983, 175 s.
- MARSHALL, K. C. — ALEXANDER, M.: Fungi active in heterotrophic nitrification. *Can. J. Microbiol.*, 7, 1961, s. 955-957
- MRKVA, R. — GRUNDA, B.: Einfluß von Immissionen auf die Waldböden und ihre Mikroflora im Gebiet von Südmähren. *Acta Univ. Agric., Fac. Silvatic. (C)*, 38, 1969, s. 247-270
- PARKINSON, F. — GRAY, T. R. G. — WILLIAMS, S. T.: *Methods for Studying the Ecology of Soil Microorganisms*. Blackwell, Oxford, 1971
- POCHON, J.: *Manuel technique d'analyse microbiologique du sol*. Masson, Paris, 1954, 123 s.
- RYŠKOVÁ, L.: Diagnose der Rauchschäden an der Fichte an Hand der Leitfähigkeitsmessungen von Nadelwasserextrakt. IX. Internat. Tagung Luftverunreinigung u. Forstwirtschaft, Mariánské Lázně, 1974, s. 175-183
- SALONIUS, P. O.: Metabolic capabilities of forest soil microbial populations with reduced species diversity. *Soil Biol. Biochem.*, 13, 1981, s. 1-10
- SAUNDERS, P. J. W.: The toxicity of sulphur dioxide to *Diplocarpon rosae*, causing blackspot of roses. *Ann. Appl. Biol.*, 58, 1966, s. 103-114
- SIERRA, G.: A simple method for the detection of lipolytic activity of microorganisms and some observations on the influence of the contact between cells and fatty substrates. *Antonie van Leeuwenhoek*, 23, 1957, s. 15-22
- ULRICH, B.: Gefahren für das Waldökosystem durch saure Niederschläge. *LÖLF-Mitteilungen, Sonderheft*, 1982, s. 9-25
- VISHNIAC, W. — SANTER, M.: The Thiobacilli. *Bacteriol. Rev.*, 21, 1957, s. 195-213
- WAINWRIGHT, M.: A modified sulphur medium for the isolation of sulphur-oxidizing fungi. *Plant & Soil*, 49, 1978a, s. 191-193
- WAINWRIGHT, M.: Distribution of S-oxidation products in soils and on *Acer pseudoplatanus* L. growing close to sources of atmospheric pollution. *Environ. Pollut.*, 17, 1978b, s. 153-160

WAINWRIGHT, M.: Sulphur-oxidising micro-organisms on vegetation and in soils exposed to atmospheric pollution. *Environ. Pollut.*, 17, 1978c, s. 167-174

WAINWRIGHT, M.: Microbial S-oxidation in soils exposed to heavy atmospheric pollution. *Soil Biol. Biochem.*, 11, 1979, s. 95-98

WAINWRIGHT, M. — JOHNSON, J.: Determination of sulphite in mineral soils. *Plant & Soil*, 54, 1980, s. 299-305

WAINWRIGHT, M. — KILLHAM, K.: Sulphur oxidation by *Fusarium solani*. *Soil Biol. Biochem.*, 12, 1980, s. 555-558

WAINWRIGHT, M. — KILLHAM, K.: Microbial transformations of some particulate pollution deposits in soils — A source of plant-available nitrogen and sulphur. *Plant & Soil*, 65, 1982, s. 297-301

ЛЕТТЛ, А. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Качественные изменения микрофлоры еловых насаждений под действием промышленных выбросов SO₂. *Lesnictví*, 31, 1985 (3) : 187-202.

В работе изучаются изменения состава и биохимической активности бактериальных сообществ ферментационного горизонта почв еловых насаждений, загрязненных выбросами двуокиси серы, затем состав и активность эпифитной микрофлоры ели. В почвах с пониженным pH вместо нейтрофильных бактерий развиваются ацидофильные. Возрастает появление сульфитоустойчивых бактерий, псевдомонады уступают культурам с желтой, охровой и красной пигментациями. Возрастает количество тиобацилл и увеличивается появление гетеротрофных окислителей серы, понижается эффективность гетеротрофных нитрификантов. Другие биохимические активности бактериальных сообществ от выбросов SO₂ заметно не меняются. В ассимиляционных органах ели изменения более отчетливы: псевдомонады полностью замещены пигментированными культурами, исчезли тиобациллы и связывающие азот бактерии, сократилось появление протеолитических бактерий. Напротив резко увеличилось представительство липолитических бактерий, микромицетов и, особенно, дрожжевых грибов. Параллельно возросла амилазная активность у бактерий. И здесь отмечено повышенное наличие сульфитоустойчивых бактерий, тогда как окислители серы не были обнаружены. Установленные изменения микрофлоры не кажутся достаточно серьезными для объяснения отмирания ели в загрязненных выбросами областях. Главная причина усматривается в непосредственном действии SO₂ (или других компонентов промышленных выбросов) на ассимиляционные органы ели.

микробиология лесная; бактерии; ель; промышленные выбросы

LETTL, A.: (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Qualitative Changes in the Microflora of Spruce Stands Exposed to SO₂ Emissions*. *Lesnictví*, 31, 1985 (3) : 187-202.

Changes were studied in the composition and biochemical activities of bacterial communities in the fermentative horizon of soils in spruce stands, polluted by sulphur dioxide; the composition and activity of epiphytic microflora of spruce were also studied. The counts of acidophilic bacteria increase with a decrease in the pH value, the counts of neutrophilic bacteria are being reduced. The occurrence of sulphite-resistant bacteria is higher, the pseudomonads give way to bacterial cultures producing yellow, ochre and red pigments. The counts of thiobacilli increase, the incidence of heterotrophic sulphur oxidizers is higher, and the effectivity of heterotrophic nitrifiers is reduced. The other biochemical activities of bacterial communities are not very much influenced by SO₂ emissions. The changes in spruce phylloplane are more expressive: the pseudomonads have been completely replaced by pigmented cultures, thiobacilli and nitrifiers disappeared, the occurrence of proteolytic bacteria decreased. On the contrary, the proportions of lipolytic bacteria, micromycetes and yeasts increased. The occurrence of amylolytic activity of bacteria is higher at the same time. The incidence of sulphite-resistant bacteria also increases, but no sulphur oxidizers have been demonstrated. The changes in the microflora described above do not explain to a full extent spruce dying-off in polluted areas. The main cause are most probably direct effects of SO₂ (or other components of emissions) on the assimilating apparatus of the plants.

forest microbiology; bacteria; spruce; emissions

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Qualitative Veränderungen der Mikroflora von den durch SO₂-Industrieimmissionen beeinflussten Fichtenbeständen*. Lesnictví, 31, 1985 (3) : 187-202.

Die Arbeit untersucht die Veränderungen der Zusammensetzung und der biochemischen Aktivität von Bakteriengesellschaften des Fermentationshorizonts von Böden der durch Immissionen des Schwefeldioxids betroffenen Fichtenbestände, ferner auch die Zusammensetzung und Aktivität der epiphyten Mikroflora der Fichte. In den Böden breiten sich mit dem Absinken des Boden-pH azidophile Bakterien anstelle von neutrophilen aus. Das Vorkommen von Sulfat-resistenten Bakterien erhöht sich, Pseudomonaden treten zugunsten der gelb, ockergelb und rot pigmentierten Kulturen zurück. Die Anzahl von Thiobazillen steigt an und es wächst auch das Vorkommen heterotropher Schwefeloxidanten, während die Effektivität heterotropher Nitrifikanten sinkt. Die übrigen biochemischen Aktivitäten von Bakteriengesellschaften werden durch die SO₂-Immissionen nicht deutlich beeinflusst. Im Phyloplan der Fichte sind die Veränderungen deutlicher: Pseudomonaden werden gänzlich durch pigmentierte Kulturen ersetzt, Thiobazillen und Stickstoffbinder verschwinden, das Vorkommen proteolytischer Bakterien sinkt. Zum Gegenteil steigt durchreifend die Vertretung lipolytischer Bakterien, der Mikromyceten und vor allem der Hefepilze. Parallel steigt das Vorkommen der amylolytischen Aktivität bei Bakterien. Auch hier ist das Vorkommen Sulfat-resistenter Bakterien erhöht, aber Schwefeloxidanten wurden nicht nachgewiesen. Die festgestellten Veränderungen der Mikroflora scheinen nicht genügend gewichtig zu sein um das Fichtensterben in verunreinigten Gebieten zu erklären. Die Hauptursache wird in der direkten Einwirkung von SO₂ (oder anderer Immissionskomponenten) auf die Assimilationsorgane erblickt.

Forstmikrobiologie; Bakterien; Fichte; Immissionen

Adresa autora:

Dr. PhMr. Aleš Lettl, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

DUSÍK V PŮDÁCH HORSKÝCH LESNÍCH OBLASTÍ ČESKOSLOVENSKA

J. Pelíšek

PELÍŠEK, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Dusík v půdách horských lesních oblastí Československa*. Lesnictví, 31, 1985 (3) : 203-210.

Režim dusíku byl zkoumán v horských lesních oblastech Českého masívu a západních Karpat v hnědozemních lesních půdách a horských podzolech. Zjišťován byl dusík veškerý, amoniakální, nitrátový a mineralizací uvolňované složky dusíku. Nejvyšší obsahy celkového dusíku byly vždy ve svrchních vrstvách. V Českém masívu bylo celkového dusíku v povrchových humusech hnědozemních půd 822—2395 kg na ha a v celých profilech do hloubky 1 m 11 730—33 567 kg na ha. V karpatské oblasti v povrchových humusech bylo celkového dusíku 766—1273 kg na ha, v celých profilech 10 844—24 795 kg na ha. V podzolových půdách bylo celkového dusíku v povrchových humusech v Českém masívu 1913—4215 kg na ha a v celých profilech 20 706—26 738 kg na ha. V Karpatech bylo v povrchových humusech celkového dusíku 1268—2175 kg na ha, v celých profilech 24 278—26 565 kg na ha. Od Českého masívu východním směrem do Karpat výrazně ubývalo celkového dusíku v hnědozemních půdách i v podzolech. Celkový dusík byl tvořen organickým podílem 97,1—99,6 %, minerálním podílem 0,4—2,9 %. Amoniakální dusík byl v Českém masívu v povrchových humusech 8—27 kg na ha, v Karpatech 5—20 kg na ha a v celých profilech v Českém masívu 214—682 kg na ha, v Karpatech 135—380 kg na ha; nitrátový dusík v povrchových humusech Českého masívu 0,6—1,8 kg na ha, v celých profilech 1,0—3,1 kg na ha. V Karpatech bylo v povrchových humusech N-NO₃ 0,2—0,5 kg na ha a v celých půdních profilech 0,3—1,0 kg na ha. Minerálních složek bylo v Českém masívu 176—448 kg na ha, v Karpatech 136—381 kg na ha, což jsou velmi dobré zásoby pro výživu lesních porostů. Obsahy veškerých forem dusíku ubývají od Českého masívu východním směrem do oblasti Karpat. Jde o šířkovou půdní pásmitost v oblasti střední Evropy.

pedologie lesnická; lesní půdy; dusík

Dusík je základní biochemická živina, která spolu s minerálními živinami a vodním režimem do značné míry ovlivňuje růstové poměry lesních dřevin, tj. produkci biomasy. Hlavní zásoby dusíku v lesních půdách obsahuje humus a jen malý podíl se dostává do lesních půd atmosférickými srážkami převážně z exhalátů. Dusík v humusu se označuje většinou souborně jako dusík organický, který je však do značné míry dřevinám nepřístupný. Biochemickými procesy podmiňovanými mineralizačními pochody se mění malá část organického dusíku na minerální formy (hlavně amoniakální N-NH₄ a dusičnanové N-NO₃), které mohou být pak využity rostlinami.

Důležitá problematika dusíku v lesních půdách byla a je stále předmětem studií půdoznalců, biochemiků, mikrobiologů aj. V ČSSR jsou to zejména studie Ant. Němce a K. Kvapila (1925—1932), které obsahují první základní poznatky o dusíku v československých lesních půdách. Problematika přístupného dusíku v našich lesních půdách je také obsažena ve studiích J. Pelíška (1966—1983).

Rozdílná dynamika režimu dusíku probíhá v ČSSR v lesních půdách nížin a pahorkatin a speciální dynamika, a to zejména mineralizace

dusíku, je v půdách lesních horských oblastí. V Československu jsou odlišné režimy dusíku v oblasti Českého masívu a v oblasti Karpat.

Pro srovnávací studie režimu dusíku byly vybrány z oblasti krystalinika Českého masívu horská oblast Šumavy, Krušných hor, Jizerských a Lužických hor a Orlických hor a přechodná oblast Českomoravské vrchoviny, z Karpat byla sledována hlavně oblast Vysokých Tater a Slovenského Rudohoří a vápencová oblast Belianských Tater. Z oblasti Českého masívu jsou v práci uvedeny výsledky studií z let 1983—1978 a z Karpat z let 1948—1973.

Z forem dusíku byl určován dusík celkový N_t , dusík amoniakální $N-NH_4$, dusík nitrátový $N-NO_3$, suma minerálních neboli přístupných forem dusíku a stupeň mineralizace (dnes užívanými laboratorními metodami).

CELKOVÝ DUSÍK

V horských lesních oblastech Českého masívu bylo zjištěno v povrchových humusech (drť + měl) hnědých lesních půd 822—2423 kg celkového dusíku na ha. Celé hnědozemní profily (do 1 m) obsahovaly 11 730—33 567 kg celkového dusíku na ha.

V povrchových humusech hnědozemních lesních půd karpatské oblasti byl celkový dusík v množství 766—1273 kg na ha, v celých hnědozemních profilech půd pak v množství 13 200—24 795 kg na ha.

Zjištěné výsledky (tabulka I) ukázaly nižší obsahy celkového dusíku v hnědých lesních půdách Karpat oproti Českému masívu. V povrchových humusech hnědých lesních půd bylo zjištěno snížení celkového dusíku v rozmezí 56—1389 kg na ha a v celých profilech se ukázalo snížení v rozmezí 896—8772 kg na ha. Projevuje se tu šířková pásmovitost ubývání celkového dusíku v povrchových humusech hnědých lesních půd z oblasti Českého masívu směrem na východ od Karpat.

Povrchové humusy v horských podzolech Českého masívu měly celkového dusíku v rozmezí 1913—4215 kg na ha a obsahy dusíku v celých podzolových profilech činily 20 706—26 738 kg na ha. Povrchové humusy v horských podzolech Karpat vykazaly 1275—2176 kg celkového dusíku na ha a v celých podzolových profilech 24 278—23 562 kg na ha.

Získané výsledky (tabulka I) ukázaly také nižší obsahy celkového dusíku v podzolech Karpat. V povrchových humusech podzolů byly nižší obsahy celkového dusíku v rozmezí 636—2140 kg na ha a v celých profilech 1529—3236 kg na ha. Také v těchto podzolových půdách se ukazuje šířková pásmovitost v kvantech celkového dusíku s ubýváním z Českého masívu východním směrem do Karpat.

V humusu byly také zjišťovány podíly celkového dusíku organického a minerálního ($N-NH_4 + N-NO_3$). V Českém masívu bylo toto složení stanoveno z horských půd Šumavy a v karpatské oblasti pak z horských půd Tatranského národního parku. V oblasti Českého masívu obsahovaly povrchové humusy 98,5—99,4 % organického dusíku, v celých profilech 97,1—99,4 %. Obsahy minerálních složek dusíku byly zjištěny v povrchových humusech v rozmezí 0,6—1,3 %, v celých profilech 0,5—2,9 %. V půdách Tatranského národního parku na krystaliniku bylo zjištěno 98,2—99,5 % organického dusíku v povrchových humusech a mi-

I. Obsahy celkového dusíku v kg na ha v hnědozemních lesních půdách a podzolech horských poloh Českého masívu a západních Karpat. — Contents of total nitrogen in kg per ha in forest brown soils and podzols in mountain regions of the Bohemian Massif and West Carpathians

Oblast	Půdy	Celkový dusík v kg/ha		Oblast	Celkový dusík v kg/ha	Rozdíl (snížení)
Český masív	hnědozemní okrové	povrchové humusy	822— 989	Karpaty	766— 879	56— 110
		profily	11 730—14 611		10 844—13 200	896—1411
	rezivé	povrchové humusy	1 368— 1 863		1 046— 1 273	322— 590
		profily	24 324—27 379		14 752—23 513	3866—9572
	čokoládově hnědé	povrchové humusy	2 395— 2 423		1 006— 1 192	1231—1389
		profily	24 795—53 567		19 445—24 795	8772—5350
	podzoly železité, hu- musoželezité	povrchové humusy	1 913— 3 906		1 275— 1 860	638—2166
		profily	20 706—24 213		17 530—24 278	565—3236
	podzoly humusové	povrchové humusy	2 308— 4 215		1 268— 2 175	1040—2140
		profily	22 742—26 738		21 213—23 565	1529—3273

nerálních forem dusíku 0,5—1,8 %. V celých profilech (do 1 m) bylo organického dusíku 96,7—99,4 % a 0,4—2,1 % minerálních forem.

V karpatské oblasti byly na území Belianských Tater zjišťovány poměry dusíku v hnědých, šedých a mulových rendzinách na vápencích. Povrchové humusy obsahovaly 544—2208 kg celkového dusíku na ha s maximem v černých mulových rendzinách. V celých profilech rendzin bylo celkového dusíku 19 744—29 369 kg na ha. Jsou to vysoká kvanta dusíku, neboť tyto půdy jsou mělké až středně hluboké. Veškerý dusík je tvořen organickým dusíkem v rozmezí 98,7—99,7 % a minerálních forem obsahuje 0,3—1,3 % (tabulka III).

II. Obsahy a složení dusíku v rendzinách Belianských Tater. — Contents and composition of nitrogen in rendzinas of the Belianské Tatry

Rendziny	Hloubka v cm	Celkový N _t v kg/ha	N-organický %	N-minerální %
hnědé	0— 2	544— 669	98,8—98,9	1,1—1,2
	0—52	19 744—21 469	99,4—99,7	0,3—0,6
šedé	0— 3	995— 1 209	98,7—98,9	1,9—1,3
	0—50	20 920—23 564	99,3—99,7	0,3—0,7
mulové	0— 5	1 830— 2 208	99,2—99,5	0,5—0,8
	0—25	24 675—29 369	99,4—99,7	0,3—0,6

III. Obsahy amoniakálního (čpavkového) dusíku v kg na ha v hnědozemních lesních půdách a horských podzolech horských poloh Českého masívu a západních Karpat. — Contents of ammonia nitrogen in kg per ha in forest brown soils and mountain podzols in mountain regions of the Bohemian Massif and West Carpathians

Oblast	Půdy	Amoniakální dusík v kg/ha		Oblast	Amoniakální dusík v kg/ha	Rozdíl (snížení)
Český masív	okrové	povrchové humusy	8—12	Karpaty	5—8	3—4
		profily	214—281		160—249	32—134
	rezivé	povrchové humusy	9—19		7—13	2—6
		profily	243—445		195—256	128—189
	čokoládově hnědé	povrchové humusy	12—24		10—16	2—8
		profily	368—682		285—380	183—302
	podzoly železité hu- musoželezité	povrchové humusy	20—27		16—22	4—5
		profily	175—242		158—219	17—23
	podzoly humusové	povrchové humusy	19—27		15—20	4—7
		profily	187—309		135—201	45—48

AMONIAKÁLNÍ (ČPAVKOVÝ) DUSÍK N-NH₄

V horských lesních oblastech Českého masívu bylo v hnědozemních lesních půdách (okrové, rezivé, čokoládově hnědé) v povrchových surových humusech (drť + měl) nalezeno amoniakálního dusíku N-NH₄ v rozmezí 8—24 kg na ha, v celých profilech do hloubky 1 m pak 214—682 kg na ha.

Povrchové humusy hnědozemních lesních půd v karpatské oblasti obsahovaly 5—16 kg amoniakálního dusíku na ha a v celých půdních profilech bylo 249—380 kg na ha.

V karpatské oblasti se ukázalo snížení amoniakálního dusíku v povrchových humusech hnědozemních půd o 3—8 kg na ha a v celých půdních profilech o 32—302 kg na ha.

Povrchové humusy v horských podzolech Českého masívu obsahovaly 19—27 kg čpavkového dusíku na ha, v celých profilech horských podzolů 175—309 kg na ha. V oblasti Karpat bylo zjištěno v povrchových humusech horských podzolů 15—22 kg čpavkového dusíku na ha a v celých půdních profilech 135—219 kg na ha.

V karpatské oblasti se snížil obsah čpavkového dusíku v povrchových humusech hnědozemních lesních půd o 3—8 kg na ha a v celých profilech o 32—302 kg na ha. V podzolech činilo snížení v povrchových humusech 4—7 kg na ha a v celých profilech 17—48 kg na ha. Snížo-

IV. Obsahy nitrátového dusíku v hnědozemních lesních půdách a podzolech horských poloh Českého masívu a západních Karpat. — Contents of nitrate nitrogen in forest brown soils and podzols of mountain regions in the Bohemian Massif and West Carpathians

Oblast	Půdy	Nitrátový dusík v kg/ha		Oblast	Nitrátový dusík v kg/ha	Rozdíl (snížení)
Český masív	okrové	povrchové humusy	0,7—1,6	Karpaty	0,2—0,5	0,5—1,1
		profily	1,0—1,9		0,6—1,0	0,4—0,9
	rezivé	povrchové humusy	0,8—1,8		0,2—0,4	0,6—1,4
		profily	0,8—1,8		0,3—0,7	0,5—1,1
	čokoládově hnědé	povrchové humusy	0,8—1,7		0,3—0,5	0,6—1,2
		profily	0,9—3,1		0,3—0,6	0,6—2,5
	podzoly železité hu- musoželezité	povrchové humusy	0,6—0,8		0,3—0,5	0,3—0,3
		profily	1,1—2,3		1,0—2,1	0,1—0,2
	podzoly humusové	povrchové humusy	0,3—0,5		0,2—0,3	0,1—0,2
		profily	0,8—1,1		0,3—0,8	0,3—0,5

vání obsahů čpavkového dusíku v lesních půdách Českého masívu směrem na východ od Karpat ukazuje opět na šířkovou pásmitost režimu dusíku.

NITRÁTOVÝ (DUSIČNANOVÝ) DUSÍK $N-NO_3$

V horských lesních oblastech Českého masívu bylo zjištěno v hnědozemních lesních půdách v povrchových humusech 0,7—1,8 kg nitrátového dusíku na ha, v celých půdních profilech 0,8—3,1 kg na ha; v karpatské oblasti v povrchových humusech hnědozemních lesních půd 0,2—0,5 kg na ha a v celých půdních profilech 0,3—1,0 kg na ha.

Snížení dusičnanů v povrchových humusech hnědozemních lesních půd Karpat oproti Českému masívu činilo 0,4—1,4 kg na ha a v celých profilech 0,5—2,5 kg na ha.

V horských podzolech Českého masívu bylo v povrchových humusech 0,3—0,8 kg nitrátů na ha a v celých profilech 0,8—2,3 kg na ha. V oblasti Karpat bylo v povrchových humusech podzolů zjištěno 0,2—0,3 kg nitrátů na ha a v celých profilech 0,3—2,1 kg na ha. Snížení nitrátového dusíku v povrchových humusech Karpat činilo oproti Českému masívu 0,1—0,3 kg na ha, v celých profilech 0,1—0,5 kg na ha. Objevilo se tu opět snižování nitrátového dusíku v horských půdách Karpat, tedy na východ od Českého masívu.

V. Obsahy minerálních složek dusíku ($\text{N-NH}_4 + \text{N-NO}_3$) uvolňovaných mineralizací z organického dusíku v hnědozemních lesních půdách a podzolech horských poloh Českého masívu a západních Karpat. — Contents of mineral components of nitrogen ($\text{N-NH}_4 + \text{N-NO}_3$) released by mineralization from organic nitrogen in forest brown soils and podzols in mountain regions of the Bohemian Massif and West Carpathians

Půdy	Hloubka v cm	Český masív kg N/ha	Karpaty kg N/ha
Hnědé lesní půdy	A_0	10—26	6—17
	0—100	215—448	161—381
Podzoly	A_0	21—28	17—21
	0—100	176—311	136—221

MINERALIZACE DUSÍKU V POVRCHOVÝCH HUMUSECH

Stupeň mineralizace organického dusíku možno posuzovat přibližně podle obsahů minerálních složek dusíku, hlavně podle sumy $\text{N-NH}_4 + \text{N-NO}_3$. Ve vrstvě povrchového humusu jde o tzv. skutečnou neboli absolutní mineralizaci jako stupeň mineralizace. V hlubších půdních vrstvách jde o mineralizaci složenou z mineralizace absolutní a mineralizovaných složek dusíku translokovaných z nadložních půdních vrstev. Tato složená mineralizace vykazuje vyšší hodnoty.

V hnědozemních lesních půdách Českého masívu bylo nalezeno v povrchových humusech 10—26 kg mineralizovaných složek dusíku na ha, v celých profilech 215—448 kg na ha. V karpatské oblasti se ukázaly opět nižší hodnoty uvolňovaných minerálních složek dusíku.

V podzolech Českého masívu bylo v povrchových humusech 21—28 kg mineralizovaných složek dusíku a v celých profilech 176—311 kg na ha. V karpatské oblasti byly hodnoty nižší, a to v povrchových humusech v rozmezí 17—21 kg na ha, v celých půdních profilech 136—221 kg na ha (tabulka V).

Opět se tu projevuje ubývání uvolňovaných mineralizovaných složek dusíku z oblasti Českého masívu směrem do Karpat.

DISKUSE

Řada autorů jako Wittich W. 1961, Zöttl H. 1962, Laatsch W. 1958 uvádí, že roční potřeba minerálního dusíku pro lesní porosty první bonity je asi 50—70 kg na ha. Podle těchto údajů možno soudit, že hnědozemní lesní půdy a podzoly horských poloh Českého masívu i Karpat mají velmi dobré zásoby uvolňovaných minerálních složek dusíku pro výživu tamních lesních porostů.

ZÁVĚR

Režim dusíku byl studován v horských oblastech Českého masívu a západních Karpat v hnědozemních lesních půdách a horských podzolech. Zjišťován byl dusík celkový, amoniakální, nitrátový a minera-

lizací uvolňované složky dusíku. Nejvyšší obsahy celkového dusíku byly vždy ve svrchních půdních vrstvách a do spodin klesaly. V Českém masívu bylo celkového dusíku v povrchových humusech hnědozemních lesních půd 822—2395 kg na ha, v celých profilech do hloubky 1 m 11 730—33 567 kg na ha. V karpatské oblasti v povrchových humusech bylo celkového dusíku 766—1273 kg na ha a v celých profilech 10 844—24 795 kg na ha. V podzolových půdách byl celkový dusík v povrchových humusech v Českém masívu 1913—4215 kg na ha a v celých profilech 20 706—26 738 kg na ha. V Karpatech bylo v povrchových humusech celkového dusíku 1268—2175 kg na ha, v celých profilech 24 278—26 565 kg na ha. Od Českého masívu směrem do Karpat výrazně ubývalo celkového dusíku v hnědozemních půdách i v podzolech. Celkový dusík byl tvořen organickým podílem v rozmezí 97,1—99,6 %, minerálním podílem 0,4—2,9 %. Amoniakální dusík byl v Českém masívu obsažen v povrchových humusech v množství 8—27 kg na ha, v Karpatech 5—20 kg na ha a v celých profilech v Českém masívu 214—682 kg na ha, v Karpatech 135—380 kg na ha.

Nitrátový dusík byl v povrchových humusech Českého masívu v množství 0,6—1,8 kg na ha, v celých profilech 1,0—3,1 kg na ha. V karpatské oblasti ho bylo v povrchových humusech 0,2—0,5 kg na ha, v celých profilech 0,3—1,0 kg na ha.

Minerálních složek $N-NH_4 + N-NO_3$ bylo v Českém masívu v celých profilech 176—448 kg na ha, v oblasti Karpat 136—381 kg na ha, což jsou velmi dobré obsahy pro výživu lesních porostů.

Obsahy veškerých forem dusíku ubývají od Českého masívu východním směrem do oblasti Karpat, což odpovídá šířkové půdní pásmitosti ve střední Evropě.

Došlo dne 9. 7. 1983

Literatura

- DUCHAUFOR, Ph.: Sur la minéralisation de l'azote dans les humus forestiers. C. R. A. F., 1951, č. 18, s. 567
 EMBERGER, S.: Die Stickstoffernährung des Waldes. Jahresbericht Bayer. Forstvereins, 1965, č. 5/6, s. 156-193
 LAATSCH, W.: Die Stickstoffernährung des Waldes. Jahresbericht Bayer. Forstvereins, 1958—1959, s. 18
 PELÍSEK, J.: Ekologická analýza a bilance režimu dusíku v lesních půdách. Šumav. Lesnictví, 24, 1978, č. 1, s. 9-26
 PELÍSEK, J.: Ekologická analýza a bilancia režimu dusíka v půdách Tatranského národního parku. Zborník prác Tanapu, 1979, 21, s. 219-239
 PELÍSEK, J.: Humus a dusík v lesních půdách pahorkatin střední Moravy. Lesnictví, 29, 1983, č. 11, s. 1003-1016
 RYDALEVSKAJA, M. D. — TEREŠENKOVA, I. A.: Soděržanije i raspredelenije različnych form azota po profilu někotorych lesnych počv. Biologia, 13, 0000, č. 3, s. 29-34
 WITTICH, W.: Die Grundlagen der Stickstoffernährung des Waldes und Möglichkeiten für ihre Verbesserung. Fachverband Stickstoffindustrie. Düsseldorf, 1961, s. 331-339
 ZÖTTL, H.: Die Stickstoffmineralisation im Waldboden. Forstl. Mitt., 15, 1962, č. 8, s. 134-135

ПЕЛИШЕК, Й. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Азот в почвах горных лесных областей Чехословакии. Lesnictví, 31, 1985 (3): 203-210.

Изучался режим азота в горных лесных областях Чешского массива и Западных Карпат в буроземных лесных почвах и в горных подзолах. Устанавливали весь азот, аммиачный,

и нитратный азот и минерализацией освобождаемые компоненты азота. Наибольшее содержание общего азота было всегда в верхних слоях почвы. В Чешском массиве в поверхностных гумусных слоях буроземных почв содержание общего азота составляло 822—395 кг/га, а в целых профилях на глубину 1 м оно составляло 11 730—3567 кг/га. В карпатской области в поверхностных гумусах общего азота было 766—1273 кг/га и в целых профилях 10 844—24 795 кг/га. В подзолистых почвах общий азот в поверхностных гумусных слоях в Чешском массиве содержался в объеме 1913—4215 кг/га, а в целых профилях 20 706—26 738 кг/га. В Карпатах в поверхностных гумусных слоях содержание общего азота составляло 1268—2175 кг/га, в целых профилях 24 278—26 565 кг/га. От Чешского массива по направлению на восток к Карпатам содержание общего азота в буроземных почвах и в подзолах существенно убавлялось. Общий азот образовался органической долей 97,1—99,6 %, минеральной долей 0,4—2,9 %. Аммиачный азот в Чешском массиве в поверхностных гумусных слоях содержался в объеме 8—27 кг/га, в Карпатах 5—20 кг/га, и в общих профилях в Чешском массиве 214—682 кг/га, в Карпатах 135—380 кг/га. Нитратный азот в поверхностных гумусных слоях Чешского массива представлял 0,6—1,8 кг/га, в общих профилях 1,0—3,1 кг/га. В Карпатах в поверхностных гумусных слоях содержание N-NO₃ составляло 0,2—0,5 кг/га а в целых почвенных профилях 0,3—1,0 кг/га. Минеральных компонентов в Чешском массиве содержалось 176—448 кг/га, в Карпатах 136—381 кг/га, что представляет собой очень хорошие запасы для питания лесных насаждений. Содержания некоторых форм азота сокращаются от Чешского массива по направлению на восток к области Карпат. Это меридиональная почвенная зональность в области центральной Европы.

почвоведение лесное; лесные почвы; азот

PELÍŠEK, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Nitrogen Regime in the Soils of Mountain Forest Regions in Czechoslovakia*. Lesnictví, 31, 1985 (3) : 203-210.

Nitrogen regime was studied in forest brown soils and mountain podzols in the mountain forest regions of the Bohemian Massif and West Carpathians. Total nitrogen, ammonia and nitrate nitrogen components released by mineralization were determined. The highest contents of total nitrogen were always found in upper layers. The surface humus of brown soils in the Bohemian Massif contained 822—2 395 kg per ha total nitrogen and the whole profiles to 1m depth contained 11 730—33 567 kg per ha total nitrogen. Total nitrogen in surface humus in the Carpathian region made 766—1 273 kg per ha, and 10 844—24 795 kg per ha in the whole profiles. There were 1 913—4 215 kg per ha total nitrogen in the surface humus of podzol soils and 20 706—26 738 kg per ha in the whole profiles in the Bohemian Massif. The values for the surface humus in the Carpathians were 1 268—2 175 kg per ha for the whole profiles. Total nitrogen in brown soils and in podzols decreased in the direction from the Bohemian Massif eastward toward the Carpathians. Organic proportion in total nitrogen was 97.1—99.6 %, mineral proportion made 0.4—2.9 %. The respective values of ammonia nitrogen in surface humus in the Bohemian Massif and in the Carpathians made 8—27 kg per ha and 5—20 kg per ha, and in the whole profiles 214—682 kg per ha and 135—380 kg per ha. The content of nitrate nitrogen in surface humus in the Bohemian Massif was 0.6—1.8 kg per ha, in the whole profiles 1.0—3.1 kg per ha. Surface humus in the Carpathians contained 0.2—0.5 kg per ha N-NO₃ and the whole soil profiles 0.3—1.0 kg per ha N-NO₃. Mineral components made 176—448 kg per ha in the Bohemian Massif, and 136—381 kg per ha in the Carpathians; these values represent good reserves for the nutrition of forest stands. The contents of all nitrogen forms decrease in the direction from the Bohemian Massif eastward toward the Carpathians. This is typical of meridional soil zonation in Central Europe.

forest pedology; forest soils; nitrogen

Adresa autora:

Prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, Zemědělská 3, 613 00 Brno

VLIV SPONU NA FUNKČNÍ INTEGRACI STRUKTURY SMRČIN NIŽŠÍCH POLOH

I. Vyskot

VYSKOT, I. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Vliv sponu na funkční integraci struktury smrčín nižších poloh*. Lesnictví, 31, 1985 (3) : 211-238.

Práce řeší problematiku integrace funkcí stejnorodých a stejnověkých hospodářských smrčín. Při stálosti ekotopu je polyfunkčnost porostu záležitostí jeho prostorové struktury. Ta je tvárněna způsobem založení porostu a biotechnikou výchovy. Na příkladu mariabrunnské sponové plochy č. 151 Lipůvka sledujeme vliv modifikovaného sponu smrčiny nižší a sušší oblasti na integraci funkce produkční, esteticko-rekreační a vodohospodářské. Výzkumná plocha v porostu 153 C 5, polesí Dolní Lhota, Lesního závodu Rájec n. Svitavou založená v roce 1889 ve třech rozdílných sponech 1×1 , $1,5 \times 1,5$ a 2×2 m je analyzována na základě kvantitativních kritérií, vycházejících z její četnosti, výškové (dékové), šířkové (tloušťkové) a distanční diferenciace. Společná funkční kritéria jsou stabilita, zdravotní stav, zápoj, zakmenění a jakost porostu. Produkce je posuzována podle zásoby a přírůstků. Rekreační efekt je hodnocen průchodností, průhledností, disponibilním prostorem, přístupem světla a diverzitou porostu. Vodohospodářská kritéria hypoteticky analyzují velikost a efekt transpirace, intercepční ztráty vody a přístup srážek k půdě. Nejlepšího funkčně integrovaného účinku dosahuje jednoznačně strukturální typ C s genezí ve sponu 2×2 m, který rovněž splňuje požadavky racionalizace a ekonomiky pěstební činnosti.

pěstění lesů; smrk; celospolečenské funkce lesů

V souvislosti s celospolečenskými potřebami i snižující se výměrou zdravých porostů progresivně roste význam mimoprodukčních funkcí lesů. Vysoce aktuální je proto integrované polyfunkční lesnické hospodaření, které zaručuje sladění produkce i mimoprodukčních funkcí v hospodářských porostech. Dosud je však jeho náplň málo racionální, poněvadž obtížně kvantifikujeme potenciál mimoprodukčních funkcí a neznáme konkrétní metody, jak je v hospodářských porostech integrovat.

Při relativní stálosti podmínek stanoviště je polyfunkčnost porostu záležitostí jeho druhové, věkové a prostorové struktury. Její cílevědomé biotechnické tvárnění ve prospěch souladu funkce produkční, vodohospodářské a esteticko-rekreační je předmětem našeho výzkumu. Soustřeďujeme se především na naši hlavní dřevinu — smrk — ve stejnorodých a stejnověkých porostech. Problematika struktury se zde zužuje na strukturu prostorovou. Ta je tvárněna způsobem založení a biotechnikou výchovy. Rychlý vícefunkční efekt struktury stimulujeme již cílevědomým založením porostu, kdy jeho prostorové parametry předurčujeme sponem. Spon proto tvoří základní článek budoucí integrované struktury porostu.

Vzhledem k potřebě ověřit účinek sponu vývojem porostu až do dospělosti použili jsme jako výzkumný objekt původní mariabrunnské sponové plochy na území dnešních LZ Kuřim a Rájec nad Svitavou.

Analýzovali jsme diferencované struktury s genezí ve sponech 1×1 , $1,5 \times 1,5$ a 2×2 m podle kritérií produkčních, vodohospodářských a esteticko-rekreačních naší metodikou (Vyskot I. 1981, 1984). V Lesnictví č. 6, 1984, byly již publikovány výsledky sponového pokusu č. 170 Bedřichov, LZ Kuřim. Prokázaly zásadní vliv sponu na polyfunkční parametry struktury a na minimální rozpor mezi jednotlivými funkcemi. Zatímco produkční analýzy ploch (Vyskot M. 1977) prokázaly prioritu největšího sponu 2×2 m, naše výsledky integrované struktury preferovaly střední spon $1,5 \times 1,5$ m. Tyto závěry však nelze generalizovat. Sponová plocha Bedřichov leží v nadmořské výšce 670 m, se srážkami 720 mm a smrk zde má optimální růstové podmínky, které modifikaci sponu přímo specifikují.

Vzhledem k variabilitě rozšíření smrčín je nutno sledovat reakci na spon i v méně vhodných růstových a klimatických podmínkách. Tato šetření umožňuje další ze série mariabrunnských sponových pokusů, výzkumná plocha č. 151 Lipůvka na území LZ Rájec, jejíž zpracování předkládáme v tomto příspěvku.

VÝZKUMNÁ PLOCHA A METODIKA ŠETŘENÍ

Výzkumná sponová plocha č. 151 byla založena v roce 1889 mariabrunnským lesnickým ústavem (prof. Cieslar) v katastrálním území obce Lipůvka, v nynějším porostu 153C 5, polesí Dolní Lhota, LZ Rájec nad Svitavou. Souřadnice plochy jsou $16^{\circ}37'38''$ východní délky a $49^{\circ}20'21''$ severní šířky. Jde o pahorkatinnou oblast nadmořské výšky 460–480 m, ve vegetačním stupni dubovo-bukovém. Sponovou sérii tvoří tři dílce o rozměrech $62,5 \times 40$ m, každý o ploše 0,25 ha, chráněné izolačními pruhy. Na jaře 1889 byly tyto plochy zalesněny v jednotlivých dílcích sponem 1×1 , $1,5 \times 1,5$ a 2×2 m, tříletými školkovanými smrkovými sazenicemi. Po sedmi letech bylo v roce 1896 dokončeno zajištění kultury. Plochy jsou situovány na východní expozici v terénu se sklonem 11 – 17° . Geologický podklad tvoří žilce s amfiboly, převažujícím půdním typem je nasycená hnědá lesní půda. Typologicky je stanoviště zařazeno do 3B2 — bohaté dbBK mařinkové. Současný věk porostu je 98 let, dominantní dřevinou je smrk na II. bonitě. Klimaticky (podle Quitta 1971) je oblast hodnocena jako mírně teplá — MT 11, s dlouhým teplým a suchým létem a krátkou, velmi suchou zimou. Dlouhodobý srážkový úhrn je 610 mm, horizontální srážky nulové, průměrná teplota 8°C . Předpokládaná velikost evapotranspirace smrku (podle Běleho 1975 i Ambrose 1975) se pohybuje kolem 590–620 mm. Vodní bilance je tedy napjatá, vodohospodářský efekt minimální. Plocha leží v oblasti rekreačně velmi významné. První výnosová šetření ze stavu do roku 1927 vykonal Vincent B. (1957), plochy rekonstruoval a produkčně analyzoval Vyskot M. (1974). Podrobná šetření byla uskutečněna v letech 1973 a 1978, tedy ve věku 87 a 92 let.

Podstatou analýzy struktury je měření základních prvků prostorové stavby, které diferencujeme do četnostní, výškové (délkové), šířkové (tloušťkové) a distanční diferenciace. Z těchto biometrických prvků pak odvozujeme řadu strukturálních veličin, které tvoří: úživná plocha, rozestupové číslo, štíhlostní koeficient, počty defektních stromů, horizontální i vertikální průměty korun, zápoj, zakmenění, jakost, zásoby a přírůsty, výše těžeb, diferenciace vertikálních a horizontálních mezikorunových a mezistromových ploch i údaje o objemu a ploše korunové biomasy. Pomocí těchto údajů pak konstruujeme srovnávací kritéria modelu integrace struktury podle jednotlivých funkcí. V kategorii funkčně společných kritérií hodnotíme stabilitu porostu, zdravotní stav, zápoj a zakmenění a jakost porostu. Produkční kritéria zahrnují zásobu porostní, podíl těžeb z celkové hmotové produkce, běžný perio-

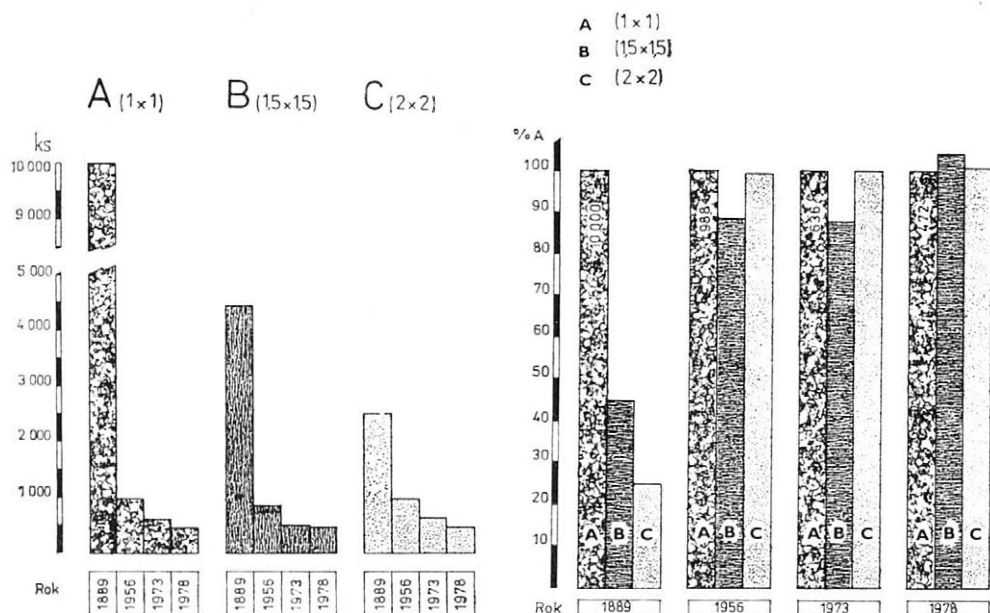
dický a průměrný roční přírůst. Specifická rekreační kritéria hodnotí průchodnost porostu, průhlednost, disponibilní porostní prostor, přístup světelné radiace a prostorovou diverzitu porostu. Vodohospodářská kritéria jsou zaměřena na kvantitativní hydrický účinek porostu. Hypoteticky hodnotí velikost a efekt transpirace na základě objemových parametrů biomasy koruny a kmene, hladinu intercepčních ztrát v korunovém prostoru a přímý přístup srážek k půdnímu povrchu mezikorunovými prostory.

Jednotlivé struktury jsou komparativně periodicky hodnoceny po těžbách v diferencovaných stromových třídách a hektarovém porostním průměru. Typ A tvoří strukturu formovanou sponem 1×1 m, typ B sponem $1,5 \times 1,5$ m a typ C sponem 2×2 m. Stromové třídy jsou diferencovány tak, že 1. třídu tvoří stromy předrůstavé, 2. třídu stromy úrovněvé a 3. třídu stromy podúrovněvé.

VÝSLEDKY ŠETŘENÍ

ČETNOSTNÍ DIFERENCIACE POROSTU

Údaje jsou uvedeny v tabulce I. Původní počet stromů v roce 1889 v typu A byl 10 000, v typu B 4444 a v typu C 2500 stromů na hektar. Přirozeným prořezáváním se redukoval do roku 1956 v typu A na 988 jedinců, v typu B na 872 a v typu C na 980 stromů. Za 67 let života porostu tedy typ A vyřadil 9012 jedinců, typ B 3572 a typ C 1520 stromů. Za další 17leté období klesl počet stromů v typu A na 636, v typu B na 560 a v typu C na 636 jedinců na ha. Do roku 1973 typ A zachoval



1. Vývoj počtu stromů v letech 1889—1978 podle typů struktury. — Development of tree number in the years 1889—1978 in relation to the types of structure

2. Četnost stromů porostu v letech 1889—1978 v % strukturálního typu A. — Tree frequency in forest stand in the years 1889—1978 expressed as the percent of structural type A

I. Vývoj počtu stromů v letech 1889—1978 a diferenciace četnosti stromového inventáře na ha podle typů struktury. — Development of tree number in the years 1889—1978 and differentiation of the frequency of tree inventory per 1 ha in relation to the types of structure

Rok	A		B		C	
	počet stromů <i>N</i>					
	na dílci	na 1 ha	na dílci	na 1 ha	na dílci	na 1 ha
1889	2500	10 000	1111	4444	625	2500
1956	247	988	218	872	245	980
1973	159	636	140	560	159	636
1978	118	472	123	492	119	476

Stromová třída	A		B		C	
	1973	1978	1973	1978	1973	1978
	<i>a</i> <i>b</i>	<i>a</i> <i>b</i>	<i>a</i> <i>b</i>	<i>a</i> <i>b</i>	<i>a</i> <i>b</i>	<i>a</i> <i>b</i>
1	132 20,8	60 12,7	96 17,1	188 38,2	168 26,4	156 32,8
2	384 60,4	340 72,0	376 67,1	268 54,5	328 51,6	268 56,3
3	120 18,8	72 15,3	88 15,8	36 7,3	140 22,0	52 10,9
Sa	636 100,0	472 100,0	560 100,0	492 100,0	636 100,0	476 100,0

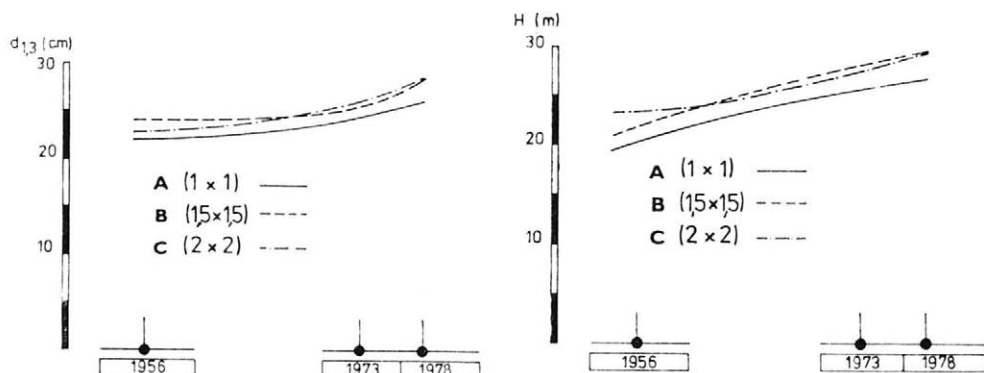
a — počet stromů, b — % ze Σ počtu.

II. Vývoj výšek a tloušťek průměrného stromu podle typů struktury v letech 1956—1978. — Development of the heights and diameters of an average tree in relation to the types of structure in the years 1956—1978

Biometrická veličina	Rok	A	B	C
Výška $\varnothing$ stromu $\bar{H}$ v m	1956	20,10	21,80	23,25
	1973	25,80	28,00	27,40
	1978	26,70	29,40	29,20
Tloušťka $\bar{d}_{1,3}$ v cm	1956	22,20	24,00	22,90
	1973	24,27	25,57	26,10
	1978	25,97	28,30	28,33

6,4 %, typ B 12,6 % a typ C 25,4 % původního počtu stromů. V další pentádě (měření 1978) byla redukce stromů ovlivněna kalamitou, která porost postihla v roce 1974. Nejvíce zasažen byl vývojově nejhustší typ A, silně narušen byl i typ C. Nejvyšší počet stromů byl zjištěn v typu B (492), v typu C (476) a v typu A bylo 472 stromů na ha.

Četnost stromových tříd byla sledována v obdobích 1973 a 1978. V roce 1973 měla 1. třída v typu C 26,4 %, v typu A 20,8 % a v typu B 17,1 % celkového počtu stromů. Ve 2. třídě měl nejvyšší zastoupení



3. Trend vývoje průměrné tloušťky stromů porostu v letech 1956—1978 podle typů struktury. — Developmental trend of the average tree diameter in forest stand in the years 1956—1978 in relation to the types of structure

4. Trend vývoje průměrné výšky stromů porostu v letech 1956—1978 podle typů struktury. — Developmental trend of the average tree height in forest stand in the years 1956—1978 in relation to the types of structure

typ B (61,7 %), dále typ A (60,4 %) a typ C (51,6 %). Ve 3. třídě měl typ C 22 %, typ A 18,8 % a typ B 15,8 % celkového počtu stromů. Kvalitativní posun tříd byl zjištěn v roce 1978. Do 1. stromové třídy postoupilo v typu B celkem 38,2 % stromů, v typu C 32,8 %. V typu A zastoupení této třídy výrazně kleslo (12,7 %, tj. pouze 60 stromů) směrem do 2. třídy (72 %) a 3. třídy (15,3 %), které jsou zde ze všech typů nejčetněji zastoupeny.

VÝŠKOVÁ (DÉLKOVÁ) DIFERENCIACE POROSTU

Výškové (délkové) parametry struktur jsou uvedeny v tabulce II a III. Průměrná výška porostu $\bar{H}$ v 67 letech (stav 1956) byla největší v typu C (23,25 m), v typu B dosáhla 21,80 m, v typu A pouze 20,10 m. V roce 1973 se maximum výšky posunulo do typu B (28 m) s malým rozdílem od typu C (27,40 m). Nejnižší výšku měl typ A (25,80 m). Do roku 1978 se výškově typy B a C vyrovnaly (29,40 a 29,20 m), výraznou výškovou ztrátu, kalamitně podmíněnou, měl typ A (26,70 m). Obdobné relace výškových parametrů jsou zřejmé i ve stromových třídách sledovaných v období 1973 a 1978.

Značné rozdíly se objevují v délkách kmene a zelené koruny. Délka kmene $\bar{H}_z$ v roce 1973 dosáhla v typu C 19,54 m, zatímco v typu A pouze 16,15 m. Typ B měl nasazenou zelenou korunu v 17,81 m. Analogický výškový posun korun je i v roce 1978, kde největší délka kmene byla 20,2 m v typu C, zatímco v typu B 18,8 m a v typu A pouze 17,2 m. Délkové rozdíly ve stromových třídách odpovídají porostním průměrům. Délka koruny $\bar{H}_k$ je v typech struktury výrazně diferencována. V roce 1973 měl nejdelší korunu typ B (10,19 m), a to ve všech stromových třídách. Typ A se lišil jen nevýznamně (délka 9,65 m), typ C však vytvořil výrazně nejkratší koruny, a to jak v porostním průměru (7,87 m), tak i v jednotlivých stromových třídách. V roce 1978 se rozdíly mezi typy vyrovnávají, nejdelší korunu má opět typ B (10,6 m), typ A 9,5 m a typ C nejkratší 9 metrovou korunu.

III. Výšková a šířková diferenciacie porostu podle typů struktury (stav v roce 1973 a 1978). — Height and width differentiation of forest stand in relation to the types of structure (situation in the years 1973 and 1978)

Stromová třída	A			B			C		
	$\bar{H}$	$\bar{H}_Z$	$\bar{H}_K$	$\bar{H}$	$\bar{H}_Z$	$\bar{H}_K$	$\bar{H}$	$\bar{H}_Z$	$\bar{H}_K$
1973									
1	27,68	15,94	11,74	30,25	17,68	12,56	29,88	20,06	9,82
2	26,08	16,38	9,70	28,20	18,12	10,08	27,37	19,64	7,73
3	22,79	15,66	7,10	24,40	16,60	7,80	24,54	18,67	5,87
Sa	25,80	16,15	9,65	28,00	17,81	10,19	27,40	19,54	7,87
1978									
1	30,5	18,3	12,2	31,7	20,1	11,6	32,0	21,6	10,4
2	26,9	17,2	9,7	28,6	18,2	10,4	28,5	20,1	8,4
3	22,9	16,0	6,9	22,7	16,3	6,4	24,3	16,6	7,7
Sa	26,7	17,2	9,5	29,4	18,8	10,6	29,2	20,2	9,0
Stromová třída	Šířka koruny průměrného stromu $\bar{S}_K$ v m								
	1973	1978	1973	1978	1973	1978	1973	1978	
1	4,90	4,56	4,83	4,54	4,58	4,71			
2	3,59	3,66	3,71	3,80	3,41	3,91			
3	2,93	3,10	3,03	3,22	2,81	3,56			
Sa	3,74	3,69	3,79	4,04	3,59	4,13			

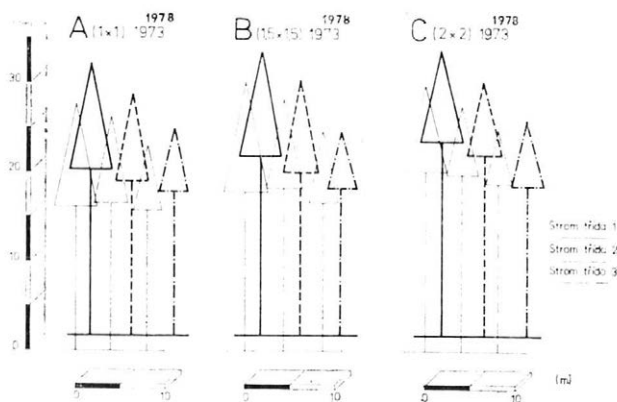
$\bar{H}$ — výška průměrného stromu v m, $\bar{H}_Z$ — výška nasazení zelené koruny průměrného stromu v m, $\bar{H}_K$ — délka koruny průměrného stromu v m.

V tabulce III jsou zhodnoceny šířky korun $\bar{S}_K$, v tabulce II vývoj tloušťek průměrného stromu $\bar{d}_{1,5}$ jednotlivých struktur. Šířky korun v roce 1973 se liší nevýznamně v porostním průměru i ve stromových třídách. Největší šířky mají typy B a A (3,79 a 3,74 m), nejmenší pak typ C (3,59 m). V roce 1978 se největší šířky přesunují do typů C (4,13 m) a B (4,04 m), zatímco průměrná šířka koruny v typu A klesla v důsledku úbytku stromů 1. třídy na 3,69 m. Průměrná tloušťka stromů byla v roce 1956 největší v typu B (24 cm), typ C dosáhl 22,90 cm a typ A 22,20 cm. Do roku 1973 se tloušťkový přírůst značně zvýšil v typu C a výčetní tloušťka dosáhla 26,10 cm, zatímco v typu B pouze 25,57 cm a v typu A jen 24,27 cm. Tloušťkové parametry v roce 1978 jsou u typů C a B vyrovnané (28,33 a 28,30 cm), zřejmě je retardace u typu A (25,97 cm).

DISTANČNÍ DIFERENCIACE POROSTU

Vývoj a diferenciací distančních parametrů jsou uvedeny v tabulce IV. Ukazatelem je průměrné rozestupové číslo $\bar{R}_c$, odvozené z úživné plochy průměrného stromu podle vztahu $\bar{R}_c = \sqrt[3]{10\,000 \cdot n^{-1}}$. Po založení porostu (1889) činila úživná plocha v typu A 1 m², v typu B 2,25 m² a v typu C 4 m². Rozestupové číslo mělo hodnoty sponu. Po 67 letech vývoje porostu (1956) vzrostla úživná plocha v typu A na 10,12 m², v typu B na 11,47 m² a v typu C na 10,20 m². Největší rozestupy stromů měla struktura typu B (3,39 m), typy A a C byly vyrovnané (3,18 a 3,19 cm). Po dalších 17 letech (1973) došlo k největšímu zvětšení úživné plochy (17,86 m²) a rozestupu stromů (4,23 m) v typu B, oba další typy dosáhly stejných hodnot (úživná plocha 15,72 m², rozestup 3,97 m). Poslední sledovaná pentáda (měření 1978) ovlivněná zmíněnou kalamitou vykazuje mimořádné rozestupy v nejvíce postiženém typu A (úživná plocha 21,19 m², rozestup 4,60 m). Typy C a B dosahují vyrovnaných hodnot (typ C 21,01 m² a 4,58 m, typ B 20,33 m² a 4,51 m). Rozestupy stromových tříd v roce 1973 byly největší v typu B. V roce 1978 byl nejučelnější typ C, který ve všech třídách rovnoměrně úživnou plochu i rozestupy zvětšil.

5. Výškové, šířkové a rozestupové parametry průměrných stromů v letech 1973 a 1978 podle typů struktury a stromových tříd. — Height, diameter and spacing characteristics of average trees in the years 1973 and 1978 in relation to the types of structure and tree classes



IV. Vývoj vzdálených parametrů porostu v letech 1889—1978 a jeho vzdálené diferenciacce podle typů struktury. — Development of distance characteristics of forest stand in the years 1889—1978 and distance differentiation in relation to the types of structure

Rok	A				B				C			
	$\bar{S}_{\bar{u}\bar{z}}$		$\bar{R}_{\bar{z}}$		$\bar{S}_{\bar{u}\bar{z}}$		$\bar{R}_{\bar{z}}$		$\bar{S}_{\bar{u}\bar{z}}$		$\bar{R}_{\bar{z}}$	
1889	1,00		1,00		2,25		1,50		4,00		2,00	
1956	10,12		3,18		11,47		3,39		10,20		3,19	
1973	15,72		3,97		17,86		4,23		15,72		3,97	
1978	21,19		4,60		20,33		4,51		21,01		4,58	
Stromová třída	1973		1978		1973		1978		1973		1978	
1	75,76	166,66	8,70	12,91	104,16	53,19	10,21	7,29	59,52	64,10	7,72	8,01
2	26,04	29,41	5,10	5,42	26,60	37,31	5,16	6,11	30,49	37,31	5,52	6,11
3	83,33	138,88	9,13	11,79	113,64	277,77	10,66	16,67	71,43	192,31	8,45	13,87
Sa	15,72	21,19	3,97	4,60	17,86	20,33	4,23	4,51	15,72	21,01	3,97	4,58

$\bar{S}_{\bar{u}\bar{z}}$ — úživná plocha průměrného stromu v m², $\bar{R}_{\bar{z}}$ — průměrné rozestupové číslo v m.

Stabilita porostu

Je základním předpokladem zabezpečení produkce i ostatních mimoprodukčních funkcí porostu. V kalamitně postiženém porostu přistupuje k přírůstovým a kvalitativním ztrátám dřeva i esteticko-emocionální a rekreační degradace porostního prostředí. Prostorové a mikroklimatické změny se projevují negativně i na hydrické bilanci. Odkrytím nadměrných částí porostní půdy dochází k zabuřnění. Mění se vlastnosti půdního povrchu i půdy, zvýšený povrchový odtok snižuje protierozní a vodoochrannou funkci porostu. Vzhledem k homogenním vnějším podmínkám kalamitního ohrožení a použitého ekotypu smrku determinujeme stabilitu vnitřními prostorovými dispozicemi porostu, které odolnost porostu proti mechanickému namáhání limitují. Posuzujeme-li modelově strom jako vetknutý nosník, pak určujícími činiteli stability je moment síly působící k bodu vetknutí, tuhost vetknutí a mez pevnosti kmene, především v ohybu. Velikost momentu je součinem ramene (výšky těžiště stromu H_T) a působící síly F_S na plochu (vertikální průmět S_{KV}) koruny stromu. Pro komparaci stanovujeme jednak ohybový moment průměrného stromu a vzhledem k rozdílnému počtu stromů v typech struktury i celkový srovnávací ohybový moment porostu. Celkový moment

$$M_C = \sum_1^n F_i \cdot H_{T_i} \quad (\text{kNm})$$

je součtem momentů jednotlivých stromů na ploše v modelovém postavení. Při hypotetickém jednotkovém větru je $F_S = S_{KV}$, pak

$$M_C = \sum_1^n S_{KV_i} \cdot H_{T_i} \quad (\text{kNm}).$$

Srovnávací ohybový moment průměrného stromu obdržíme ze vztahu

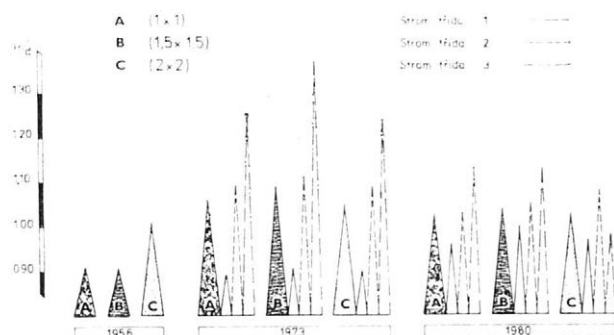
$$\bar{M} = \frac{1}{n} \sum_1^n S_{KV_i} \cdot H_{T_i} \quad (\text{kNm}).$$

Při stejném momentu síly ($>$ mez odolnosti) dochází za nižší tuhosti vetknutí a větší pevnosti v ohybu k vyvrácení stromu, v opačném případě lze předpokládat zlomení kmene. Tuhost vetknutí stromu modelově odvozujeme z hustoty porostu vyjádřené počtem stromů na jednotku plochy. Vycházíme z poznatku, že se zvyšující se hustotou se snižuje mocnost, rozložení a vitalita kořenového systému, pevnost jeho uchycení v půdě. Sereďa (1983) prokázal i větší pevnost kořenů v tahu u stromů pod trvale vyšším mechanickým zatížením v důsledku nižší hustoty porostu. Předpoklady pevnosti kmene v ohybu hodnotíme jeho štíhlostí, tj. poměrem výšky a tloušťky a komparativně vyjadřujeme průměrným štíhlostním koeficientem

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{n} \sum_1^n H_i \cdot (100 \cdot d_{1,3i})^{-1}.$$

V. Diferenciace stability (srovnávací ohybový moment a štíhlost) porostu podle typů struktury na ha. — Differentiation of forest stand stability (comparative bending moment and slenderness) in relation to the types of structure per ha

Typ struktury	Stromová třída	Ø výška těžiště		Ø vertikální průmět koruny		Ohybový moment Ø stromu		Celkový ohybový moment porostu					
		$\overline{H}_T$	m	$\overline{S}_{KV}$	m ²	$\overline{M}$	kNm	M_C	kNm				
		1973	1978	1973	1978	1973	1978	1973	1978				
A	1	19,9	22,4	28,8	27,8	0,57	0,62	74,5	37,4				
	2	19,7	20,4	17,4	17,8	0,34	0,36	129,7	119,0				
	3	18,2	18,3	10,4	10,7	0,19	0,20	20,9	14,1				
	Sa	19,3	20,4	18,0	17,5	0,35	0,36	225,1	170,5				
B	1	21,9	24,1	30,3	26,3	0,66	0,63	63,7	118,4				
	2	21,6	22,0	18,7	19,8	0,40	0,44	151,9	117,9				
	3	19,4	18,7	11,8	10,3	0,23	0,19	20,1	6,8				
	Sa	21,1	21,9	19,6	21,4	0,41	0,49	235,7	243,1				
C	1	23,3	25,2	22,5	24,2	0,52	0,61	88,0	93,9				
	2	22,2	23,1	13,2	16,2	0,29	0,37	96,1	96,9				
	3	20,7	19,3	8,2	13,6	0,17	0,26	23,8	12,3				
	Sa	22,1	22,7	14,1	18,6	0,31	0,42	207,9	203,1				
Stromová třída		A				B				C			
		Ø štíhlostní koeficient $\bar{\varphi}$											
		1889	1956	1973	1978	1889	1956	1973	1978	1889	1956	1973	1978
1		—	—	0,89	0,96	—	—	0,91	1,00	—	—	0,90	0,97
2		—	—	1,09	1,03	—	—	1,11	1,05	—	—	1,08	1,08
3		—	—	1,25	1,13	—	—	1,37	1,13	—	—	1,24	0,98
Sa		—	0,91	1,06	1,03	—	0,91	1,09	1,04	—	1,01	1,05	1,03



6. Vývoj štíhlosti porostu v letech 1956—1978 podle typů struktury a stromových tříd. — Development of tree slenderness in forest stand in the years 1956—1978 in relation to the types of structure and tree classes

Výsledky šetření jsou shrnuty v tabulce V (ohybový moment a štíhlost) a tabulce I (hustota). V roce 1956 je hodnocen nejlépe typ B s nejnižší hustotou (872 stromů) a příznivou štíhlostí ($\bar{\varphi} = 0,91$). Následují typy A a C, kde A má hustotu 988 stromů na ha a štíhlostní koeficient $\bar{\varphi} = 0,91$ typ C 980 stromů a štíhlost $\bar{\varphi} = 1,01$. V roce 1973 zjišťujeme nejvhodnější předpoklady stability v typu C s výrazně nejnižším celkovým srovnávacím momentem porostu (207,9 kNm), hustotou 636 stromů a štíhlostním koeficientem $\bar{\varphi} = 1,05$. Typ B kumuluje celkový ohybový moment 235,7 kNm, nejnižší hustotu (560 stromů), ale nejméně příznivou štíhlost ($\bar{\varphi} = 1,09$). Typ A má podmínky globálně nejhorší ($M_c = 225,1$ kNm, hustotu 636 stromů, $\bar{\varphi} = 1,06$). Diferenciace momentů působení síly větru ve stromových třídách (vzájemný překryv náporových ploch korun) potvrzuje pořadí vhodnosti typů.

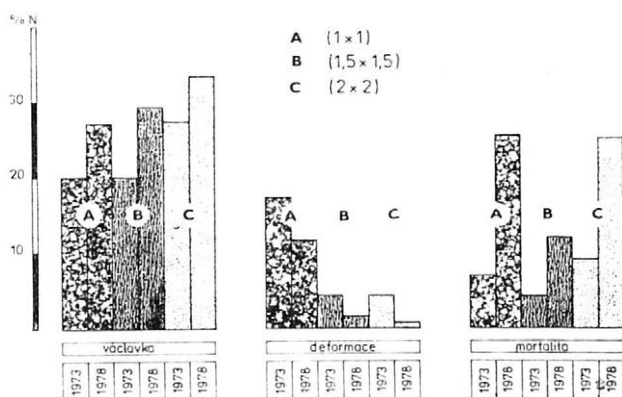
Potenciál stability v roce 1978 poznamenala kalamita roku 1974. Při extrémním překročení meze odolnosti porostu se ukázala jako rozhodující hustota porostu. Nejvíce byl destrukcí postižen málo stabilní typ A, poškozeny však byly i typy C a B, typ B vzhledem k nejnižší hustotě nejméně. Ukazatele stability jsou nyní prakticky nejlepší v nejproředěnějším typu A, který však ztrácí svůj produkční i mimoprodukční efekt. V porovnání typů C a B je stabilnější typ C s hodnotami $M_c = 203,1$ kNm, hustotou 476 stromů na ha a $\bar{\varphi} = 1,03$. Typ B má značně vyšší celkový moment 243,1 kNm, 492 stromů na ha a $\bar{\varphi} = 1,04$. Diferenciace stromových tříd (vzájemné krytí stromů) toto pořadí opět potvrzuje.

Zdravotní stav porostu

Zde sledujeme abiotická i biotická poškození porostu, která degradují jednotlivé funkce i integrovaný efekt porostu, avšak nepůsobí trvalé destrukční změny struktury a životaschopnosti porostu. Vzhledem k charakteru sanitárních defektů diferencujeme tři skupiny poškození, a to napadení václavkou, deformace kmenů včetně vrškových zlomů a úhyn stromů porostu. Stupeň poškození porostu posuzujeme počtem postižených stromů a procentuálně vzhledem k četnosti stromového inventáře.

Komparativní údaje stavu z let 1973 a 1978 jsou soustředěny v tabulce VI. Do roku 1973 byl václavkou nejvíce postižen typ C (27,4 %

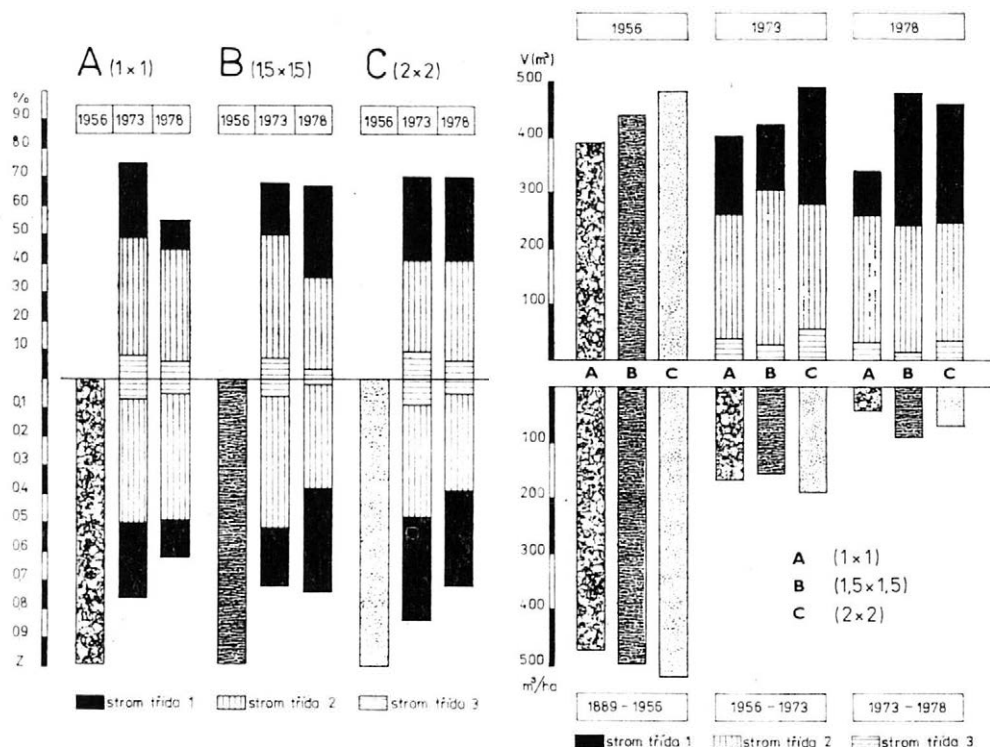
7. Zdravotní stav porostu v letech 1973 a 1978 podle typů struktury vyjádřený % postižených stromů z celkové četnosti stromů porostu. — Health conditions of forest stand in the years 1973 and 1978 in relation to the types of structure, expressed as the percent of injured trees out of the total tree frequency in forest stand



VI. Diference zdravotního stavu porostu podle typů struktury (stav v roce 1973 a 1978 na ha). — Differentiation of forest stand health condition in relation to the type of structure (situation in 1973 and 1978 per ha)

Typ struktury	Stromová třída	Václavka		Deformace		Hynoucí a uhynulé	
		počet stromů	% Σ počtu stromů	počet stromů	% Σ počtu stromů	počet stromů	% Σ počtu stromů
1973							
A	1	20	15,2	16	12,1	0	0,0
	2	80	20,8	64	16,7	16	4,0
	3	28	23,3	32	16,7	32	21,1
	Sa	128	20,1	112	17,6	48	7,0
B	1	16	16,7	0	0,0	0	0,0
	2	84	22,3	20	5,3	0	0,0
	3	12	13,6	4	4,5	24	21,4
	Sa	112	20,0	24	4,3	24	4,3
C	1	20	11,9	8	4,8	4	2,3
	2	100	30,5	4	1,2	12	3,5
	3	54	38,6	16	11,4	48	25,5
	Sa	174	27,4	28	4,4	64	9,1
1978							
A	1	12	20,0	0	0,0	20	25,0
	2	80	23,5	44	12,9	96	22,0
	3	36	50,0	12	16,7	48	40,0
	Sa	128	27,1	56	11,7	164	25,8
B	1	72	38,3	0	0,0	4	2,1
	2	64	23,8	4	1,5	48	15,2
	3	8	22,2	4	11,1	16	30,8
	Sa	144	29,3	8	1,6	68	12,1
C	1	56	35,9	0	0,0	8	4,9
	2	92	34,2	0	0,0	76	22,1
	3	12	23,1	4	7,7	76	59,4
	Sa	160	33,6	4	0,8	160	25,2

stromů], typy A a B měly napadeno 20 % stromů. Poškození se kumulovalo především ve 3. stromové třídě, a to v typu C 38,6 %, v typu A 23,3 % a v typu B 13,6 % stromů. První třída byla naopak nejméně atakována v typu C (11,9 %), typy A a B měly napadeno 15,2 % a 16,7 %



8. Zápoj (nahore) a zakmenění (dole) porostu v letech 1956—1978 podle typů struktury a stromových tříd. — Canopy (upper part) and stocking (lower part) in forest stand in the years 1956—1978 in relation to the types of structure and tree classes

9. Vývoj zásob (nahore) a běžného objemového přírůstu (dole) v letech 1889—1978 podle typů struktury a stromových tříd. — Development of stocking (upper part) and current volume increment (lower part) in the years 1889—1978 in relation to the types of structure and tree classes

stromů. Deformacemi stromů byl výrazně nejvíce postižen typ A (17,6 % stromů), typy B a C byly zasaženy málo (B 4,3 % a C 4,4 % stromů). Porostní úhyn byl nejnižší v typu B (4,3 % stromů) a nejvyšší v typu C (9,1 % stromů), který měl na rozdíl od hustších typů hynoucí stromy i v 1. stromové třídě (2,3 %). Stav šetření v roce 1978 byl opět ovlivněn kalamitou roku 1974. Nejhorší následky se projeví v typu A, který měl 25,8 % uhynulých stromů, 11,7 % s deformacemi a václavkou bylo napadeno 27,1 % stromů. Značně postižen byl i typ C (václavka 33,6 %, úhyn 25,2 %), deformace zbylých stromů byla však nižší (0,8 % stromů). Typ B vykazoval 29,3 % stromů napadených václavkou, 12,1 % hynoucích a 1,6 % deformovaných stromů.

Zápoj a zakmenění

Zápoj sleduje vzájemný dotyk a prostupování větví korun. Je důležitým měřítkem posouzení celkové hodnoty porostu. Zatímco produkční přístupy uplatňují souvislý nebo nepatrně přerušovaný zápoj, rekreační a vodohospodářské požadavky upřednostňují nižší hodnoty zápoje, charakteru pomístně trvale přerušovaného. Zápoj vyjadřujeme vztahem sumy

ploch horizontálních korunových projekcí S_{KH} k jednotce základní plochy. Modelově hodnotíme i podíl zápoje jednotlivých stromových tříd.

Zakmenění určuje stupeň využití plochy porostem, ovlivňuje jeho produkční a přírůstové schopnosti. Problematika vlivu zakmenění na efekt jednotlivých funkcí není dosud dořešena. Produkční hlediska uplatňují plné zakmenění, rekreační a vodohospodářské požadavky zakmenění nižší (0,7—0,8). Integrovaný funkční efekt zakmenění (rovněž i zápoje) je nutno hledat v optimalizaci jednotlivých funkčních požadavků. Hodnoty zakmenění z určujeme ze vztahu porostní zásoby skutečné V_s a tabulkové V_t , modelově zjišťujeme i podíly zakmenění stromových tříd.

Údaje zápoje a zakmenění jsou shrnuty v tabulce VII. V roce 1973 měl typ A zápoj 75 %, typ C 70 %, typ B 68 %. Rozložení ve stromových třídách bylo nejúčelnější v typu C (29 % — 32 % — 9 %), 'nejméně příznivé v typu B (18 % — 43 % — 7 %). V roce 1978 měl v důsledku kalamity nejnižší, ale destruovaný zápoj typ A (55 %), typ B dosahuje 67 %, typ C udržuje 70% zápoj. Z hlediska optimalizace funkčních požadavků byl nejúčelnější typ C, který měl i nejpříznivější rozložení zápoje ve stromových třídách (29 % — 35 % — 6 %).

Zakmenění bylo v roce 1956 u všech typů struktur téměř shodné (A a B 0,99, typ C 1,00). V roce 1973 kleslo u typů A a B na hodnoty 0,76 a 0,72, typ C dosáhl 0,84, s nejpříznivějším rozložením ve stromových třídách (0,36 — 0,39 — 0,09). V roce 1978 (s následky kalamity) kleslo zakmenění v typu A pod zákonem povolenou hranici (0,62), typy B a C byly téměř shodné (0,74 a 0,72). Vzhledem k vývoji porostu lze označit za nejúčelnější typ struktury C.

Kvalita porostu

Kvalita porostu je syntetické kritérium kumulující esteticko-rekreační, produkční a ekonomický efekt. Vitální a tvárný porost působí emociálně příznivě na člověka, na jeho smysl pro estetično a krásu. Zároveň však integruje i maximální využitelnost dendromasy, výrobu jakostních sortimentů a malé zpracovatelské ztráty. Jakostním hodnocením sledujeme nejen výslednou kvalitu produkce a esteticko-rekreačního efektu, ale i vliv biotechniky na její vývoj. Polyfunkčnost jakostního hodnocení vylučuje použití metod např. Tjulpanova (1975) nebo Supuky (1980) vzhledem k jejich jednostranně rekreačně estetickému zaměření. Používáme proto klasifikaci Vyskotovu (Vyskot M. 1949 in 1971), která hodnotí stromy podle tloušťkových a výškových parametrů a tvarových vlastností kmene a koruny. Vztahem $H_e = \frac{1}{4} (T^2 + V + P^3 + K)$ zjišťujeme velikost průměrného hodnotního čísla H_e a odvozujeme příslušnou hodnotní třídu (H_e I—V).

Jakostní hodnocení typů struktury je uvedeno v tabulce VIII. V roce 1973 byly všechny typy struktury zařazeny ve II. třídě kvality, lišily se pouze hodnotním číslem. Nejlepší byly typy B ($\bar{H}_e = 5,55$) a C (5,63), nejméně kvalitní byl typ A (6,61). Tomuto pořadí odpovídala i kvalita stromových tříd. V roce 1978 byly všechny typy ve II. třídě kvality, avšak jakost vyjádřená hodnotním číslem se zvyšovala. Nejnejkvalitnější byl typ C ($\bar{H}_e = 4,57$), následoval typ B (4,61) a posléze typ A (5,27). Hodnocení ve stromových třídách potvrdilo prioritu strukturálního typu C.

VII. Diferenciace zápoje a zakmenění porostu podle typů struktury. — Differentiation of forest stand canopy and stocking in relation to the types of structure

Stromová třída	A				B				C			
	1973		1978		1973		1978		1973		1978	
	S_{KH}	%	S_{KH}	%	S_{KH}	%	S_{KH}	%	S_{KH}	%	S_{KH}	%
1	2584,40	26	1042,00	10	1814,00	18	3319,92	32	2892,40	29	2865,76	29
2	4052,00	41	3850,92	39	4283,28	43	3152,68	32	3182,00	32	3483,36	35
3	824,60	8	577,28	6	672,60	7	261,72	3	908,88	9	584,12	6
Sa	7461,00	75	5470,20	55	6769,88	68	6734,32	67	6983,28	70	6933,24	70
Stromová třída	zakmenění z											
	1956	1973	1978	1956	1973	1978	1956	1973	1978	1956	1973	1978
1	—	0,26	0,13	—	0,20	0,38	—	0,36	0,33	—	0,36	0,33
2	—	0,43	0,44	—	0,46	0,36	—	0,39	0,34	—	0,39	0,34
3	—	0,07	0,05	—	0,06	0,02	—	0,09	0,05	—	0,09	0,05
Sa	0,99	0,76	0,62	0,99	0,72	0,74	1,00	0,84	0,72	1,00	0,84	0,72

S_{KH} — korunová projekce v m² na ha, % — zápoj.

Stromová třída	A				B				C			
	1973		1978		1973		1978		1973		1978	
	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$	$\bar{H}_t$
1	4,57	II	3,33	I	3,43	I	2,91	I	3,13	I	3,08	I
2	6,40	II	5,20	II	5,23	II	5,04	II	5,48	II	4,89	II
3	9,57	III	7,25	II	9,25	III	10,25	III	8,96	III	7,35	II
Sa	6,61	II	5,27	II	5,55	II	4,61	II	5,63	II	4,57	II

$\bar{H}_t$ — průměrné hodnotní číslo, $\bar{H}_t$ — průměrná hodnotní třída.

PRODUKČNÍ KRITÉRIA

Zásoba porostu

Pro hodnocení struktury je rozhodující zásoba dřeva po těžbě. Výše těžeb a jejich podíl z celkové hmotové produkce (CHP) je hodnocen samostatně. Vývoj a diferenciace zásob uvádíme v tabulce IX. V roce 1956 byla výrazně nejvyšší zásoba v typu C (484 m³ na ha), dále v typu B (441,10 m³ na ha) a nejnižší v typu A (391 m³ na ha). Rozdíl mezi typy C a A byl téměř 20 %, mezi C a B 9 %. V roce 1973 měl prioritu opět typ C (493,48 m³ na ha), při průměrné hmotnatosti 0,78 m³. Typ B dosahoval objemu 427 m³ na ha, typ A pouze 403 m³ na ha, s objemem průměrného kmene 0,63 m³. Rozložení zásob ve stromových třídách bylo nejprůzračnější v typu C (211,52 — 227,40 — 54,56 m³ na ha), především v 1. stromové třídě, která v typu B měla pouze 121,68 m³ na ha a v typu A 136,40 m³ na ha. Tyto typy kumulovaly zásobu dřeva ve 2. stromové třídě (typ B 65 %, typ A 58 %). Stav zásoby v roce 1978 byl ovlivněn kalamitou nejvíce v typu A, kde zásoba klesla na 341,48 m³ na ha při výrazně nejmenší hmotnatosti 0,72 m³. Produkční prioritu převzal typ B (481,84 m³ na ha), když zvýšil zásobu proti roku 1973 o 54,8 m³. Škody v typu C se projeví snížením zásoby dřeva o 7 %, přesto zůstal produkčně významný (rozdíl B a C činí pouze 5 %).

Přehled těžeb je soustředěn v tabulce X. Jejich objem do roku 1953 byl výrazně nejvyšší v typu A (81,40 m³ na ha, tj. 17,2 % CHP), nejnižší pak v typu C 36,80 m³ na ha a 7,1 % CHP. Typ B vyloučil 11,4 % CHP, tj. 56,80 m³ na ha. V období 1953—1973 se těžby vyrovnaly, nejnižší byla opět v typu C (21,4 % CHP), nejvyšší v typu B (26,6 % CHP). Redukce CHP v typu A činila 24,8 %. V roce 1973 byl proveden zdravotní zásah, který se pohyboval od 4,4 % CHP (typ C) do 2,1 % v typu B. V typu A bylo vytěženo 3,1 % CHP. Vliv kalamity lze sledovat v nahodilých těžbách roku 1978. V typu A bylo odstraněno 105,84 m³ dřeva, tj. 23,7 % CHP, v typu C 105,48 m³ na ha, tj. 18,8 % CHP, v typu B pouze 33,20 m³ na ha, tj. 6,4 % CHP.

Přírůst porostu

Běžný periodní přírůst (BPP) určuje nárůst objemu biomasy ve sledovaných obdobích. Stanovujeme jej porovnáním porostních zásob

IX. Vývoj zásob porostu (1889—1978) po těžbách a jejich diferenciaci podle typů struktury. — Development of forest growing stocks (1889—1978) after loggings and their differentiation in relation to the types of structure

Rok	A			B			C					
	objem — zásoba V v m ³											
	Ø stromu	na skut. ploše	na 1 ha	Ø stromu	na skut. ploše	na 1 ha	Ø stromu	na skut. ploše	na 1 ha			
1889	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
1956	0,40	97,76	391,00	0,51	110,28	441,10	0,49	121,01	484,00			
1973	0,63	100,90	403,60	0,76	106,75	427,00	0,78	123,37	493,48			
1978	0,72	85,37	341,48	0,98	120,46	481,84	0,96	113,77	455,08			
Stromová třída	1973		1978		1973		1978		1973		1978	
	objem — zásoba V v m ³											
	Ø stromu	na 1 ha	Ø stromu	na 1 ha	Ø stromu	na 1 ha	Ø stromu	na 1 ha	Ø stromu	na 1 ha	Ø stromu	na 1 ha
1	1,03	136,40	1,20	71,96	1,27	121,68	1,27	239,64	1,26	211,52	1,33	208,24
2	0,60	229,96	0,71	241,12	0,74	277,56	0,85	228,44	0,70	227,40	0,80	215,16
3	0,31	37,24	0,40	28,40	0,32	27,76	0,38	13,76	0,39	54,56	0,61	31,68
Sa	0,63	403,60	0,72	341,48	0,76	427,00	0,98	481,84	0,78	493,48	0,96	455,08

X. Přehled těžeb a vývoj přírůstů na ha podle typů struktury. — Review of loggings and development of growth increments per ha in relation to the types of structure

Období	A		B		C	
	ΣT v m ³	% CHP na konci období	ΣT v m ³	% CHP na konci období	ΣT v m ³	% CHP na konci období
do roku 1953	81,40	17,2	56,80	11,4	36,80	7,1
1953—1973	138,80	24,8	159,20	26,6	142,80	21,4
1973	17,60	3,1	11,68	2,1	29,48	4,4
1978	105,84	23,7	33,20	6,4	105,48	18,8
Období	BPP	PPP _r	BPP	PPP _r	BPP	PPP _r
	m ³ na ha					
1889—1956	472,40	7,05	497,90	7,43	520,80	7,77
1956—1973	168,90	9,94	156,80	9,22	181,70	10,68
1973—1978	43,72	8,74	88,04	17,61	67,08	13,42

CHP — celková hmotová produkce, ΣT — celková těžba, BPP — běžný přírůst periodický, PPP_r — roční průměrný přírůst.

na začátku a konci periody s připočtením celkové těžby. V návaznosti vyčíslujeme i průměrný roční přírůst (PPP_r). Přírůstové údaje jsou uvedeny v tabulce X. V období 1889—1956 je výrazně nejvyšší BPP v typu C (520,80 m³ na ha). Typ B dosahuje o 5 % méně (497,90 m³ na ha), typ A o 10 % méně (472,40 m³ na ha). PPP_r činí v typu C 7,77 m³ na ha za rok, v typu B 7,43 m³, v typu A 7,05 m³. V období 1956—1973 se přírůsty ve všech typech výrazně zvyšují. Průměrný roční přírůst je nejmarkantnější v typu C (10,68 m³ na ha). Typ A dosahuje 9,94 m³, typ B 9,22 m³. Běžný přírůst v typu C činil 181,70 m³ na ha, v typu A 168,90 m³ a v typu B 156,80 m³ na ha. Rozvolnění porostu v důsledku kalamity se projevilo v řidších typech intenzivním přírůstem (stav 1978). Typ B dosáhl enormního ročního přírůstu 17,61 m³ na ha, typ C 13,42 m³ na ha. Typ A produkčně značně destruovaný měl pouze 8,74 m³ na ha. Běžný přírůst za pentádu 1973—1978 činil v typu B 88,04 m³ na ha, v typu C 67,08 m³, v typu A 43,72 m³ na ha.

Nejvyšší přírůsty, nejnižší těžby a nejpříznivější zásoby ve vývoji porostu se kumulují v typu struktury C. Výrazný produkční efekt podstatně nesnižují ani následky kalamity, i když poslední měření vyznělo ve prospěch typu B.

REKREAČNÍ KRITÉRIA

Průchodnost porostu

Je významným ukazatelem rekreační využitelnosti porostu. Determinuje mobilitu pasantů v porostním prostředí, zvyšuje variabilitu rekre-

XI. Diferenciace $\bar{\sigma}$ vertikálních podkorunových a mezikorunových disponibilních ploch porostu podle typů struktury. — Differentiation of the average vertical areas in forest stand available under and between tree-crowns, in relation to the types of structure

Stromová třída	A				B				C			
	Ø vertikální podkorunová disponibilní plocha $\overline{S}_{PKV}$ v m ²											
	1973		1978		1973		1978		1973		1978	
1	138,68		236,25		180,51		146,53		154,86		173,02	
2	83,54		93,22		93,50		111,20		108,41		122,81	
3	142,98		188,64		176,96		271,72		157,76		230,24	
Sa	64,12		79,12		75,34		84,79		77,57		92,52	
Stromová třída	$\overline{s}_{MK}$		λ		$\overline{s}_{MK}$		λ		$\overline{s}_{MK}$		λ	
	1973	1978	1973	1978	1973	1978	1973	1978	1973	1978	1973	1978
1	6,25	10,63	0,53	0,87	7,80	5,02	0,62	0,43	5,43	5,66	0,56	0,52
2	3,31	3,59	0,34	0,37	3,31	4,21	0,33	0,40	3,82	4,16	0,49	0,46
3	7,67	10,24	1,08	1,48	9,15	15,06	1,17	2,35	7,04	12,09	1,20	0,91
Sa	2,10	2,76	0,22	0,29	2,25	2,49	0,22	0,24	2,19	2,55	0,29	0,25

$\bar{s}_{MK}$ — střední příčka vertikální mezikorunové plochy v m, $\lambda = \frac{\bar{s}_{MK}}{\text{délka koruny}}$

ačních činností. Působí i psychoemocionálně ovlivňováním pocitů stísněnosti a uzavřenosti prostoru. Upravuje porostní mikroklima, především účinky vzdušného proudění a mikroklimatické turbulence. Průchodnost hodnotíme za nepřítomnosti podrostu a keřového patra prostřednictvím rozestupů stromů $\bar{R}_e$ (tabulka IV) a velikosti podkorunového prostoru vyjádřeného průměrnou vertikální plochou $\bar{S}_{PKV}$ (tabulka XI). Při distanční vyrovnanosti strukturálních typů měl nejúčelnější disponibilní podkorunovou plochu typ C, a to jak v roce 1973, tak i v roce 1978. Průměrná plocha činila v roce 1973 77,57 m², v typu B 75,34 m², v typu A 64,12 m². V roce 1978 se v typu C plocha zvýšila na 92,52 m², v typu B na 84,79 m² a v typu A na 79,12 m².

Průhlednost porostu

Výrazně ovlivňuje psychoemocionální účinky porostního prostředí. Umocňuje vnímání prostorové struktury, estetiky stromů, jejich vzrůstu a tvaru, spektra barev, světla a stínu. Efekt průhlednosti závisí především na parametrech korunové etáže. Prostorový vjem porostního prostředí roste se zvětšujícími se mezikorunovými prostory. Jejich parametry vyjadřujeme prostřednictvím vertikálního průmětu, tj. vertikální průměrnou mezikorunovou plochou modelově postavených průměrných stromů porostu. Vyčíslení její absolutní velikosti není účelné vzhledem k tvarovým rozdílům na základě dvou proměnných (délka a šířka korun). Rozhodující při ev. stejné velikosti plochy jsou parametry šířky. Plochu proto vymezujeme výškou nasazení korun $\bar{H}_z$ (tabulka III), střední mezikorunovou příčkou $\bar{s}_{MK}$ a tvarovým koeficientem $\lambda = \bar{s}_{MK} \cdot H_{K-1}$, tedy poměrem střední příčky a délky koruny (tabulka XI).

V roce 1973 měl nejpříznivější mezikorunovou plochu typ C s parametry $\bar{H}_z = 19,54$ m, $\bar{s}_{MK} = 2,19$ m a $\lambda = 0,29$. Následoval typ B, nejméně příznivý byl typ A. V roce 1978 byl opět typ C nejúčelnější, s výškou nasazení koruny 20,0 m, šířkou mezikorunové plochy v $\bar{s}_{MK}$ 2,55 m a $\lambda = 0,25$. Typ B byl horší především v nasazení korun. Typ A měl sice plošné parametry dobré, byly však výsledkem značného kalamitního postižení.

Disponibilní porostní prostor

Vyjadřuje průměrný disponibilní mezistromový prostor porostu. Syntetizuje hlediska průchodnosti a průhlednosti, indikuje prosvětlení porostu a oživení půdního povrchu v souvislosti s rekreačním využitím. Hodnotíme jej prostřednictvím plošného vertikálního průmětu $\bar{S}_{MSV}$, modelového postavení průměrných stromů porostu. Plocha je vymezena parametry průměrných stromů, tj. rozestupovou vzdáleností, výškou nasazení koruny, délkou a šířkou koruny. Vypočtené údaje jsou shrnuty v tabulce XII.

V roce 1973 byl průměrný plošný mezistromový potenciál největší v typu B (98,27 m²), velmi málo se lišil typ C (94,73 m²), který měl navíc oproti typu B lépe diferencovány mezistromové plochy tříd. Nejmenší mezistromová plocha byla v typu A. V roce 1978 byla největší průměrná mezistromová plocha v typu C (115,20 m²), typ B dosáhl 111,18 m², typ A po kalamitní redukci stromů pouze 105,34 m². Diferenciace průměrných ploch stromových tříd byla rovněž nejúčelnější v typu C.

XII. Diferenciace $\varnothing$ vertikální mezistromové disponibilní plochy podle typů struktury. — Differentiation of the average vertical area available between the trees in relation to the types of structure

Stro- mová třída	A		B		C	
	Ø vertikální mezistromová disponibilní plocha $\overline{S}_{MSV}$ v m ²					
	1973	1978	1973	1978	1973	1978
1	212,06	365,94	278,48	204,76	208,18	231,88
2	115,65	150,47	126,86	154,98	137,94	157,75
3	197,44	268,10	248,33	368,10	199,08	323,33
Sa	84,39	105,34	98,27	111,18	94,73	115,20

Radiační efekt porostu

Radiace v porostním prostoru (světelná i tepelná) tvoří významnou součást kvality rekreačního prostředí. Množství světla v porostu ovlivňuje emociální i estetický účinek struktury, světelné efekty porostu, stupeň oživení lesní půdy, vitalitu spodního stromového i bylinného patra. S režimem solárního záření se mění i teplotní poměry porostního mikroklimatu, působící na bilanci vzdušné vlhkosti i proudění vzduchu. Komplex modulovaných klimatických podmínek vyjadřovaný např. ekvivalentní teplotou (Robitsch 1939 in Ambros 1980) určuje stupeň teplotní pohody člověka v porostním prostředí a je proto vysoce významnou složkou zdravotně hygienické a rekreační atraktivnosti porostu. V homogenních podmínkách (stanoviště, reliéf terénu, sklon, expozice) je průběh slunečního záření konstantní. Radiační bilance porostu je tedy ovlivňována kvantitativními a kvalitativními prvky struktury. Největší množství záření v porostu lze absorbovat vodorovnou plochou. Proto redukuje problematiku radiace na světelnost porostu vyjádřenou tzv. horním světlem, to znamená průnikem slunečních paprsků mezerami v korunách. Stimulací horního světla očekáváme i vyšší efektivitu světla „bočního, spodního a zadního“ (Jurča in Vyskoč a kol. 1971). Množství světla nehodnotíme obvyklým měřením světelnosti, ale podmínkami průniku slunečních paprsků do porostu. Základní podmínkou je absolutní velikost horizontálních mezikorunových ploch (S_{MKH}), dalším podmiňujícím faktorem pak délka koruny (H_K). Za daného úhlu postavení slunce (roční minimální úhel 16°, maximální 63°) při konstantní mezikorunové ploše klesá s rostoucí délkou koruny přímý dopad paprsků do porostu a zkracuje se osluněná část korun. Parametry hodnocení radiace jsou shrnuty v tabulkách III a XV. V roce 1973 byl nejlepší stav v typu struktury C s mezikorunovou plochou 3016,72 m² na ha a délkou koruny 7,87 m. Typ B měl plochu nepodstatně větší ($S_{MKH} = 3230,12$ m²), avšak s nejméně účelnou délkou koruny ($\bar{H}_K = 10,19$ m). V typu A byla S_{MKH} výrazně nejmenší (2539 m² na ha), příznivá nebyla ani $\bar{H}_K$ (9,65 m). Stejný trend lze vidět v diferencovaných stromových třídách. V roce 1978 důsledky kalamity kumulovaly nejlepší podmínky radiace v typu A ($S_{MKH} = 4529,8$ m² na ha, $H_K = 9,5$ m). Rozdíly mezi typy B a C v mezikorunové ploše byly mini-

mální (B má 3265,68 m², C 3066,76 m²), typ C měl však příznivější délku koruny (C = 9,0 m, B = 10,6 m) a diferencované podmínky ve stromových třídách.

Prostorová diverzita porostu

Typickým znakem monokulturních porostů, schematicky zakládáných, je monotónní a jednotvárná, šablonovitá stavba. Vyznačuje se výškovou homogenitou stromů, jednovrstevností korun a velmi úzkou výškovou amplitudou korunového patra. Rozrušení této jednotvárnosti a monotónnosti ve prospěch prostorové variability stromů výrazně ovlivňuje emocionální a estetický vjem porostu. Prostorová diverzita má rovněž značný význam v průhlednosti porostu a přístupu světla. Ukazatelem vertikální pestrosti je diferencované postavení stromů, které modelově vyjadřujeme jejich procentuálním podílem zastoupení v jednotlivých stromových třídách na jednotce plochy. Zároveň hodnotíme i amplitudu vertikální stratifikace korun porostu. Výsledky jsou předloženy v tabulkách II a III. V roce 1973 měl nejvhodnější prostorovou pestrost typ C s poměrem stromových tříd 24 : 52 : 22. Typ A stratifikoval stromy v poměru tříd 21 : 60 : 19, typ B v nejméně vhodném poměru 17 : 67 : 16. Největší amplitudu korun měl typ B (13,65 m), typ C 11,21 m a typ A 12,02 m. V roce 1978 byl prostorově nejvariabilnější typ B s poměrem tříd 38 : 55 : 7, typ C byl však rovněž příznivý (33 : 56 : 11). Typ A s kalamitně značně redukovanou 1. třídou měl diverzitu nejhorší (13 : 72 : 15). Rozsah korunového patra byl shodný v typech C a B (15,4 m), typ A měl 13,3 m.

VODOHOSPODÁŘSKÁ KRITÉRIA

Při napjaté vodní bilanci porostu se zaměřujeme na kvantitativní vodohospodářský účinek, tzn. na maximální výtěž disponibilní vody. Vzhledem k parametrům srážek a charakteru porostní půdy s příznivou humifikací (Š a r m a n 1984) není nutno se obávat podstatných kvalitativních změn ve vodoochranné funkci porostu. Stimulace kvantitativního účinku záleží v opatřeních snižujících neužitečné ztráty srážkové vody. Ve vodní bilanci porostu je ztrátovou položkou celkový výpar — evapotranspirace. Pro hodnocení jejích složek jsme vypracovali zjednodušená hypotetická kritéria modelově posuzující modifikované typy struktur z hlediska velikosti a efektivity transpirace, velikosti ztrát vody intercepce a dispozicemi pro přímý přístup dešťových a sněhových srážek k půdnímu povrchu. Společným základem těchto kritérií je poznatek (např. K r e č m e r 1973, K ř e č e k 1984 aj.), že snížení biomasy porostu má za následek zmenšení výparných ztrát a zvýšení odtokové výšky. Změny evaporace půdního povrchu přitom hodnotíme jako nevýznamné.

Velikost a efektivita transpirace porostu

Transpirace je nejvýznamnější výparnou složkou vodní bilance porostu. Z hydrologického hlediska jde o jednoznačnou ztrátu vody. Pro tvorbu biomasy je však fyziologický výpar nezbytný. Proto posuzujeme tzv. efektivitu transpirace, tzn. množství transpirující biomasy ovlivňující tvorbu dřeva (efektivní transpirace) a dále lesnický neekono-

XIII. Diferenciace objemů korun porostu a poměrové číslo (stav v roce 1973 a 1978).
 — Differentiation of tree-crown volumes and relative number (situation in 1973 and 1978)

Stromová třída	A		$\bar{P}_\ell$	B		$\bar{P}_\ell$	C		$\bar{P}_\ell$
	objem koruny V_K v m ³			objem koruny V_K v m ³			objem koruny V_K v m ³		
	Ø stromu	na 1 ha		Ø stromu	na 1 ha		Ø stromu	na 1 ha	
1973									
1	70,89	9 357,11	68,60	74,86	7 186,21	59,06	51,45	8 643,28	40,86
2	30,06	11 540,98	50,19	34,32	12 905,97	46,50	21,22	6 958,52	30,60
3	13,21	1 585,25	42,57	16,70	1 469,26	52,93	9,80	1 372,24	25,15
Sa	35,35	22 483,34	55,71	38,50	21 561,44	50,50	26,69	16 974,04	34,40
1978									
1	64,82	3 889,23	54,05	61,23	11 510,84	48,03	59,13	9 224,84	44,30
2	32,43	11 026,69	45,73	38,00	10 182,94	44,58	32,48	8 704,98	40,46
3	15,76	1 134,91	39,96	16,03	577,21	41,95	24,26	1 261,36	39,82
Sa	34,01	16 050,83	47,00	45,27	22 270,99	46,22	40,32	19 191,18	42,17

Poměrové číslo $P_t = \frac{\text{objem koruny}}{\text{objem kmene}}$.

mické množství biomasy, transpirující bez vlivu na dřevní přírůst. Podmínky zjednodušené hypotézy uvažují v homogenních podmínkách přímou funkční závislost mezi velikostí asimilačního aparátu (koruny stromu) a transpirací. Ke komparaci jsme proto použili objemové údaje korun porostu (V_K) v jednotlivých typech struktury s tím, že při nejmenším objemu očekáváme i nejmenší fyziologický výpar. Jeho efektivnost pak posuzujeme tzv. poměrovým číslem

$$\bar{P}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{K_i} \cdot V_i^{-1},$$

které udává objemový vztah mezi korunou a kmenem. Zjišťujeme tak, která struktura produkuje objemovou jednotku dřeva nejmenším objemem koruny.

Výsledné údaje jsou soustředěny v tabulce XIII. V roce 1973 byl objem korun výrazně nejmenší v typu C, a to jak průměrného stromu porostu (26,69 m³), tak i v jednotlivých stromových třídách. Hektarový objem korun činil 16 974 m³. Typy B a A byly poměrně vyrovnané ($\bar{V}_K = 38,50$ a $35,35$ m³, V_K hektarový 21 561 a 22 483 m³), rozdíl činil pouhých 5 %. Poměrové číslo bylo jednoznačně nejpříznivější v typu C (34,40), typ B potřeboval na 1 m³ dřeva 50,50 m³ koruny, typ A dokonce 55,71 m³. Rozdíl v transpirujícím objemu biomasy mezi typy C a A byl téměř 40 % ve prospěch typu C. Stav v roce 1978 byl dříve

Stromová třída	A		B		C	
	korunový plášť S_{PIK} m ² na ha					
	1973	1978	1973	1978	1973	1978
1	12 079,32	5 268,00	9 281,28	15 560,76	12 050,64	12 185,16
2	21 277,44	19 006,00	22 308,08	16 787,52	13 779,28	13 986,92
3	4 005,60	2 443,68	3 305,28	1 232,28	3 707,20	2 229,24
Sa	37 362,36	26 717,68	34 894,64	33 580,56	29 537,12	28 401,32

vedenou kalamitou markantně ovlivněn v typu A. Nejvíce byly postiženy stromy vyšších stromových tříd, což se výrazně projevilo nižšími hodnotami objemu koruny průměrného stromu i porostu (34,01 a 16 050 m³). Srovnání typů B a C vyznělo příznivě pro typ C, který měl $\bar{V}_K = 40,32$ m³ a V_K hektarový = 19 191 m³. Typ B měl objem průměrné koruny větší o 11 %, objem korun porostu o 14 %. Poměrové číslo bylo opět nejúčelnější v typu C, který na objemovou jednotku dřeva vytvářel 42,17 jednotek koruny. Nejméně efektivní je typ A ($\bar{P}_c = 47,00$), kde snížení biomasy korun vzhledem k produkčnímu deficitu již ztrácelo funkční význam. Typ B měl poměrové číslo o 10 % větší než typ C.

Snižování intercepčních ztrát porostu

Ve smrkových porostech nižších poloh bez pozitivního působení horizontálních srážek jsou ztráty intercepce vysoké a během roku značně vyrovnané. Pro naše poměry se uvádí plná ztráta vody intercepce v zapojených smrkách při každé kapalně srážce do 4 mm. Tato ztráta od počátku deště roste až do okamžiku plného nasycení korun, které nastává při srážce o síle 4–9 mm a větší (Krečmer 1973). Při převaze málo vydatných dešťových srážek sledované oblasti (četnost srážkových úhrnů 0,1–0,9 mm je 28 %, 1–9,9 mm 61 %, 10 mm a více 11 %) je vliv intercepce na množství odtokové vody evidentní. Parametry intercepce závisí především na velikosti zádržné plochy pro vertikální srážky. Ta se ve většině kumuluje v korunovém prostoru a roste s jeho absolutní velikostí. Množství intercepčních ztrát proto hodnotíme srovnáním velikostí korunového pláště porostu (S_{PIK}) v jednotlivých strukturách jako poměrné hodnoty absolutní zádržné plochy korun.

Výsledky uvádíme v tabulce XIV. V roce 1973 byla plocha korunového pláště porostu nejmenší v typu C (29 537 m²), v typu B byla větší o 18 % a v typu A o 27 %. Diferenciace ve stromových třídách byla nejúčelnější rovněž v typu C. Rovnoměrným rozložením se zmenšuje kompaktní vrstva korun zejména 2. stromové třídy (typ C 13 779 m², typ B 22 308 m², typ A 21 277 m²), která tvoří převahu zádržných ploch v korunovém prostoru. V roce 1978 se nejmenší hodnoty korunového pláště porostu přesouvaly do typu A (26 718 m²), v důsledku kalamitní redukce největších stromů. Srovnání zbylých typů vyznělo jedno-

XV. Determinace horizontálních mezikorunových ploch porostu podle typů struktury. — Determination of horizontal areas between tree-crowns in forest stand in relation to the types of structure

Stromová třída	A				B				C			
	S_{MKH}		% Σ porostní plochy		S_{MKH}		% Σ porostní plochy		S_{MKH}		% Σ porostní plochy	
	1973	1978	1973	1978	1973	1978	1973	1978	1973	1978	1973	1978
1	7 415,60	8 958,00	74	90	8186,00	6680,08	82	67	7107,60	7134,24	71	71
2	5 948,00	6 149,08	59	61	5716,72	6847,32	57	68	6818,00	6516,64	68	65
3	9 175,40	9 422,72	92	94	9327,40	9738,28	93	97	9091,12	9415,88	91	94
Sa	2 539,00	4 529,80	25	45	3230,12	3265,68	32	33	3016,72	3066,76	30	30

S_{MKH} — horizontální mezikorunová plocha v m² na ha.

značně pro typ C. Ten dosahoval hodnoty 28 401 m², zatímco typ B 33 581 m², tj. o 18 % větší. Rozložení ploch ve stromových třídách se v typech C a B vyrovnávalo, nevhodné bylo v typu A.

Přímý přístup srážek k půdnímu povrchu

Významný podíl odtokové výšky je tvořen přímým dopadem dešťových a sněhových srážek na porostní půdu. Porostní srážky inhibuje vysoká hladina plného nasycení korun a minimální stok po kmeni, vzhledem k tvaru koruny a drsnosti kůry smrku. Důležitým činitelem přísunu vody k půdě jsou tedy mezikorunové plochy v porostním zápoji. Hodnotíme je komparativně jednak v absolutních hodnotách a dále procentuálně vzhledem k ploše porostu. Údaje jsou sumarizovány v tabulce XV. Největší mezikorunové plochy (S_{MKH}) porostu byly v roce 1973 v typu struktury B (3230 m² na ha, tj. 32 % plochy). Typ C se lišil minimálně (3017 m² na ha, tj. 30 % plochy). Typ A vytvořil pouze 2539 m² mezikorunových mezer, tedy čtvrtinu hektarové plochy. Kalamitní následky se v roce 1978 projeví i v mimořádném zvětšení mezikorunových ploch v typu A, a to na 4530 m², tzn. o více než 78 % proti stavu roku 1973. Tvořily 45 % hektarové porostní plochy. Racionální typy B a C dosáhly minimálně rozdílných hodnot (typ B 3266 m², typ C 3067 m²), tedy 33 % a 30 % hektarové plochy. Typ C měl kvalitativně příznivější rozložení ploch ve stromových třídách.

ZÁVĚRY

Rozhodující pro posouzení integrovaného efektu komparovaných struktur je stav do roku 1974 (měření 1973), tvárněný přirozeným vývojem porostu, bez extrémních vlivů. Měření v roce 1978 postihující změny způsobené kalamitou hodnotí reakci struktur, schopnosti regenerace porostu a účinnosti jeho funkcí. V kategorii funkčně společných kritérií je do roku 1973 (s výjimkou zdravotního stavu) prioritní strukturální typ C s genezí ve sponu 2 × 2 m. Má nejlepší dispoziční stabilitu, nejúčelnější zápoj, zakmenění i jakost stromů. Typy B (sponu 1,5 × 1,5 m) a A (1 × 1 m) dosahují střídavě méně žádoucích hodnot. Po kalamitě nejhůře regeneroval typ A. Typ C zůstal nejvhodnější, i když se značnou kvalitativní ztrátou oproti roku 1973.

Hodnocení produkčních kritérií (rok 1973) vyznívá jednoznačně ve prospěch typu C. Je nejlepší v objemu zásoby dřeva, přírůstu i celkové hmotové produkci. Po kalamitě sice přepouští prioritu typu B, avšak zůstává produkčně velmi významný. Trvale nízká produkce v typu A vlivem kalamity ještě více stagnuje.

Rekreační parametry jsou před kalamitou i po ní ve všech aspektech výrazně nejlepší opět ve strukturálním typu C. Typ B je méně vhodný. Typ A rekreační požadavky v integrovaném pojetí nesplňuje.

Vodohospodářská hlediska jednoznačně preferují strukturální typ C s nejúčelnějšími parametry vzhledem k zisku disponibilní vody. Nejmenší objemy a plochy korun i příznivé mezikorunové prostory snižují evapotranspirační ztráty ve prospěch odtokové výšky. V typech B a A jsou ztráty výparem podstatně vyšší.

Souhrnně lze konstatovat, že v nižších polohách a sušších oblastech s napjatou vodní bilancí nejlépe integruje produkční, rekreačně este-

tickou a vodohospodářskou funkci smrkového porostu typ struktury založený sponem 2 × 2 m, který rovněž splňuje požadavky racionalizace a ekonomiky pěstební činnosti v lesním hospodářství.

Došlo dne 10. 4. 1984

Literatura

- AMBROS, Z.: Vodná bilancia lesných porastov ČSSR. ZSV, Banská Bystrica, 1975, 86 s.
- AMBROS, Z.: Funkčné a ekologické hodnotenie lesných ekosystémov. ZSV, Banská Bystrica, 1980, 135 s.
- BĚLE, J.: Význam evapotranspirace pro pěstování smrkových porostů v různých vegetačních stupních. Les. práce, 1975, č. 7, s. 312-320
- KREČMER, V.: Vazby lesa a vody v našem lesním hospodářství. Zprávy les. výzkumu, sv. XIX, 1973, č. 4, s. 2-16
- KŘEČEK, J.: Hydrologie lesa pramenných oblastí. In: Sborník z XI. konference o biosféře, Praha, 1984, s. 71-83
- QUITT, E.: Klimatické oblasti Československa. Studia geographica, 1971, č. 16, 73 s.
- SEREDA, O.: Vliv změn mechanických charakteristik dřeva nadzemní a podzemní části stromu na stabilitu porostu. Lesnictví, 29, 1983, č. 2, s. 111-128
- SUPUKA, J.: Klasifikácia stromov v poraste z hľadiska tvorby rekreačných lesov. Lesnictví, 26, 1980, č. 7, s. 621-632
- ŠARMAN, J.: Pedologická analýza série sponových ploch na LZ Rájec n. Svit. Ne-publikováno
- TJULPANOV, N. M.: Lesoparkovoje chozjajstvo. Leningrad, Strojizdat, 1975, 159 s.
- VINCENT, B.: Zpráva o pokusné ploše, sledující vliv různého sponu, založené bývalým výzkumným lesnickým ústavem v Mariabrunnu v polesí Lipůvka u Brna. Lesnictví, 3, 1957, č. 12, s. 849-866
- VYSKOT, I.: Rekreační efekt různých struktur smrkové monokultury. Lesnictví, 27, 1981, č. 5, s. 439-460
- VYSKOT, I.: Racionální spon — předpoklad integrace funkcí smrkové populace. Lesnictví, 30, 1984, č. 6, s. 491-508
- VYSKOT, M. a kol.: Základy růstu a produkce lesů. SZN 1971, 440 s.
- VYSKOT, M.: Tree Spacing and Development of Norway Spruce Stand. Lesnictví, 20, 1974, č. 19, s. 837-856
- VYSKOT, M.: Efekt různé hustoty smrkových porostů. Lesnictví, 23, 1977, č. 8, s. 609-632

ВЫСКОТ, И. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Влияние схемы посадки на функциональную интеграцию структуры ельников низких местоположений. Lesnictví, 31, 1985 (3): 211-238.

Работа решает проблематику интеграции функций однородных и одновозрастных хозяйственных ельников. При постоянстве экотопа многофункциональность лесонасаждения обусловлена его пространственной структурой, которая предопределяется способом основания лесонасаждения и биотехникой его выращивания и ухода за ним. На примере мариабруннской опытной площади №151 Липувка мы изучаем влияние модифицированной схемы посадки ели в низко расположенной более засушливой области на интеграцию производственных, эстетическо-рекреационных и водохозяйственных функций. Опытная площадь в насаждении 153 С 5, лесничество Долины Льгота, лесхоз Раец над Свитавой, основанная в 1889 году с тремя различными схемами посадки 1 × 1 м, 1,5 × 1,5 м и 2 × 2 м, оценивается на основе качественных критериев, исходящих из ее частотной, высотной (длина), широтной (диаметр) и дистанционной дифференциации. Общими функциональными критериями являются устойчивость, состояние здоровья, сомкнутость крон, полнота насаждения и качество насаждения. Продукция оценивается по запасу и приросту древесины. Рекреационный эффект оценивается проходимость, просвечиваемостью, располагаемым простором, доступом света и разнообразием насаждения. Водохозяйственные критерии гипотетически анализируют размер и эффект транспирации, интерцепционные потери воды и доступность осадков к почве. Самого лучшего функционально интегрированного действия однозначно достигает структурный тип С с генезисом при схеме 2 × 2 м, которая лучше всего удовлетворяет требования рационализации и экономики лесоводческой деятельности.

лесоводство; ель; общественная функция лесов

VYSKOT, I. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *The Influence of Spacing on the Functional Integration of the Structure of Norway Spruce Stands at Low Altitudes*. Lesnictví, 31, 1985 (3) : 211-238.

The problems of integration of the functions of homogeneous and coeval commercial spruce stands are treated. With a stable ecotope, the multivariate function of forest stand is derived from its spatial structure. The structure is given by the layout of forest stand and by biotechnical cultural treatments. The influence of modified spacings of spruce stand located at lower altitude and in dry region on the integration of productive, esthetic-recreational and water-management functions is studied on an example of Mariabrunn spacing area no. 151 Lipůvka. Research area in forest stand 153 C 5, Dolní Lhota forest district, Rájec on Svitava forest farm, laid out in 1889 with plants at spacings of 1×1 , 1.5×1.5 and 2×2 m, is analyzed for quantitative criteria, describing frequency, height (length), width (diameter) and distance differentiation. Joint functional criteria are the stability, health condition, canopy, stocking and quality of forest stand. Production is evaluated with relation to growing stock and tree increments. Recreational effect is given by easy passage through, good view through, available space, light penetration and stand diversity. Evapotranspiration rate and effect, water losses through interception and rainfall penetration into soil are analyzed hypothetically by water-management criteria. The best effect of functional integration is explicitly observed in the structural type C of forest stand laid out at 2×2 m spacing; this type also meets the requirements of the rationalization and economy of forest cultural treatments.

silviculture; Norway spruce; national functions of forests

VYSKOT, I. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Einfluß des Pflanzverbandes auf die Funktionsintegration der Struktur von Fichtenwäldern niederer Lagen*. Lesnictví, 31, 1985 (3) : 211-238.

Die Arbeit löst die Problematik der Integration von Funktionen gleichaltriger wirtschaftlicher Fichtenreinbestände. Bei gleichem Ökotyp stellt die Polyfunktionalität des Bestandes eine Angelegenheit seiner räumlichen Struktur dar. Die letztere wird durch die Art der Bestandesbegründung und durch die Biotechnik seiner Erziehung geformt. Am Beispiel der Mariabrunner Verbandversuchsfläche Nr. 151 Lipůvka wird der Einfluß des modifizierten Pflanzverbandes eines Fichtenbestandes in niederer und trockenerer Lage auf die Integration der Produktionsfunktion, der ästhetischen und der Erholungsfunktion und der wasserwirtschaftlichen Funktion verfolgt. Die Versuchsfläche im Bestand 153 C 5 im Revier Dolní Lhota, Forstbetrieb Rájec nad Svitavou, die im Jahre 1889 mit drei unterschiedlichen Pflanzverbänden angelegt wurde (1×1 , 1.5×1.5 , 2×2 m) wird aufgrund quantitativer Kriterien analysiert, die von ihrer Differenzierung hinsichtlich der Anzahl, Höhen (Längen), Breiten (Dicken) und Distanzen ausgehen. Gemeinsame Funktionskriterien sind Stabilität, Gesundheitszustand, Kronenschluß, Bestockungsgrad und Qualität des Bestandes. Der Erholungseffekt wird aufgrund der Gängigkeit, Durchsichtigkeit, des verfügbaren Raumes, des Lichtzutritts und der Diversität des Bestandes eingeschätzt. Die wasserwirtschaftlichen Kriterien analysieren hypothetisch die Größe und den Effekt der Transpiration, die Interzeptionsverluste des Wassers und den Zutritt des Wassers zum Boden. Den besten funktional integrierten Effekt erreicht eindeutig der Strukturtyp C, begründet im 2×2 m — Verband, der auch den Anforderungen der Rationalisation und der Ökonomie der waldbaulichen Tätigkeit entspricht.

Waldbau; Fichte; soziale Funktionen der Wälder

Adresa autora:

Ing. Ilja Vyskot, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Zemědělská 3, 613 00 Brno

L. Filipický

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Metoda výpočtu vyrovnaných těžeb*. Lesnictví, 31, 1985 (3): 239–250.

Popsaná metoda umožňuje řešení i pro značně nevhodná zadání, přičemž celkové těžby bývají velmi dobře vyrovnané. Nedává řešení zcela exaktní, spíše umožňuje získat jedno z upotřebitelných řešení. Výsledek odpovídá možnostem, daným vlastnostmi vstupního souboru informací, tj. do jaké míry soubor umožňuje vytvoření vhodných kombinací porostů. Velikost souboru není nijak omezena, naopak pro obsáhlejší a dostatečně pestré soubory lze očekávat i lepší výsledky. Metoda je v podstatě nezávislá na použitých charakteristikách (klíčov) třídění. Při programovém použití metoda poskytuje řadu výhod. Protože soubor je zpracováván vždy po částech a konvergence iterací je většinou dosti rychlá, je činnost programu značně efektivní. Vždy se pracuje jen s nepříliš velkými skupinami údajů, které lze navíc v různých etapách výpočtu umísťovat ve stejné matici, takže potřeba operační paměti je minimální. Vhodným použitím principu nerovnoměrného vyrovnání lze uskutečnit takový výběr porostů, aby výše těžeb odpovídala specifikovaným požadavkům zadavatele úlohy. To je zvláště cenné při změnách nebo úpravách plánu. Jistou nevýhodou je skutečnost, že není brán ohled na dislokaci porostů a že navržené těžby nejsou územně koncentrovány. Za popsanych předpokladů je metoda použitelná jen pro menší celky, např. polesí. Pro celky větší, tj. LHC a závod, musí být koncentrovanost zahrnuta jako jeden z aspektů vyrovnání. I když lze využít stejného principu vytvářením skupin porostů s konstantními charakteristikami, je nutno provádět přidělování porostů s ohledem na jejich polohu. Cílem tohoto článku je teoreticky popsat princip a postup výpočtu za předpokladu, že jsou jednoznačně specifikovány charakteristiky vyrovnání.

těžba lesní; ekonomika lesnická; výběr porostů

Lesní hospodářský plán (LHP) stanovuje pro 10leté období mimo jiné druh a výši těžeb v porostech. Při rozpisu plánu do krátkodobějších období (ročních, dvouletých, pětiletých) je zásadní a problematickou otázkou, které porosty a jakým způsobem zařadit pro dílčí plánovací období tak, aby těžba v každém z nich byla vyrovnaná.

Vyrovnaností těžeb nemůžeme rozumět pouze zjednodušený požadavek, aby celková výše těžby v každém tomto období byla zhruba stejná, ale je nutno zohlednit i další hlediska, např. druhy dřevin, druhy těžeb, sortimenty atd. Jde o problém poměrně složitý a s mnoha vzájemnými souvislostmi, který však musí být pro každé polesí, LHC i závod prakticky vyřešen a vyjádřen vypracováním konkrétního návrhu plánu. Použitelné řešení je hledáno subjektivně zkusmým zařazováním a přemisťováním porostů do skupin se současným uvážením jejich charakteristik. Do jaké míry se podaří nalézt vhodnou kombinaci porostů, to závisí pouze na schopnostech a zkušenostech pracovníků. Vždy jde o záležitost velmi pracnou a objektivnějšího výsledku nemusí být vždy dosaženo.

Problém lze řešit za určitých předpokladů efektivněji a objektivněji s využitím samočinného počítače. Cílem tohoto článku je povšechně charakterizovat celkové principy řešení a podrobněji pak popsat metody vlastního vyrovnání těžeb. Protože jde o značné množství údajů a početních operací, nelze tyto metody aplikovat pro ruční výpočet. Z toho důvodu je v textu také upozorněno na hlavní zásady programového řešení.

Základním předpokladem řešení daného problému je metoda postupného třídění, jejíž použití a princip navrhl Dr. Boh. Loula z GR VLS Praha. Vstupní informace o dřevinách v porostech tvoří samostatné celky (věty), které jsou již registrovány na médiích pro strojové vypracování LHP. V každé větě dřeviny je také uvedena plánovaná výše těžby za decennium.

Zvolme nyní charakteristiky (tzv. klíče), které chceme rovnoměrně uplatnit v každém z dílčích plánovaných období. Vhodnou charakteristikou může být např. druh dřeviny DR, druh těžby DT, sortimenty, technologická náročnost s vazbou na mechanizační prostředky atd.

Zohlednění sortimentů je vždy velice žádoucí, ale prakticky značně problematické. Obecně je sice možno jednoduše rozpočítat plánovanou výši těžby na jednotlivé sortimenty pomocí koeficientů sortimentace v závislosti na střední tloušťce kmene, avšak těžba v porostu musí být plánována a uskutečněna jako celek, nikoliv tedy každý sortiment zvlášť. Protože těžba v porostu je nedělitelná, pak rozlišování a vyrovnávání podle sortimentů ztrácí význam. Lepším řešením se zdá být zavedení několika málo zvláštních tloušťkových tříd (např. slabé, střední, silné) zvláštním kódem a vyrovnáním pak zabezpečit rovnoměrné rozdělení a přidělení porostů podle těchto tříd.

Celá otázka volby vhodných charakteristik třídění je diskutabilní. Lze vznést řadu názorů a námitek a konečně pro různé případy a účely lze volit i různé způsoby roztrídění. I když volba klíčů třídění má význam zcela zásadní, z hlediska algoritmu popisované metody jde o záležitost ryze formální a dále se jí nezabýváme. Přesná specifikace klíčů třídění musí být řešena v konkrétním projektu a programu.

Celkový postup vyhodnocení navrhovanou metodou lze rozdělit do čtyř etap takto:

1. Roztrídění vět vstupního souboru podle zvolených charakteristik (klíčů), přičemž na pořadí klíčů obecně nezáleží. Provedením třídění vzniknou skupiny porostů, v nichž jsou definovány konstantní charakteristiky, tj. stejná dřevina, druh těžby, tloušťkový stupeň atd. Maximální počet těchto skupin N_s je dán počtem možných kombinací klíčů.

2. Každou tuto skupinu je třeba rozdělit na k dílů tak, aby součet těžeb v každé vznikající podskupině byl pokud možno stejný (rovnoměrné vyrovnání) nebo roven předem zvolené hodnotě (nerovnoměrné vyrovnání). Toho je nutno dosáhnout pouhým přemisťováním porostů mezi podskupinami s nalezením optimální kombinace. Jde tedy o vyrovnání těžeb ve skupině porostů.

3. Vyrovnání těžeb v celém souboru. Cílem je vytvořit k výsledných bloků porostů pro k plánovacích období. Do každého vznikajícího bloku zařadíme jednu vyrovnanou podskupinu z každé skupiny s . I když podskupiny v rámci každé skupiny s jsou rovnocenné, je třeba uskutečnit výběr tak, aby vliv zbytkových chyb (odchylek R_i) byl maximálně eliminován. Je třeba připomenout, že u nerovnoměrného vyrovnání nejsou podskupiny rovnocenné a je nutno je přiřazovat přesně v pořadí indexů bez tohoto závěrečného vyrovnání těžeb.

4. Sumarizace výsledků v blocích s ev. výpočtem odchylek. Z praktických důvodů nepostačí určit pouze celkové součty těžeb po blocích, ale je vhodné provést sumarizaci z hlediska jednotlivých třídících charakteristik. Jedině tak lze posoudit proporcionální skladbu v každém plánovacím období. Tato etapa práce je v zásadě záležitostí konkrétního prováděcího projektu, hlavní principy výpočtu však jsou v textu naznačeny.

POČÁTEČNÍ ROZTRÍDĚNÍ POROSTŮ

Správné počáteční roztrídění porostů je základním předpokladem úspěšného řešení úlohy. Volba třídících klíčů specifikuje hlediska, podle nichž mají být dílčí plány vyrovnány. Prvkem třídění je věta dřeviny porostu obsahující potřebné údaje a kódy.

Pro názornost a další popis je uveden zjednodušený praktický příklad:

LHP se má rozepsat na 10 vyrovnaných ročních plánů ($k = 10$). Jako charakteristiky vyrovnání byly stanoveny a ve vstupním souboru kódovány tyto klíče:

- 4 druhy dřevin (typických) $DR_1 - DR_4$
- 2 druhy těžeb (předmýtní, mýtní) $DT_1 - DT_2$
- 3 tloušťkové třídy (slabé, střední, silné) $P_1 - P_3$

Rozsahy příslušných kódů jsou tedy $q_{DR} = 4, q_{DT} = 2, q_P = 3$.

Možný počet kombinací klíčů, a tím maximálně možný počet skupin po rozřídění N_s je

$$N_s = q_{DR} \cdot q_{DT} \cdot q_P = 4 \cdot 2 \cdot 3 = 24, \quad (1)$$

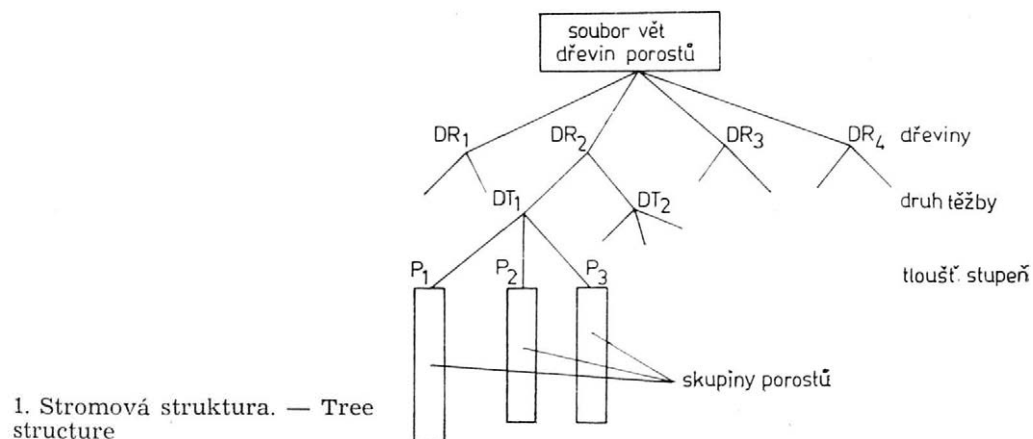
Postup a úroveň třídění a z toho vyplývající uspořádání souboru porostů lze dobře vyjádřit stromovou strukturou podle obr. 1.

Na nejnižší úrovni třídění vznikne až N_s skupin porostů, přičemž v každé z nich je zabezpečen konstantní druh dřeviny DR , druh těžby DT a tloušťkový stupeň P .

Počet m_s porostů v každé skupině s závisí pouze na druhu a skladbě souboru a může být i nulový. Z hlediska vyrovnání je ovšem žádoucí, aby tento počet byl co největší (alespoň $m_s > 2k$) nebo nulový. Příklad $0 < m_s \leq k$ nesplňuje základní předpoklad vyrovnání, neboť není co vyrovnávat. Protože porost je nedělitelný, nelze např. rozdělit skupinu čtyř porostů na 10 stejných dílů atd.

Protože obsah vstupního souboru nelze uměle ovlivnit, je nutno použít takové metody vyrovnání, která by eliminovala vliv zmíněných rušivě působících případů vyskytujících se zejména u rozsahem malých souborů. Omezení těchto vlivů se provádí až při celkovém vyrovnání v blocích.

Vztahem (1) je určen maximální počet N_s skupin, avšak skutečný jejich počet může být nižší. Jestliže např. v našem zvoleném příkladu se z předpokládaných čtyř dřevin v souboru skutečně vyskytnou pouze tři dřeviny, klesá počet skupin N_s o plných 25 % atd.



VYROVNÁNÍ TĚŽEB VE SKUPINÁCH

ROVNOMĚRNÉ VYROVNÁNÍ

Rovnoměrné vyrovnání můžeme definovat touto úlohou: Z celkového počtu m čísel vytvořit jejich přemisťováním k podskupin tak, aby součet S_i v každé podskupině i byl pokud možno stejný.

Hledat řešení zkusmo vytvářením a testováním všech možných kombinací není dosti dobře možné. I pro relativně malé m je počet kombinací tak obrovský, že i použití moderního výkonného počítače je problematické. Lépe je najít vhodný iterační postup, který by dosti rychle konvergoval k hledanému výsledku.

Výpočet je výhodně konat v tabulce (matici) s k sloupci a s dostatečným počtem řádků. Počáteční naplnění matice hodnotami těžeb $T_1, T_2, \dots, T_m$ porostů provedeme po řádcích v pořadí jejich vstupu. Po umístění všech hodnot je znám jejich počet n_i v každém sloupci $i = 1, 2, \dots, k$.

Nejprve vypočteme součet S_i v každém sloupci i , dále pak totální součet $\bar{S}$ ve skupině a průměrnou hodnotu $\bar{W}$

$$S_i = \sum_{j=1}^{n_i} T_j, \quad \bar{S} = \sum_{i=1}^k S_i, \quad \bar{W} = \frac{\bar{S}}{k}. \quad (2)$$

V každém sloupci i dále určíme rozdíl R_i vzhledem k průměru $\bar{W}$

$$R_i = S_i - \bar{W}. \quad (3)$$

Z vypočtených R_i nalezneme minimální a maximální rozdíly $R_{\min}, R_{\max}$, které přísluší sloupcům $i_{\min}, i_{\max}$. Protože je $\sum R_i = 0$, pak je nutně $R_{\min} < 0$ a $R_{\max} > 0$ nebo $R_{\min} = 0, R_{\max} = 0$. Výskytem druhého případu je vyrovnaní ukončeno, protože všechny odchylky R_i jsou nulové.

Pro testování výsledku iterací určíme ještě diferenci ΔR

$$\Delta R = R_{\max} + R_{\min}, \quad R_{\min} \leq 0. \quad (4)$$

Cílem dalšího výpočtu je provést takový přesun prvků mezi sloupce $i_{\min}, i_{\max}$, aby se hodnota ΔR snížila. Lze uvažovat dva základní způsoby:

- a) přesunem vhodného prvku ze sloupce $i_{\max}$ do sloupce $i_{\min}$,
- b) záměnou vhodné dvojice prvků mezi sloupce $i_{\min}, i_{\max}$.

Ad a) Pro všechny prvky $T_{i_{\max}, j}$ sloupce $i_{\max}$ při $j = 1, 2, \dots, n_{i_{\max}}$ počítáme rozdíly U_j

$$U_j = |T_{i_{\max}, j} - R_{\min}| \quad (5)$$

a nalezneme minimální z nich

$$M_1 = U_{\min} = (U_j)_{\min} \quad \text{s indexem } j' = j. \quad (6)$$

Ad b) Z prvků sloupců $i_{\min}, i_{\max}$ utvoříme všechny možné kombinace dvojic, přičemž nejvhodnější z nich bude opět ta, kdy rozdíl hodnot se maximálně přibližuje $-R_{\min}$. Počítáme tedy rozdíly

$$V_{j_1, j_2} = |T_{i_{\max}, j_1} - T_{i_{\min}, j_2} - |R_{\min}|| \quad (7)$$

při $j_1 = 1, 2, \dots, n_{i_{\max}}, j_2 = 1, 2, \dots, n_{i_{\min}}$

a pro minimální z nich označme

$$M_2 = V_{\min} = (V_{j_1, j_2})_{\min}, \quad (8)$$

která přísluší indexům $j'' = j_1, j''' = j_2$.

Porovnáním hodnot M_1, M_2 rozhodneme, která z obou možností je výhodnější.

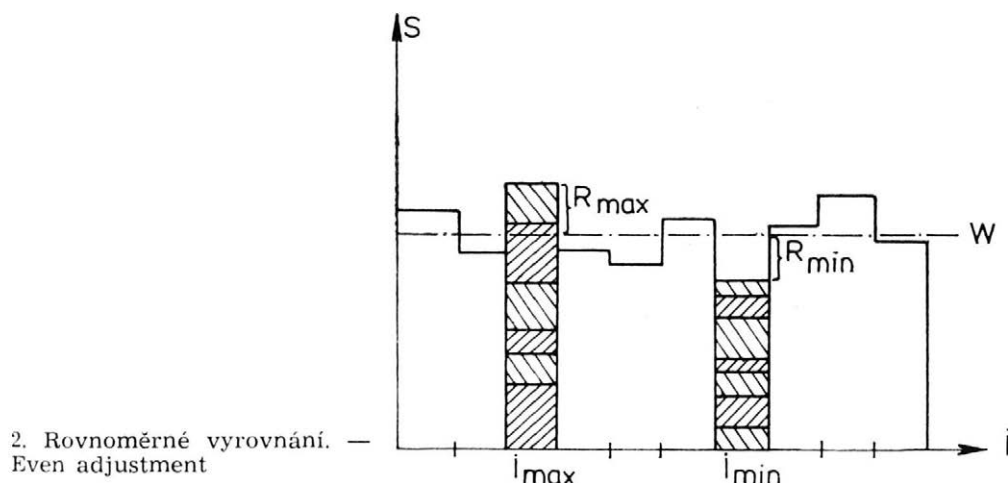
Při $M_1 \leq M_2$ přesuneme ze sloupce $i_{\max}$ do $i_{\min}$ prvek $T_{i_{\max}, j'}$ a v důsledku toho upravíme

$$\begin{aligned}
 R_{\min} &= R_{\min} + T_{i_{\max}, j'} \\
 R_{\max} &= R_{\max} - T_{i_{\max}, j'} \\
 n_{i_{\min}} &= n_{i_{\min}} + 1 \\
 n_{i_{\max}} &= n_{i_{\max}} - 1
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

Při $M_1 > M_2$ vzájemně zaměníme prvky $T_{i_{\max}, j'}$, $T_{i_{\min}, j''}$ a vypočteme

$$\begin{aligned}
 R_{\min} &= R_{\min} - T_{i_{\min}, j''} + T_{i_{\max}, j'} \\
 R_{\max} &= R_{\max} + T_{i_{\min}, j''} - T_{i_{\max}, j'}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

přičemž počty $n_{i_{\min}}$, $n_{i_{\max}}$ se nezmění.



Pokračujeme výpočtem další iterace tak, že vyhledáme znovu extrémní rozdíly $R_{\min}$, $R_{\max}$, vypočteme ΔR atd. Výpočet opakujeme tak dlouho, pokud ΔR je nestoupající. Stoupne-li náhle hodnota ΔR , pak nelze již nalézt vhodnou záměnu mezi sloupci $i_{\min}$, $i_{\max}$. Výsledek bývá v této fázi již velmi dobrý a prakticky postačující. Je ovšem možno se pokusit o další zpřesnění např. tak, že sloupec $i_{\max}$ z dalších výpočtů vyloučíme a ze zbývajících hledáme jiné $R_{\max}$ s určením $i_{\max}$, ΔR , M_1 a M_2 . Ve vylučování sloupců je možno tímto způsobem pokračovat, pokud jejich počet je větší než 1. V opačném případě je vyrovnaní ukončeno, zlepšení výsledku však bývá nepodstatné.

ZJEDNODUŠENÝ ITERAČNÍ POSTUP

Z početního hlediska je možný i zjednodušený iterační postup, kdy při každém iteračním kroku přemísťujeme vždy jediný prvek, tj. počítáme pouze hodnotu M_1 vztahem (6). Výpočet jednotlivých iterací je sice jednodušší, konvergence však bývá mnohem pomalejší. Obdobně jako v předchozím je možno se pokusit o zpřesnění výsledku po stoupnutí hodnoty ΔR s následným vyloučením sloupce např. $i_{\max}$.

Výsledky vyrovnaní obou popsaných metod mohou být mírně rozdílné vzhledem k rozdílným předpokladům při testování v jednotlivých iteračních krocích.

V určitých případech může být žádáno i tzv. nerovnoměrné vyrovnaní, kdy součty těžeb v každém plánovacím období nemají být zhruba stejné, ale mají být zhruba rovny předem daným hodnotám W_i . Vhodné je např. zadání poměru hodnot W_i v %.

Úloha je tedy definována takto: Celkem m čísel $T_1, T_2, \dots, T_m$ uspořádat do k podskupin tak, aby součty S_i v každé podskupině i byly rovny daným hodnotám W_i .

Nezbytnou podmínkou ovšem je, aby pro čísla $W_1, W_2, \dots, W_k$ byl splněn základní předpoklad

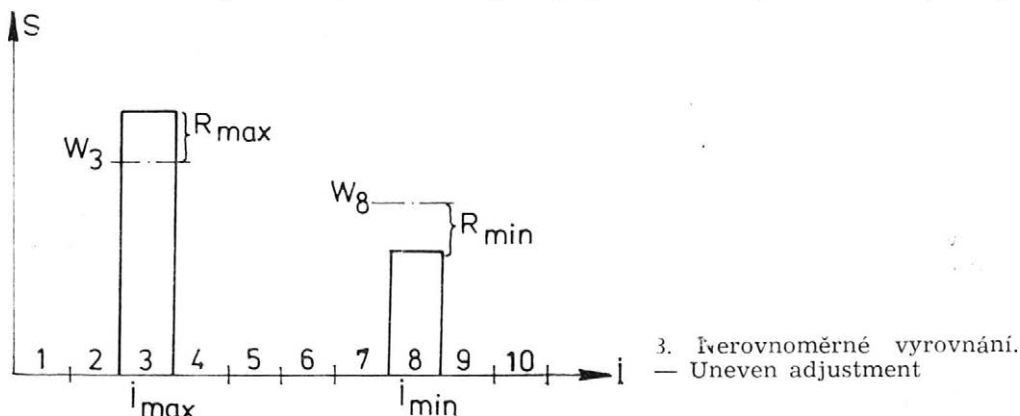
$$\sum_{i=1}^k W_i = \sum_{i=1}^k S_i = \sum_{i=1}^m T_i, \quad (11)$$

z něhož vyplývá $\sum R_i = 0$. Tato podmínka musí být po přečtení vstupního souboru zkontrolována a v případě nesouhlasu je třeba další vyhodnocování přerušit.

Vlastní nerovnoměrné vyrovnaní v každé skupině je možno provést stejným postupem jako u rovnoměrného vyrovnaní. Jediný rozdíl je ve výpočtu počátečních hodnot rozdílů R_i

$$R_i = S_i - W_i, \quad (12)$$

kde S_i je součet prvků ve sloupci i po počátečním naplnění matice (obr. 3).



Stejným způsobem se v každém iteračním kroku určují hodnoty $R_{\min}$, $R_{\max}$ a počítá se ΔR , M_1 , M_2 atd.

Připomeňme ještě, že po vyrovnaní je součet S_i v každém období (sloupci) i obecně jiný, vzniklé podskupiny nejsou rovnocenné a nelze je zaměňovat. Nelze proto provést druhou etapu vyrovnaní a snížit tím vzniklé odchylky v celkových součtech těžeb. Pouze v případech, kdy se v souboru vyskytly nevyrovnané skupiny, v nichž je počet porostů $m_s \leq k$, je možno se pokusit o zlepšení výsledku vhodným umístěním těchto porostů za účelem „dovrovnání“ těžeb.

CELKOVÉ VYROVNÁNÍ TĚŽEB SOUBORU

V 1. etapě vyrovnaní bylo snahou rozdělit každou skupinu s na k pokud možno stejných podskupin. Tímto vyrovnaním v podstatě zabezpečujeme rovnoměrnost rozdělení pro jednotlivé klíče třídění. Celkový počet skupin je obecně N_s , počet podskupin pak $k \cdot N_s$. V některých skupinách bylo vyrovnaní možné ($m_s > k$) a bylo pravděpodobně úspěšnější tím více, čím je rozdíl $m_s - k$ větší. Mohly se vyskytnout i skupiny, pro něž

$m \backslash i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	} u_1 vyrovnaných skupin
10	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	
7	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	0	0	0	} u_2 nevyrovnaných skupin
4	0	0	0	0	0	0	T_4	T_3	T_2	T_1	
5	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	0	0	0	0	0	

vyrovnaní nelze provést ($m_s \leq k$). Počet vyrovnaných skupin označme u_1 , počet nevyrovnaných skupin u_2 , přičemž je $u_1 + u_2 = N_s$.

Z celkového počtu N_s skupin vytvářejme nyní k nových bloků tak, že z každé skupiny zařadíme do příslušného bloku jednu podskupinu, a to v zásadě libovolnou, protože podskupiny jsou rovnocenné.

Vyhodnocení provedeme opět v matici s k sloupci. Počáteční naplnění matice provedeme tak, že v řádku zapíšeme hodnoty těžeb $Z_i = S_i$ všech podskupin dané skupiny s .

Pro u_1 řádků vyrovnaných skupin bude každý řádek vyplněn úplně, pro u_2 nevyrovnaných řádků skupin nahradíme chybějící hodnoty nulami. Aby nedocházelo k hromadění nulových prvků v pravé části matice, je výhodné naplňovat řádky nevyrovnaných skupin střídavě zprava a zleva.

Tvar matice a postup jejího naplňování je znázorněn v tabulce I pro $k = 10$.

Symbolika je poněkud zjednodušena. Hodnoty Z_i jsou součty těžeb vyrovnaných podskupin, T_i jsou těžby v porostech u nevyrovnaných skupin.

V důsledku zbytkových odchylek R_i u jednotlivých podskupin a v důsledku nulových hodnot v nevyrovnaných skupinách nejsou celkové součty těžeb v blocích (sloupcích) vyrovnány. Vhodným přemístěním prvků v řádcích lze výsledek zlepšit, nelze však připustit, aby v jednom sloupci se objevily podskupiny z téže skupiny, neboť by došlo k porušení zásady vyrovnanosti klíčů.

V takto připravené matici vypočteme známým způsobem počáteční součty S_i ve všech sloupcích, totální součet $\bar{S}$ a průměrný součet $\bar{W}$. Podobně určíme rozdíly R_i vzhledem k průměru $\bar{W}$ a nalezneme extrémní rozdíly $R_{\min}$, $R_{\max}$ příslušející sloupcům $i_{\min}$, $i_{\max}$ a hodnotu ΔR .

Vlastní vyrovnaní provádíme tak, že v každém řádku j testujeme dvojici hodnot

$$Z_{i_{\max} j} < Z_{i_{\min} j}, \text{ resp. } T_{i_{\max} j} < T_{i_{\min} j}, \quad (12)$$

a v případě splnění této podmínky (12) vypočteme

$$V_j = |Z_{i_{\max} j} - Z_{i_{\min} j} - |R_{i_{\min}}||. \quad (13)$$

Ze všech takto vypočtených V_j vyhledáme minimální hodnotu $V_{\min}$, odpovídající řádku j' . V takto zjištěném řádku j' provedeme záměnu prvků mezi sloupci $i_{\min}$, $i_{\max}$.

V důsledku toho se změny rozdílily

$$R_{\min} = R_{\min} + (Z_{i_{\max}, j} - Z_{i_{\min}, j'}), \quad (14)$$

$$R_{\max} = R_{\max} - (Z_{i_{\max}, j} - Z_{i_{\min}, j'}).$$

V dalším iteračním kroku vyhledáme nové $R_{\min}$, $R_{\max}$ a vypočteme ΔR atd. Uvedeným postupem provádíme přemísťování prvků v řádcích tak dlouho, pokud nestoupne ΔR .

Z povahy problému zřejmě plyne, že pravděpodobně budou nejprve uskutečněny záměny prvků v řádcích nevyrovnaných skupin, jemnější vyrovnání součtů těžeb se provede až v řádcích vyrovnaných skupin.

Jak již bylo řečeno, při nerovnoměrném vyrovnání těžeb je možno využít pouze prvků T_{ij} nevyrovnaných skupin, pokud tyto ovšem existují. V žádném případě nelze již přemísťovat prvky skupin vyrovnaných.

NĚKTERÉ DALŠÍ ASPEKTY VYROVNÁNÍ

1. Popsaná metoda dá řešení vždy a také téměř vždy budou celkové těžby velmi dobře vyrovnány, a to i pro velmi nevhodnou skladbu vstupního souboru. Pro dosažení kvalitního a všestranně vyrovnaného rozpisu plánu z hlediska jednotlivých charakteristik (druhů dřevin, těžeb atd.) stačí v podstatě splnit jedinou formální podmínku, tj. aby v každé skupině s byl dostatečný (co největší) počet m_s porostů, alespoň $m_s > 2k$. To ovšem závisí jen na počtu a obsahu vstupních vět. V nevhodných případech můžeme pouze vytvořit některá umělá opatření, která mají charakter pouze formální a většinou nemusí být žádoucí: zmenšit celkový rozsah klíčů, např. namísto čtyř druhů dřevin rozlišovat jen jehličnaté a listnaté; zmenšit počet k plánovacích období, např. namísto ročních plánů zpracovat plány dvouleté; zvětšit rozsah vstupního souboru, např. namísto polesí vyhodnocovat LHC. Uvedená opatření jsou víceméně teoretická a prakticky se asi uplatní jen výjimečně.

2. Obecně nemusíme vždy vyrovnávat pouze reálné hodnoty těžeb T v m^3 , ale můžeme výpočet provést i pro pseudohodnoty T' vyplývající z nějakého funkčního vztahu

$$T' = f(T, c_1, c_2, \dots),$$

který vyjadřuje závislost těžby T ještě na jiných charakteristikách c_i , např. zohlednění stupně terénních podmínek, druhu mechanizace atd. Těmito aspekty se však nezabýváme.

3. Popsanou metodou se provádí vyrovnání pouze na základě výše těžeb, přičemž není brán ohled na dislokaci porostů. Důsledkem toho je, že vypracovaný rozpis plánu nerespektuje princip vhodné koncentrace výroby. Metoda je zřejmě vhodná jen pro menší celky, kdy na řešení koncentrace příliš nezáleží.

Principu metody lze však využít obecněji a zohlednit přitom i geometrické vztahy mezi porosty, popř. i technologickou náročnost. I pro tyto případy se úspěšně využije metody dělení souboru na skupiny porostů s konstantními charakteristikami. Charakteristiky třídění nutno ovšem definovat jinak a postup i algoritmy vyrovnání koncipovat širěji.

ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Po vyrovnání je nejprve třeba získat celkové výsledky v takové formě, aby je bylo možno posuzovat. Je tedy nutno pro každé i -té plánovací období vytvořit celkové součty

II. Odvození celkových těžeb pro dílčí plánovací období (i) a posouzení vyrovnání.
 — Total cuts as derived for partial planning period (i) and evaluation of adjustment

i klíč	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ε
DR_1											dřeviny
DR_2											
DR_3		×									
DR_4											
DT_1		×									druhy těžby
DT_2											
P_1											tloušťk. stupně
P_2		×									
P_3											

těžeb H_i pro všechny použité klíče, tj. druhy dřevin, druhy těžeb atd. Celkový počet těchto klíčů je obecně v našem příkladu

$$L = q_{DR} + q_{DT} + q_P = 9. \quad (15)$$

Sumarizaci vykonáme opět v matici s k sloupci a L řádky tak, že ve sloupcích přičítáme hodnoty $Z_{i,j}$, resp. $T_{i,j}$, v řádcích j klíčů, definovaných pro danou skupinu s . V našem případě nutno tedy přičíst každý prvek 3krát, a to pro dřevinu, druh těžby a tloušťkový stupeň. Tvar sumarizační matice je znázorněn tabulkou II a jako příklad je znakem X uvedena poloha sumarizovaných prvků ve sloupci $i = 2$ pro skupinu s , definovanou např. klíči $DR = 3$, $DT = 1$, $P = 2$.

Uvedená tabulka II by měla být vyhotovena vždy jakožto velmi důležitá závěrečná sestava. Lze z ní vyčíst celkové těžby v každém dílčím plánovacím období i a posoudit vyrovnání z hlediska všech použitých klíčů.

Pro přesnější početní srovnání je možno vypočítat pro každý klíč střední odchylku ε_j , tj. hodnoty ε_{DR_1} , ε_{DR_2} , ..., ε_{P_3} . Za tím účelem vypočteme v každém řádku j součet A_j prvků $H_{i,j}$, průměrný součet W_j a příslušné rozdíly $R_{i,j}$ takto:

$$A_j = \sum_{i=1}^k H_{i,j}, \quad W_j = \frac{A_j}{k} \quad (16)$$

$$R_{i,j} = H_{i,j} - W_j, \quad \text{přičemž } \sum_{i=1}^k R_{i,j} = 0.$$

Střední odchylka ε_j je pak dána vztahem

$$\varepsilon_j = \sqrt{\frac{\sum R_{i,j}^2}{k-1}} \quad \text{v m}^3. \quad (17)$$

U nerovnoměrného vyrovnání nutno počítat příslušné $W_{i,j}$ ve stanoveném poměru.

Popsaná metoda umožňuje získat řešení vždy, a to bez ohledu na volbu a význam parametrů (klíčů) vyrovnání. Kvalita výsledku závisí v podstatě jen na obsahu vstupního souboru informací. Principy a algoritmy metody byly programově ověřeny a prakticky použity v projektech pro plánování těžební činnosti.

Došlo dne 15. 6. 1984

ФИЛИПСКИ, Л. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Метод вычисления выравненных лесозаготовок. Лесnictví, 31, 1985 (3) : 239-250.

Описанный метод позволяет решать даже весьма невыгодные задания, причем общее пользование бывает выравненным. Этот метод не дает абсолютно точных решений, а скорее позволяет получить одно из применимых решений. Результат соответствует возможностям, обусловленным свойствами входного массива информационных данных, т. е. до какой степени массив данных позволяет создавать подходящие комбинации насаждений. Размер массива никак не ограничен, наоборот, для более широких и достаточно разнородных массивов можно ожидать и лучшие результаты. Метод по существу не зависит от примененных характеристик (ключей) классификации. Ввиду того, что массив обрабатывается всегда по частям и конвергентность итераций в большинстве случаев быстрая, действие программы весьма эффективно. Она работает всегда с несlišком большими группами данных, которые можно, сверх того, на разных этапах вычисления помещать в одной матрице, так что потребность в оперативной памяти минимальна. При правильном использовании принципа неравномерного выравнивания можно произвести такой выбор насаждений, чтобы размер пользования соответствовал специфицированным требованиям задающего задания. Это особо ценно при изменениях или модификациях плана. Некоторой невыгодной является то, что не учитывается размещение лесонасаждений и что запланированные рубки территориально не сконцентрированы. При указанных условиях метод применим только для небольших производственных единиц, напр. лесничества. Для более крупных единиц, например для лесохозяйственных единиц и лесного предприятия, концентрированность должна быть включена как один из аспектов выравнивания. Хотя и нельзя использовать тот же принцип путем образования групп насаждений с константными характеристиками, нужно закреплять насаждения с учетом их местопроизрастания. Цель этой цепи заключалась в теоретическом описании принципа и способа вычисления при условии, что характеристики выравнивания однозначно специфицированы. Речь идет об описании общего метода, а не о исчерпывающем рецепте для конкретного применения. Точно также приведенный в тексте пример нельзя воспринимать как полностью удовлетворяющую рекомендацию, хотя аналогичный способ задания и можно использовать на практике. Предложенный метод и его дальнейшее применение нужно будет всесторонне испытать в производственных условиях и дорешить особенно вопрос выбора наиболее подходящих аспектов (ключей) выравнивания.

лесопользование; экономика лесного хозяйства; выбор насаждений

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). A Method of the Calculation of Balanced Loggings. Лесnictví, 31, 1985 (3) : 239-250.

Solutions to very unfit problems can be found by the described method: total cuttings are usual to be well balanced. The solution is not quite exact, but it is possible to find out one of applicable solutions. The result corresponds to possibilities, given by the characteristics of an input information set, i. e. to the degree to which the set enables to form suitable combinations of forest stands. The size of the set is nohow limited, on the contrary, better results can be expected from extensive and sufficiently varied sets. The method does not depend on the characteristics (keys) of classification. The method provides a lot of advantages when applied in form of program. As the set is always processed part by part and the

convergence of iterations is mostly fast enough, the program is highly effective. We do not usually work with very large groups of data which can moreover be arranged in the same matrix at various stages of calculation so that the need of working store is minimal. By suitable application of the principle of uneven adjustment such a choice of forest stands can be made so that the cut will meet the specific demands of the author of the problem. This is important if there are changes or modifications of the plan. A disadvantage is that forest stand dislocation is not taken into consideration and that the suggested cuttings are not concentrated by territory. The method can be applied only to smaller units, e. g. forest districts. If to be applied to larger units, i. e. forest estates and forest farm, the factor of concentration must be included as one of the aspects of adjustment. Even though the same principle of the grouping of forest stands with constant characteristics can be used, forest stands must be distributed with respect to their location. The objective of this study was to describe theoretically the principle and procedure of calculation on condition that the characteristics of adjustment are explicitly specified. A general method is being described, not any exhaustive instruction for a concrete application. Similarly an example, mentioned in the text cannot be taken as a fully satisfactory one although any similar problem can be used practically. The method and its further applications should be verified in practice from all aspects and the final solution to the problem of the choice of the most suitable criteria (keys) of adjustment should be found.

forest exploitation; forest economy; choice of forest stands

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady). *Eine Methode zur Berechnung ausgeglichener Nutzungen*. Lesnictví, 31, 1985 (3) : 239-250.

Die beschriebene Methode ermöglicht eine Lösung auch für sehr ungeeignete Vergabungen, wobei die Gesamtnutzungen in der Regel sehr gut ausgeglichen sind. Sie liefert keine ganz exakte Lösung, eher ermöglicht sie eine von anwendbaren Lösungen zu gewinnen. Das Ergebnis entspricht den Möglichkeiten, die durch die Eigenschaften der Eintrittsinformationen gegeben sind, d. h. inwieweit die Gesamtheit die Bildung geeigneter Kombinationen von Beständen ermöglicht. Die Größe der Gesamtheit ist nicht beschränkt, zum Gegenteil können für umfangreichere und hinreichend bunte Gesamtheiten auch bessere Ergebnisse erwartet werden. Die Methode ist im Grunde von den angewandten Sortierungscharakteristiken (Schlüsseln) unabhängig. Bei einer programmmäßigen Anwendung liefert die Methode eine Reihe von Vorteilen. Weil die Gesamtheit stets teilweise verarbeitet wird und da die Konvergenz der Iterationen meist relativ schnell ist, ist die Tätigkeit des Programms bedeutend effektiv. Es wird stets nur mit nicht zu großen Angabengruppen gearbeitet, die zudem in verschiedenen Berechnungsetappen in gleicher Matrize placent werden können, sodaß der Bedarf an Operationsspeicherkapazität minimal ist. Durch eine geeignete Anwendung des Prinzips des ungleichmäßigen Ausgleichs kann eine solche Auswahl von Beständen verwirklicht werden, die es gestattet, daß die Höhe der Nutzungen den spezifizierten Anforderungen des Auftraggebers entspricht. Dies ist besonders bei Veränderungen oder Regelungen des Plans wertvoll. Einen bestimmten Nachteil stellt die Tatsache dar, daß keine Rücksicht auf die Dislokation der Bestände genommen wird, und daß die vorgeschlagenen Nutzungen nicht territorial konzentriert sind. Unter den beschriebenen Voraussetzungen ist die Methode nur für kleinere Einheiten, z. B. für Forstreviere anwendbar. Für größere Einheiten, d. h. für Wirtschaftsanze und Forstbetriebe muß die Konzentration als einer der Aspekte des Ausgleichs einbezogen sein. Wenn auch das gleiche Prinzip der Bildung von Beständegruppen mit konstanten Charakteristiken benutzt werden kann, ist es notwendig die Zuteilung von Beständen mit Rücksicht auf ihre Lage vorzunehmen. Ziel dieser Arbeit war es, das Prinzip und den Berechnungsfortgang theoretisch zu beschreiben unter der Voraussetzung, daß die Charakteristiken des Ausgleichs eindeutig spezifiziert sind. Es handelt sich um die Beschreibung einer allgemeinen Methode, nicht jedoch um eine erschöpfende Anleitung für konkrete Anwendung. Genau so kann das im Text angeführte Beispiel nicht als eine völlig entsprechende Empfehlung aufgefaßt werden, obgleich eine ähnliche Aufgabestellung praktisch angewandt werden kann. Die vorgeschlagene

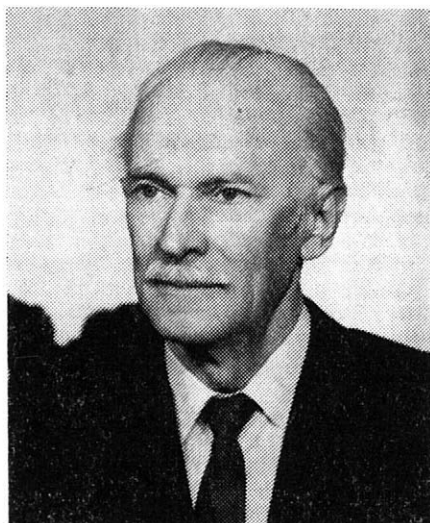
Methode und ihre weitere Anwendungsmöglichkeiten wird man vielseitig in der Praxis überprüfen müssen und man wird vor allem die Frage der Wahl der bestgeeigneten Gesichtspunkte (Schlüssel) des Ausgleichs lösen müssen.

Forstnutzung; Forstökonomie; Auswahl von Beständen

Adresa autora:

Ing. Libor Filip sk ý, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

Ing. Otakar Langkramer, CSc., dobře známý celé odborné veřejnosti, se v letošním dubnu dožívá sedmdesátí let. Narodil se 5. dubna 1915 v Jičíně, v městě na prahu Českého ráje. Reálku studoval v Jičíně a v Praze. Jeho další studium oboru lesního inženýrství na Vysoké škole zemědělského a lesního inženýrství bylo před dokončením přerušeno uzavřením vysokých škol v listopadu 1939. Během okupace byl totálně nasazen, ale zůstal v trvalém styku s profesory VŠZLI, zejména s prof. Kavinou a prof. Matyášem.



V květnu 1945 se přihlásil k pomoci při vyklizování budovy VŠZLI, která za války sloužila jako kasárna jednotek SS. Jediným ústavem dejvické školy, jehož zařízení se z předválečné doby zachovalo, byl ústav bakteriologický. V jeho čele stál prof. Dr. Ing. A. Kroulík se svým zástupcem Dr. Ing. B. Hamplem. Tito nabídli Ing. O. Langkramerovi místo asistenta, jímž se stal od 1. 6. 1945. Vlastní studium ukončil v letním semestru 1946. Po zřízení samostatné lesnické fakulty při ČVUT se v r. 1952 stal odborným asistentem katedry geologie a pedologie, vedené prof. RNDr. J. Stejskalem, DrSc. Po další reorganizaci v roce 1958 krátce pracoval ve Výzkumném ústavu lesa a myslivosti ČSAZV, pak od 1. 1. 1959 ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti ve Zbraslavi-Strnadlech. Zde zůstal dvacet let až do odchodu do důchodu 9. 2. 1979.

Jeho obsáhlou odbornou činnost lze rozdělit na dvě období, a to na údobí, kdy pracoval na lesnické fakultě, a na práci ve VÚLHM. V prvním období se věnoval hlavně náročné práci pedagogické. Spolu s doc. Dr. Ing. Hamplem zajišťoval přednášky a laboratorní cvičení ze zemědělské a lesnické mikrobiologie, s prof. Dr. Ing. Kroulíkem z chemické technologie lesnické a z mikrobiologie technické. I přes časovou náročnost těchto cvičení si dokázal najít čas ke spolupráci na učebních pomůckách. To platí předně pro dvě vydání čtyřdílné Kroulíkovy Chemické technologie lesnické (1947, 1948—9), pro Novákovu Živěnu půdní (1959), Kášovu Zemědělskou mikrobiologii (1964) a knihu Mikroorganismen im Boden (1966). Poválečný nedostatek odborné literatury řešil spoluprací na překladech Krasilnikovova Klíče bakterií a aktinomycet (1951) a Fjodorovovy Mikrobiologie (1952), Příručky praktické mikrobiologie (1953) a Půdní mikrobiologie (1957). Ve spolupráci s prof. Kášem byla připravena dvě vydání Lesnické mikrobiologie (1954, 1958).

Jeho vlastní badatelská činnost byla soustředěna na otázky mykorrhizy a jejího využití v lesním hospodářství, na studium ekologie vyšších hub se zaměřením na možnost jejich provozního pěstování. Kromě toho se již tehdy zabýval mikrobiologickou charakteristikou některých půdních typů. A k tomu přibývaly funkce pedagogické i veřejné: byl vedoucím provozních prací studentů, metodikem dálkového studia, tajemníkem katedry, členem řady odborných komisí atd.

Soustavnou výzkumnou činnost v oboru lesnické mikrobiologie rozvinul hlavně na novém pracovišti ve VÚLHM. Jde zejména o komplexní mikrobiologický výzkum lesních půd podle lesních typů, který od doby vydání Fehérových knihy Untersuchungen über die Mikrobiologie des Waldbodens (1933) nemá svoji soustavnosti a šíří v cizině obdoby. Jde totiž o víceleté sledování dynamiky mikrobiálních procesů v půdě. V práci je zahrnuto studium lesních typů celkem pěti oblastí, kde bylo vytyčeno 40 pokusných ploch. Tohoto materiálu použil i pro obsáhlou kandidátskou disertaci, kterou obhájil v roce 1967. Výsledky jsou velmi cenné z hlediska teoretického i praktického.

Na tento výzkum navazují další podrobnější studie některých lesních typů a hlavně studium závislosti mezi humusovou formou a biotickou půdní složkou. Zvláště tato práce přináší řadu původních poznatků o charakteru humusu ve vztahu k mikrobiálnímu osídlení a jeho aktivitám.

Další oblastí práce Ing. O. Langkramera bylo studium vlivu pesticidů na biotickou složku půd ve školkách i v umělých substrátech. Byla vypracována metoda testování účinnosti pesticidů na čisté bakteriální kultury. Výsledky mají význam hlavně pro praxi, protože ukazují vhodnost použití některých pesticidů.

Podobně praktické zaměření mělo studium chemických vlastností vody v půdě a vodoteči i vody srážkové v oblasti vodní nádrže na Želivce. Sledovala se dynamika změn obsahu různých chemických látek ve vodě a byla hledána souvislost mezi typem vegetace (lesní a travní porosty, zemědělské kultury) a přísunem látek, důležitých zejména pro jakost vody v nádrži Želivka.

Poslední rozsáhlou prací Ing. O. Langkramera bylo studium mikroflóry lesních půd v oblastech znečištěných průmyslovými imisemi oxidu siřičitého. V této otázce byl nejen prvním, ale je dosud jediným, kdo dlouhodobým pozorováním v přírodních podmínkách skutečně dokázal negativní vliv imisí na půdní mikroflóru. Jeho práce je ve světové literatuře zcela ojedinělá svým ekologickým zaměřením i délkou a spolehlivostí pozorování. Ing. O. Langkramer tak vytvořil solidní základ pro další výzkum.

V tomto krátkém přehledu nebylo možno vypočíst celou šíři odborných zájmů jubilantových. Snad lépe poslouží připojený přehled publikací, do kterého však již nejsou zahrnuta díla zmíněná v textu, 31 závěrečných zpráv, četné diskusní příspěvky, recenze, oponentské posudky atd. Nutno se alespoň ještě zmínit o velmi aktivní účasti Ing. O. Langkramera na vypracování hesel pro Naučný slovník lesnický, Technický naučný slovník, Naučný slovník zemědělský a Malou technickou encyklopedii, kde uplatnil svůj výborný rozhled po světové literatuře.

Za svoji cennou vědeckou i společenskou práci obdržel Ing. O. Langkramer četná uznání a vyznamenání.

Jeho přátelé a spolupracovníci mu k významnému životnímu jubileu srdečně přejí, aby i příští leta prožíval v plném zdraví i osobní spokojenosti.

PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI Ing. O. LANGKRAMERA, CSc.

LANGKRAMER, O. — ŘEZNÍK, J.: Umělá mrva — náhradní substrát pro pěstování žampionů. Čs. Mykologie, sv. 8, 1954, s. 172-175

LANGKRAMER, O.: Několik poznámek ke způsobu získávání čistých kultur podhoubí žampionu (*Agaricus*) ze spor. Sbor. ČSAZV, řada Rostl. výroba, sv. 28, 1955, s. 125-132

LANGKRAMER, O. — SOBOTKA, A.: Mykorrhiza lesních dřevin a její praktické využití v lesním hospodářství. Čs. Mykologie, sv. 10, 1956, s. 41-48

KROULÍK, A. — KAŠ, V. — LANGKRAMER, O.: Tabulky ze zemědělské mikrobiologie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1959

KHOLOVÁ, H. — LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V.: Předběžné sdělení o průběhu chemických a biologických změn v kompostech nasycených čpavkem. Práce VÚLHM, sv. 33, 1966, s. 5-28

LANGKRAMER, O.: Příspěvek k mikrobiologické charakteristice některých lesních typů. Kandidátská disertace, Praha 1967, 243 s.

LANGKRAMER, O.: Vliv pesticidů na půdní mikroflóru. Konf. „Chemisace v pěstování lesa“, Solenice, Višňová, Zvěstonice 1967

LANGKRAMER, O.: Vliv pesticidu Nematinu na půdní mikroflóru a její aktivitu. 6. výroční sjezd Čs. společnosti mikrobiologické, Praha 1967. Folia Microbiol., sv. 12, 1967, s. 398-399

LANGKRAMER, O.: Exhalace průmyslových závodů a jejich účinek na mikroflóru smrkových porostů v Krušných horách. 6. výroční sjezd Čs. společnosti mikrobiologické, Praha 1967. Folia Microbiol., sv. 12, 1967, s. 399-400

LANGKRAMER, O.: Lesnické zajímavosti ze sjezdu Čs. společnosti mikrobiologické při ČSAV v r. 1967. Lesnické aktuality ze světa, č. 4, 1967, s. 64-66

LANGKRAMER, O.: Vliv průmyslových exhalací na mikroflóru smrkových porostů v Krušných horách. Konf. „Imise a lesní cenosy“, Jevany 1967; Praha 1968, s. 53-62

LANGKRAMER, O.: Lidé — lesy — rekreace. Informace KR ČSVTS, červen 1968, s. 16-18

LANGKRAMER, O. — KHOLOVÁ, H.: Vliv některých pesticidů na živou půdní složku v lesních školkách. Práce VÚLHM, sv. 37, 1969, s. 165-192

LANGKRAMER, O.: O vlivu některých pesticidů na mikroflóru půd v lesních školkách. Symp. „Nové poznatky v půdní mikrobiologii“, 1969, s. 20-26

- LANGKRAMER, O.: Účinek některých vitaminů na růst čisté kultury houby *Suillus variegatus* (Sw. ex Hr.) O. Kuntze. Čs. Mykologie, sv. 23, 1969, s. 53-60
- LANGKRAMER, O.: Několik poznatků o působení pesticidů na půdní mikrofloru. Konf. „Chémia v poľnohospodárstve“, Bratislava 1969, s. 83-86
- LANGKRAMER, O.: Omyl Raye Bradburyho. ABC mladých techniků a přírodovědců, č. 11, 1969
- MRÁZ, K. — LANGKRAMER, O. — SOBOTKA, A.: Závislost mezi humusovou formou a biotickou složkou půdy v různých lesních a půdních typech. Práce VÚLHM, sv. 39, 1970, s. 19-39
- LANGKRAMER, O.: Feststellung des Einflusses von Pestiziden auf Bodenmikroorganismen in Reinkulturen mit Hilfe einer Laboratoriumsmethode. Zbl. Bakt. II, sv. 125, 1970, s. 713-722
- LANGKRAMER, O.: Pesticides and microflora of forest nursery soils. VII^e Congr. Internat. „Protection des Plantes“, Paris 1970. Résumés 157-C 3 10, s. 798-799
- MRÁZ, K. — LANGKRAMER, O.: Forest humus forms and their soil organisms. Internat. Symp. „Humus et Planta V“, Praha 1971, s. 427-430
- LANGKRAMER, O.: Laboratorní metoda stanovení účinku pesticidů na půdní mikroorganismy v čistých kulturách. Agrochémia, sv. 12, 1972, s. 193-199
- LANGKRAMER, O.: Více jedle v našich lesích. Informace KR ČSVTS, září 1971, s. 19
- LANGKRAMER, O.: Více jedlí. Svoboda, 22. 9. 1971, s. 4
- SOBOTKA, A. — LANGKRAMER, O.: Edafon a výživné kořeny dubového a smrkového porostu lesního typu Galio-Carpinetum typicum. Práce VÚLHM, sv. 41, 1972, s. 5-23
- SOBOTKA, A. — LANGKRAMER, O.: Biotická složka půd lesních typů Pineto-Quercetum a Pinetum relictum. Práce VÚLHM, sv. 42, 1972, s. 5-22
- LANGKRAMER, O.: Socialistická racionalisace v lesním hospodářství. Svoboda, 19. 1. 1972, s. 4
- LANGKRAMER, O.: Socialistická racionalisace v lesním hospodářství. Informace KR ČSVTS, únor 1972, s. 12-13
- LANGKRAMER, O. — VÁLKOVÁ, O.: Herbicidy z hlediska hygieny lesních půd. Kolokvium „Ochrana životního prostředí“, Plzeň 1973, s. 30-41
- LANGKRAMER, O.: Mikroflóra půd smrkových porostů tří věkových stupňů v objektu Želivka. Lesnictví, sv. 19, 1974, s. 345-360
- LANGKRAMER, O.: Einfluss der Immissionen auf die Bodenmikroflora in Fichtenbeständen. IX. Internat. Tagung „Luftverunreinigung u. Forstwirtschaft“, Mariánské Lázně 1974, s. 277-281
- VÁLKOVÁ, O. — LANGKRAMER, O.: Application of some Triazine compounds and Propachlor and their influence on microflora in soil. The 3rd Internat. Congr. „Pesticide Chemistry“, Helsinki 1974
- LANGKRAMER, O.: K pětasedmdesátinám prof. Ing. Dr. V. Káše, DrSc. Lesnické aktuality ze světa, č. 2, 1974, s. 40-41
- LANGKRAMER, O. — VÁLKOVÁ, O.: Kolokvium „Ochrana životního prostředí“. Lesn. Práce, sv. 53, 1974, s. 31-32
- LANGKRAMER, O.: Půdna mikroflóra po aplikácii Propachlóru. Konf. „AGRICHEM“, Bratislava 1975, s. 205
- LANGKRAMER, O.: Influence of some Triazine compounds and Propachlor on microflora in nursery soil. VIII Internat. „Plant Protection Congr.“, Moskva 1975. Sect. III, Part II, s. 473-474
- LANGKRAMER, O.: Vliv imisí na mikroorganismy a jejich činnost ve svrchních horizontech půd smrkových porostů. Lesnictví, sv. 21, 1975, s. 591-610
- LANGKRAMER, O.: Biomasa půdních bakterií a mikromycet ve smrkových porostech a její podíl na vodní bilanci a koloběhu živin v půdě. Lesnictví, sv. 23, 1977, s. 89-104
- LANGKRAMER, O.: Influence of the herbicide Aminotriazol (ATA) on soil microflora. Symposium Mediterraneo de Herbicidas, Madrid 1978. Tomo I, s. 152-154
- LANGKRAMER, O.: Pesticidy a mikroflóra půd lesních školek a porostů. Seminář „Mikrobiologické premeny látok v prirodzených a obhospodarovanych prostrediaach“, Bratislava 1978
- LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V. — LETTL, A.: První výsledky pokusu o zjištění vlivu leteckého hnojení starších smrkových porostů na kvalitu povrchových a podzemních vod. Konf. „Meliorace a hnojení v lesním hospodářství“, Plzeň 1978
- LOCHMAN, V. — LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Odběr vzorků a stanovení nitrátů v lesních půdách. Seminář „Dusík“, Praha 1978

- LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V. — LETTL, A.: Vliv hnojení ve smrkových porostech na složení vody ve vodotečích. Zprávy les. výzkumu, sv. 24, 1979, s. 5-11
- LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V. — LETTL, A.: Příspěvek k dynamice sloučenin dusíku v lesních půdách. Seminář „Dusík“, Praha 1979
- LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Vlijanje udobrenja jelovych nasažđenij azotom na mikrobiálnyje uslovija v počvě i na kačestvo pověrchnostnoj i podzemnoj vody. Pracovní porada RVHP, Plzeň 1980
- LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Vliv průmyslových imisí na ekologické poměry v půdě smrkových porostů. Konf. „Soubor opatření ke snížení vlivu imisí na lesní hospodářství“, Hřensko 1980
- LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Změny ekologických poměrů v půdě smrkových porostů zasažených průmyslovými imisemi. Práce VÚLHM, sv. 59, 1981, s. 31-48
- LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V. — LETTL, A.: Vliv opakovaného hnojení smrkových porostů dusíkem na ekologické poměry a na složení povrchové a podzemní vody. Zprávy les. výzkumu, sv. 26, 1981, s. 1-6
- LOCHMAN, V. — LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Okyselování vody a lesní půdy vlivem kyselých srážek. Lesnictví, sv. 29, 1981, s. 577-590
- LANGKRAMER, O.: Lesnická půdní mikrobiologie v Československu, její vývoj a úspěchy. Lesnictví, sv. 27, 1981, s. 289-301
- LANGKRAMER, O.: Mikrobiologické aspekty lesního ekosystému. Lesnictví, sv. 27, 1981, s. 383-384
- LETTL, A. — LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V.: Dynamics of oxidation of inorganic sulphur compounds in upper soil horizons of spruce forests. Folia Microbiol., sv. 26, 1981, s. 24-28
- LETTL, A. — LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V. — JAKŠ, M.: Thiobacilli and sulphate production from inorganic sulphur compounds in upper horizons of spruce forest soils. Folia Microbiol., sv. 26, 1981, s. 29-36
- LETTL, A. — LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V. — JAKŠ, M.: Effect of industrial immissions with high sulphur dioxide content on thiobacilli and oxidative activity of spruce forest soils towards inorganic sulphur compounds. Folia Microbiol., sv. 26, 1981, s. 151-157
- LETTL, A. — LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V.: Some factors influencing production of sulphate by oxidation of elemental sulphur and thiosulphate in upper horizons of spruce forest soils. Folia Microbiol., sv. 26, 1981, s. 158-163
- LOCHMAN, V. — LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Působení lesních ekosystémů zasažených imisemi na složení vody v jejím koloběhu. Seminář „Vplyv človeka na prírodné prostredie“, Zvolen 1981
- LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Influence of industrial atmospheric pollution on soil biotic component of Norway spruce stands. Zbl. Mikrobiol., sv. 137, 1982, s. 180-196
- LETTL, A. — LANGKRAMER, O.: Vliv opakovaného hnojení dusíkem na mikrobiální poměry v půdě smrkového porostu. Lesnictví, sv. 29, 1983, s. 33-42
- LANGKRAMER, O. — LETTL, A. — LOCHMAN, V.: Vliv hnojení lesních porostů dusíkem na kvalitu povrchové a podzemní vody. Vodní hospodářství (B), sv. 33, 1983, s. 61-65
- LOCHMAN, V. — LETTL, A. — LANGKRAMER, O.: Vliv hospodaření v lesích na chemické složení vody odtékající do vodních zdrojů. Lesnictví, sv. 29, 1983, s. 537-550
- LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Effects of clearcut on the microbial conditions in soil. Scientia Agriculturae Bohemoslovaca, sv. 15, 1983, s. 157-165
- LETTL, A. — LANGKRAMER, O.: Interrelationships in the soil microbial biocenosis under spruce stand affected by SO₂ immissions. Ecology (CSSR), sv. 3, 1984, s. 23-34
- LANGKRAMER, O. — LETTL, A.: Vliv pěstebních zásahů na aktivitu mikroorganismů v půdě smrkového porostu. Lesnický časopis, 30, 1984, s. 285-294

Ing. Jiří Skoblík, CSc.

RNDr. PhMr. Aleš Lettl, CSc.

VÝCHOVA K VOLBĚ POVOLÁNÍ A MOTIVACE STUDIA ŽÁKŮ STŘEDNÍCH LESNICKÝCH TECHNICKÝCH ŠKOL V ČR

Je známou skutečností, že řada absolventů středních lesnických škol odchází po ukončení studia pracovat do zcela odlišných výrobních nebo nevýrobních oborů, popř. studovat na vysoké školy s jiným zaměřením než lesnickým nebo přírodovědeckým. Je taktéž známou skutečností, že lesnický venkovní provoz začíná pocítovat nedostatek středškolsky vzdělaných lesnických technických kádřů.

Lze předpokládat, že jednou z příčin, proč k úniku lesních techniků dochází, bude rozdíl mezi představami, které čtrnáctiletí žáci základní osmileté školy mají, když se rozhodují pro budoucí povolání, a skutečností lesnického provozu, se kterou se během studia a po absolvování školy postupně seznámí. Pro některé z nich je lesnické povolání náročné fyzicky z hlediska zdraví nebo z hlediska osobního pohodlí, volného času, společenského a kulturního vyžití a postrádá romantiku, pro kterou si je někteří žáci zvolili.

Proto je prospěšné zkoumat a poznat motivy, které žáky přivedly ke studiu na středních technických lesnických školách, vyhodnotit je a navrhnout opatření, jak snížit podíl žáků, kteří jdou studovat lesnictví se zkreslenými představami.

CÍLE PRÁCE

Žák, přicházející ze základní školy na střední školu, má své představy o tom, jak by se měly jeho schopnosti a dovednosti dále rozvíjet ve škole, na níž přechází. Vznikají specifické nároky na motivaci studia, studijní seberealizaci, a to i v takových otázkách, jako je jistota z volby školy a potřeba rozvoje zájmů a schopností.

Úspěšné formování osobnosti žáka a jeho příprava pro život v rozvinuté socialistické společnosti je určována především:

vlivem sociálního prostředí, v němž se mladý člověk vyvíjí (máme na mysli především užší i širší rodinu, sociální a regionální charakter místa bydliště, organizace dětí a mládeže, zájmové i společenské organizace apod.);

vlivem socialistické výchovně vzdělávací soustavy (vliv výchovného působení školy, kterou žák navštěvuje, vzor osobnosti učitelů, žákovský kolektiv i účinnost profesní výchovy);

osobností žáka, jeho úrovní vědomostí, dovedností a návyků, jeho charakterovými vlastnostmi, volnými vlastnostmi, jeho zájmy, potřebami i vnitřními a vnějšími motivy;

jistotou žáka z volby školy, z volby oboru a specializace, možnostmi míry seberealizace jeho schopností a zájmů.

Aby bylo možno zhodnotit tyto otázky u žáků středních lesnických technických škol, byl vytyčen úkol získat základní informace ve třech okruzích souvisejících s výše uvedenou problematikou, a to:

zdroj motivace ke studiu na vybrané škole a charakter motivu rozhodovacího procesu,

sebehodnocení žáka na vybrané škole, včetně jistoty z volby školy, týkající se seberealizace jeho potřeb a zájmů, sociální složení žáků vybrané školy.

Rozbor získaných informací má vyústit v závěry sloužící ke zkvalitnění výchovy k volbě povolání žáků základní školy.

POUŽITÁ METODA

V předložené práci byla použita metoda statistická. Tato metoda vychází z poznání, že téměř všechny jevy v přírodě a společnosti mají svou kvantitativní stránku, která je poznatelná a měřitelná. Je to míra četnosti neboli pravděpodobnost výskytu.

Materiál byl shromažďován dotazníky. Dotazníky umožnily získat značné množství informací od 643 respondentů, kteří odpovídali na 22 otázek a v jejich rámci na 90 podotázek. Při sestavování otázek bylo **nutno si uvědomit prostředí** a intelektuální úroveň dotazovaných, aby otázky pro ně byly přirozené, a tím byla zajištěna potřebná kvalita odpovědí. Dotazník měl anonymní charakter.

Dotazníková akce proběhla ve všech třídách a ročnících u všech přítomných žáků středních lesnických technických

škol v ČSR, a to v době od 10. 2. do 1. 3. 1978. Bylo dbáno, aby podmínky při vyplňování anonymních dotazníků byly ve všech třídách stejné, žáci byli shodně informováni o účelu a průběhu akce, jednotně instruováni o vyplňování dotazníků a zejména při jejich vyplňování pracovali samostatně a zodpovědně. Po rozdáání dotazníků žákům ve třídě byla provedena základní instruktaž pracovníkem katedry. Instruktažní dozor měl na všech školách a ve všech třídách pouze jeden pracovník katedry. Akce v jedné třídě trvala 20–30 minut. Vyplněné dotazníky byly ihned uloženy, aby neovlivnily vyjádření žáků jiných tříd.

Technika dotazníků byla částečně doplňována besedou s žáky, podle možností v konkrétních situacích, v nichž byly zjišťovány důvody, které žáky přivedly ke studiu lesnictví, a jejich názory na současný stav. Protože však tato technika nebyla uplatněna systematicky a její výsledky nebyly ucelené, v další části práce se jí nezabýváme.

MOTIVACE STUDIA ŽÁKŮ NA SLTS

Jako rozhodující motiv pro volbu studia na střední lesnické technické škole uvádí 63 % žáků svůj velmi dobrý vztah k lesu a k přírodě. Na jednotlivých školách kolísají výsledky v rozpětí od 56 do 73 %. V jednotlivých ročnících jsou vzácně vyrovnány v rozpětí od 56 do 65 %. V pořadí druhým rozhodujícím motivem pro volbu studia na střední lesnické technické škole označilo 25 % žáků svůj vyhraněný zájem o práci v lesnictví. Na jednotlivých školách tyto výsledky výrazně kolísají v rozpětí od 16 do 36 %. V jednotlivých ročnících jsou výsledky vyrovnanější, kolísají od 20 do 29 %. Negativním jevem je skutečnost, že od I. do IV. ročníku je evidován sestupný trend zájmu žáků o práci v lese, a to od 27 % v I. ročníku do 20 % ve IV. ročníku. Třetím rozhodujícím motivem je myslivost, a to u 9 % žáků. Na jednotlivých školách je toto rozpětí vyrovnáno (od 7 do 9 %). V jednotlivých ročnících kolísá od 7–11 %. Rodinné tradice jako motiv vstupu na střední lesnickou školu označilo pouze 2 % žáků. Ukazatel je vyrovnaný na jednotlivých školách i v jednotlivých ročnících.

Z hlediska vnitřních a vnějších motivů, ovlivňujících vstup žáků základních osmiletých škol na střední lesnickou technickou školu, uvádí se na prvním místě vlastní rozhodnutí (91 %). Tato informace je na jednotlivých školách

vzácně vyrovnaná (90–94 %), stejně jako v jednotlivých ročnících (91–92 %). Na druhém místě je uváděno direktivní rozhodnutí rodičů ve výši 7 %. Na jednotlivých školách činí rozpětí 5–9 % a v jednotlivých ročnících od 6–7 %. Teprve na třetím místě se uvádí vliv školy, učitelů, výchovných poradců a přátel, a to pouze ve výši 2 %. Na jednotlivých školách činí rozpětí 1–4 % a v jednotlivých ročnících jsou vykazovány vždy 2 %.

Motivace studia na střední lesnické technické škole doplňují odpovědi žáků na otázku č. 1. Vyhraněný a jednoznačný názor na jediné povolání a studium pouze na lesnické škole projevilo 58 % žáků. Na jednotlivých školách činí rozpětí 55–60 %, v jednotlivých ročnících je výsledek vyrovnaný od 51–58 %. Ve srovnání s tímto kladným jevem bylo zjištěno, že 37 % žáků uvažovalo před vstupem na střední lesnickou technickou školu o alternativní možnosti studia na jiné střední škole.

JISTOTA O VOLBĚ ŠKOLY A SEBEREALIZACE SCHOPNOSTÍ A ZÁJMŮ ŽÁKŮ

Na otázku, splňuje-li studium jejich představy, které měli před vstupem na střední lesnickou technickou školu, odpovídá 48 % žáků, že jejich představy souhlasí z velké části se skutečností. Značné rozdíly jsou však vykazovány mezi jednotlivými školami, a to v rozpětí od 32–63 % a taktéž v jednotlivých ročnících v rozpětí od 34–66 %; 30 % žáků odpovídá, že jejich představy o studiu před vstupem na střední lesnickou technickou školu byly jen průměrné. Rozdíly mezi jednotlivými školami jsou značné, a to od 22 do 34 %. Rozdíly mezi ročníky vykazují ještě větší rozpětí, od 18 do 43 %. Pouze 10 % žáků označuje své představy o studiu ve srovnání se skutečností jako zcela jednotné. Negativním jevem v této souvislosti je skutečnost, že rozdíly v jednotlivých třídách jsou výrazné od 3–14 %, přičemž tento jev má sestupnou tendenci od I. třídy (14 %) do IV. třídy (4 %). Dokonce ve IV. ročníku studuje 6 % žáků, kterým se představa o studiu na střední lesnické technické škole nesplnila vůbec.

Studium na střední lesnické technické škole označuje 57 % žáků za stejně náročné, jak očekávali před vstupem na školu. Odpovědi jsou vyrovnané mezi jednotlivými školami (53–63 %) i mezi ročníky (56–58 %). Studium označuje

23 % žáků za náročnější, než předpokládali. Existují však značné rozdíly mezi školami, a to od 12 do 35 %, ale i mezi ročníky — od 15 až do 34 %, přičemž od I. do IV. ročníku postupně ubývá žáků, pro něž je studium náročnější, a přibývá těch, pro něž je studium méně náročné, než předpokládali (20 % žáků).

Studium na střední lesnické technické škole označuje 46 % žáků jako velmi zajímavé. Výrazně se však projevují rozdíly mezi jednotlivými školami, a to v rozpětí od 29 do 62 %. Jako negativní lze označit rozdíly mezi jednotlivými ročníky, a to od 56 % v I. ročníku do 19 % ve IV. ročníku; 52 % žáků označilo studium jako průměrně zajímavé. Značné rozdíly jsou zjištěny mezi školami (v rozpětí od 38 do 67 %) i mezi ročníky (v rozpětí od 39 do 78 %). Zarážející je, že pro 78 % žáků IV. ročníku je studium na střední lesnické technické škole jen průměrně zajímavé. Jen pro 19 % žáků IV. ročníku je studium velmi zajímavé. Na každé škole se vyskytují jedinci, pro něž je studium nezajímavé (až 4 % žáků).

Velmi poučné jsou informace žáků, týkající se případného nového rozhodnutí o budoucím povolání a studiu na střední škole. Na základě dnešních zkušeností by se 81 % žáků znovu přihlásilo ke studiu na střední lesnickou technickou školu. Mezi jednotlivými školami jsou rozdíly od 70—90 %. Mezi jednotlivými ročníky činí rozdíly od 71 do 90 %, přičemž zjišťujeme sestupný trend kladných odpovědí od I. ročníku (90 %) do IV. ročníku (71 %). Na jinou školu by se dnes přihlásilo 14 % žáků. Rozdíly mezi jednotlivými školami se pohybují v rozpětí od 6—24 %. V jednotlivých třídách mají odpovědi na tuto otázku vzestupný trend, a to od 6 % v I. ročníku do 21 % ve IV. ročníku. Tuto skutečnost lze hodnotit velmi negativně; 5 % žáků by se dnes nepřihlásilo na žádnou střední školu.

Jen 58 % žáků středních lesnických technických škol má v úmyslu po ukončení studia pracovat ve venkovním lesním provozu, avšak jejich podíl postupně během studia klesá z 63 % v I. ročníku na 51 % ve IV. ročníku. Pokračovat ve studiu na lesnické fakultě má v úmyslu 31 % žáků středních lesnických technických škol, přičemž jejich počet v průběhu studia stoupá z 28 % v I. ročníku na 36 % ve IV. ročníku. Zarážející je skutečnost, že 8 % žáků je již dnes rozhodnuto, že po absolvování střední technické lesnické školy bude pracovat mimo studovaný obor,

mimo lesnictví, přičemž v I. ročníku je to 6 % žáků a ve IV. ročníku 10 % žáků.

SOCIÁLNÍ SKLADBA ŽÁKŮ

Přesně 50 % žáků středních lesnických technických škol má své trvalé bydliště ve městech, pouze 43 % na vesnicích a 7 % na samotách. Vzhledem k charakteru práce venkovního technického personálu v lesnictví není tato skutečnost optimální.

Žáci střední lesnické technické školy pocházejí nejčastěji ze čtyřčlenných (43 %) nebo šlenných (25 %) rodin. Dotazovaní mají nejčastěji jednoho sourozence (53 %), dva sourozence (27 %) nebo žádného sourozence (9 %). Výsledky ukazují, že větší počet dětí v rodinách je slabě zastoupen.

Podle sociálního původu otce pochází 35 % žáků středních lesnických technických škol z dělnických rodin, z toho 6 % z rodin dělnických profesí v zemědělství a pouze 2 % z rodin lesních dělníků; 59 % žáků pochází z rodin jiných než dělnických profesí, z toho pouze 22 % z rodin lesních zaměstnanců. Celkem z lesnických rodin pochází pouze 24 % žáků středních lesnických technických škol.

Podle sociálního původu matky je 39 % žáků z dělnických rodin, z toho 5 % z rodin dělnických profesí zemědělských a 6 % žáků z rodin, kde matka pracuje jako lesní dělnice; 55 % žáků pochází z rodin jiných nedělnických profesí. Podle sociálního původu matky pochází pouze 7 % žáků z lesnických rodin. Tato skutečnost nevede k oprávněnému optimismu.

POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ ŠETŘENÍ

Na ověření výsledků bylo na katedře pedagogiky uskutečněno opakované šetření motivace studia žáků středních lesnických technických škol realizované v následujícím školním roce. Byla použita stejná metoda i technika při použití dotazníku, a to znovu ve všech třídách, ročnících i školách v ČSR. Tím, že šetření bylo provedeno s odstupem jednoho roku od prvního měření, vztahovalo se na tytéž žáky v II., III. a IV. ročníku. Pouze žáci I. ročníku odpovídali na otázky poprvé. Četnost vzorku respondentů činila 587 dotazovaných žáků. Výsledky jsou velmi zajímavé. Na 90 předložených otázek odpovídali žáci takto: Ve 14 případech byly odpovědi vyjádřeny v relativních číslech shodné s našimi výsledky; v 18 případech se

odpovědi rozcházel s našimi výsledky o -1% ; v 16 případech o $+1\%$; v 10 případech o -2% ; v 6 případech o $+2\%$; ve 3 případech o -3% ; ve 4 případech o $+3\%$; ve 3 případech o -4% ; ve 3 případech o $+4\%$; ve 3 případech o -5% ; ve 2 případech o -5% ; ve 2 případech o -6% (ten-to výsledek je v jednom případě dán změnou sociální skladby žáků); ve 2 případech o $+6\%$; ve 2 případech o $+7\%$ (v obou případech je rozdíl způsoben sociální skladbou rodičů žáků); v 1 případě o -10% (je dáno změnou sociální skladby rodičů žáků) a v jednom případě se odpovědi rozcházel s našimi výsledky o hodnotu $+11\%$ (to znamená, že o 11% více žáků se hodnotí podle prospěchu jako průměrní).

Srovnání potvrzuje výsledky prvního šetření.

SHRNUTÍ ZÁVĚRŮ

V současné době lze tedy počítat jen s polovinou absolventů středních lesnických technických škol pro venkovní lesní provoz. Aby tento podíl byl v budoucnosti vyšší, budou vhodná jistá opatření. Týkají se především problémů výchovy k povolání žáků základních škol, a to jak ze strany školy, tak i rodiny. Teoreticky je tento problém velmi dobře propracován. Jen obor pedagogické literatury Státní vědecké knihovny v Brně má k dispozici 449 titulů z posledních let, týkajících se předmětné problematiky. Rozpor mezi teorií a praxí, popř. jejími možnostmi, však existuje.

Proto bude vhodné v oblasti činnosti školství:

na základních školách dát větší vážnost a prostor problémům výchovy k volbě povolání;

zvýšit úroveň profesní orientace žáků i rodičů;

zajistit vyšší úroveň informací o výchově k volbě povolání všech učitelů na ZŠ;

výchovu k volbě lesnického povolání zaměřit především na školy v horských oblastech a v oblastech s vysokou koncentrací lesní výroby;

při výchově k volbě lesnického povolání využít pro spolupráci se základní

školou vhodných pracovníků lesního provozu v místě školy (exkurze, zájmové kroužky apod.);

zvýšit spolupráci školy s rodiči v oblasti výchovy k volbě povolání a zajistit v rámci SRPŠ (i mimo něj) vhodnou informaci o obsahu a zvláštěnostech lesnického povolání.

V oblasti činnosti organizací státních lesů bude vhodné:

požadovat, aby výchova k volbě lesnického povolání a studia na středních lesnických technických školách byla na základních školách realizována především v oblastech s vysokou koncentrací lesní výroby;

provést rozbor příčin stavu, proč jen čtvrtina žáků středních lesnických technických škol pochází z lesnických rodin, kde je práce v lesním provozu dobře známa;

ve veřejných sdělovacích prostředcích propagovat více realisticky problémy náročné práce v lesnictví, ve volné přírodě i úkoly lesníků v ochraně životního prostředí (informace veřejnosti o romantice myslivosti, lovů i krás lesnaté přírody, mohou vytvářet zkreslené názory žáků základních škol i jejich rodičů na práci v lese a v přírodě).

V oblasti výchovy k lesnickému povolání v rodině bude vhodné:

zajistit lepší informace rodičů školou, ale i vhodnými publikacemi, popř. informacemi lesnických škol nebo organizací státních lesů;

jednání SRPŠ více využít k pravidelným informacím rodičů o otázkách profesní výchovy, a to včas (již od 6. třídy).

K těmto závěrům opravňuje mimo jiné charakter práce v lese. Absolventa střední lesnické technické školy očekává povolání náročné na jeho zdravotní stav, omezující často jeho volný čas a požadavky na kulturní nebo společenský život, náročné na jeho charakterové vlastnosti, vyžadující smysl pro samostatnou práci na rozsáhlém pracovišti ve volné přírodě, vyžadující organizační schopnosti, manuální zručnost, cit pro živou i neživou přírodu, ale i pro techniku a stroje. Není to jednoduché zaměstnání a vydrží jen ti, kterým se stane nikoliv řemeslem, ale skutečným celoživotním cílem.

Literatura

BALÁŽ, O.: Psychologické aspekty profesionální orientace, Socialistická škola, 1976—1977, č. 3

BALÁŽ, O.: Výchovný charakter profesionálnej orientácie, Učiteľské noviny, 1976, č. 4

- BALÁŽ, O.: K problematice profesionálnej adaptácie. Výchovný poradce, 1970, č. 2
- BALÁŽ, O.: Pracovná výchova, polytechnické vzdelanie a profesionálna orientácia. Výchovný poradce, 1974, č. 1
- BALÁŽ, O.: Výchova k volbe povolania — súčasť komunistickej pracovnej výchovy. Pedagogika, 1977, č. 2
- GRÁC, J.: Istota z volby školy a seberealizácia schopností a záujmov mládeže. Pedagogika, 1973, č. 3
- HARGAŠ, M.: Profesionálna orientácia na základnej škole, Bratislava, SPN 1969
- NEJL, M. — ŠTEFKOVÁ, A.: Motivace studia žáků na SLTŠ Hranice. Rukopis, SLTŠ Hranice, 1979
- HOMOLA, M.: Motivace lidského chování. Praha, SPN, 1972
- KLÍMOVÁ, M.: Aktuální otázky výchovy mládeže k volbě povolání. Socialistická škola, 1973/1974, č. 4
- KLÍMOVÁ, M.: K základním otázkám výchovy k volbě povolání. Výchovný poradce, 1972, č. 3
- KLÍMOVÁ, M.: O úkolech závodů ve výchově k povolání. Odborná výchova, 1970/1971, č. 3
- KOLENČÍK, L.: Volba povolania a spokojenosť žiakov so zvoleným oborom v SPTŠ. Jednotná škola, 1975, č. 5
- MALKOVSKÝ, Z. — DVOŘÁK, B.: Motivace studia žáků SLTŠ v ČSR. Rukopis VŠZ, Brno, 1979, 1980
- PAVLÍK, J.: Výchova k volbě povolání. Rudé právo, 1978, č. 1

Doc. PhDr. Ing. Bohuslav Richtar, CSc., Katedra pedagogiky VŠZ, Zemědělská 1, 613 00 Brno

NÁHORNÍ VARIANTY BOROVICE LESNÍ OKRAJOVÝCH POHOŘÍ HERCYNSKÉ KOTLINY

Náhorní typ borovice lesní je znám z řady pohoří střední, jižní a východní Evropy, i když je jako samostatný taxon s vlastní specifickou historií vzniku a vývoje i geneticky fixovanými ekologickými nároky přehlížen jak u botaniků-systematiků, tak i jako součást zvláštních společenstev náhorních a horských poloh. Byl dlouho přehlížen i lesnickou praxí, která z uvedených základních věd vychází.

V prostorách střední Evropy se vyskytuje tento typ se zvláštním habitem, některými specifickými morfologickými znaky a hlavně ekologickými nároky, tj. především schopností přežít drsné podmínky horských poloh, takřka ve všech pohořích ohraničujících hercynskou kotlinu. Je faktem, že v celé této rozsáhlé oblasti hraničních hor Čech a přilehlých území byla náhorní borovice pokládána podvědomě za prvek ilegálně vnesený do těchto poloh, ačkoliv se svými ekologickými nároky a schopností přežít na stanovištích horských poloh naprosto vymyká ekologické charakteristice i souboru společenstev, do kterého je druh *Pinus sylvestris* L. řazen fyto-sociology.

Byly popsány horské výskyty borovice lesní nebo jejích lehkó prokazatelných hybridů s nejbližším příbuzným komplexem taxonů *Pinus mugo* T. (Dobrinov 1965, 1979; Dobrinov, Jagdzidis 1971; Holubičková 1965, 1980; Musil 1973, 1977; Nikolov, Dobrinov, Blaskova, Jurukov 1982; Staszkievicz, Tyszkiewicz 1969a,b; Vieuwegh 1977). Pakliže se takový taxon (*P. digenea*, *P. celakovskiorum*, *P. engadinensis*, *P. rhaetica* apod.) popisuje, pak se uznává zpravidla jen na místě, kde byl nalezen a popsán a po jeho dalších osudech systematika zpravidla nepátrá. Jen Novák (1953) činí pro náš případ významnou výjimku v textu týkajícím se druhu *Pinus rhaetica* Brügger apud Christ 1864, začínajícím slovy: „V místech, kde rostly nebo dnes ještě rostou pohromadě borovice lesní a borovice horská, nacházíme ve volné přírodě velmi často křížence obou druhů. Některé odchylky borovice lesní naznačují, že není vyloučen jejich hybridní původ z dob dávno minulých.“

Typologický výzkum zahájený u nás po II. světové válce včetně registrace rozšíření druhů lesních dřevin v našich lesních porostech (Svoboda 1947) i některé publikace (srv. Hilitzer 1932, Hladilín 1982, Kaňák 1983, 1984a, b) přispěly k tomu, aby byly některé skutečnosti, jež se nedají popřít, legalizovány. V našich poměrech je nejvýznamnější oblast rozšíření šumavské náhorní až horské varianty borovice lesní, již se zvláště týkají některé vpředu zmíněné publikace.

Svoboda (1953), který pokračuje v Turessonových představách (Turesson 1922, 1923, 1925, 1936), podal nejpodrobněji zpracovaný projekt rozdělení areálu druhu na oblasti ekotypů na podkladě lesní typologie. Třebaže, jak soudí A. M. Svoboda (1979), narazil na nepochopení taxonomů (Turesson už v roce 1936 používá téhož třídlího pojmenování borovice), vnáší určitý systém do hodnocení druhů z hlediska potřeb lesníka, který výsledky základních věd realizuje v praxi.

Svoboda P. (1953) dělí populaci druhu *Pinus sylvestris* L. zvláště podle její postglaciální historie vývoje na subpopulaci *Pinus sylvestris septentrionalis*, jež se vyvinula v postglaciálu při migraci druhu do prostor uvolněných po ustupujícím ledovci, a na subpopulaci *Pinus sylvestris montana*, tzv. borovici reliktní, která přezila v různých pohorích jižně od hranice ledu celou ledovou dobu. Protože hranice ledu v naší části Evropy končila na hřebenech severních hraničních hor herceynské kotliny, jsou všechny výskyty borovice v našich oblastech reliktního původu.

Pro pochopení vývojové povahy pojmu ekotyp cituji popis vývoje druhu podle Faegriho (1937) představy: „Schematicky se dá formulovat biografie druhu (i.e. „life history“) takto: Nejdříve sestává z geneticky a morfologicky dosti uniformní populace v rámci omezeného území, tj. s malým aktuálním polymorfismem. Avšak potenciální polymorfismus je značně velký a druh se postupně rozptyluje ze svého centra původu, přičemž uskutečňuje morfologické a ekologické možnosti proměnlivosti. To je první fáze. Pak přichází období, kdy území rozšíření narostlo do takové rozlohy zeměpisně i ekologicky, že volné křížení (panmixie) uvnitř populace druhu už není možné. Jestliže různé části populace podléhají různým vnějším podmínkám, jako že tomu vždy tak je, síly výběru daného prostředí způsobí jistou

diferenciaci v dílčích populacích... Dílčí populace jsou kompatibilní a nedají se uvažovat za druhové jednotky. To je druhá fáze, stadium ekotypu... Třetí fáze vývoje našeho druhu musí být stabilizace diferencí. Jinými slovy, naše ekotypy se musí vyvinout v nové druhy vytvořením bariér inkompatibility mezi ekotypy vyvinutými ze stejného původního celku.“

Tedy poslední fáze vývoje druhu, kdy se začíná na vnějších i vnitřních znacích subpopulací druhu projevovat dlouhodobý účinek vlivu přírodního výběru způsobeného faktory okolního prostředí, je přesné období, ve kterém se nacházely současné subpopulace našich dřevin do doby, kdy začal vliv člověka na jejich ekogeneticky fixovanou podstatu, např. areál borovice lesní v dnešní podobě, který je podle Wright-Bull (1963) starý cca 5000 let.

V souvislosti s Faegriho schématem byly formulovány na pracovišti VÚLHM v Plzni (Kaňák 1984a, b) okolnosti pravděpodobného vzniku a vývoje současných dílčích populací náhorní a možná v některých případech nejen náhorní varianty borovice lesní.

Počátek jejího vzniku bude podle některých morfologických znaků a ekologických projevů souviset s obdobím šíření borovice lesní a dotykem jejích dílčích populací na některých místech s taxony komplexu *Pinus mugo*, hlavně takovými, které se vyskytují v nižších předhorských polohách do 700 m n. m. Při vzájemném křížení obou druhů vznikly hybridní roje, které se šířily z okolí rašelinišť na přechodná i sušší stanoviště.

Síly přírodního výběru na různých stanovištích brzy vyloučily jedince s geny vhodnými pro stanoviště jiná. Hybridní roje, které se rozšířily na minerální stanoviště, se za několik generací stále více podobaly borovici lesní, jenže se změněnými ekologickými nároky, tj. schopné zdárné existence ve vysokých horských polohách. V hybridních rojích, které obsadily rašelinná stanoviště, převládly naopak genotypy blízké blatce až po takové, které jsou od blatky těžko rozlišitelné. Jde o charakteristické následky disruptivní selekce.

Reliktní výskyty takto vzniklého samostatného taxonu borovice lesní se změněným genovým základem se uchovály v horských oblastech *Fageto-Querceta* a *Fageto-Abieta*. Protože fytosociologie přičítá zpravidla borovici lesní xerofytní charakter a neschopnost udržet se jinde než na extrémních lokalitách většinou v čistých skupinách, nebyl

tento horský taxon oficiálně uznán a legalizován v podkladech lesního hospodářství. Proto také není systematicky pěstován a obnovován s výjimkou vogtlandské varianty v NDR a počáteční fáze v oblasti jižní části Šumavy, kde náhorní varianta borovice dosahuje ve výškách 700—1100 m n. m. výšky přes 30 m.

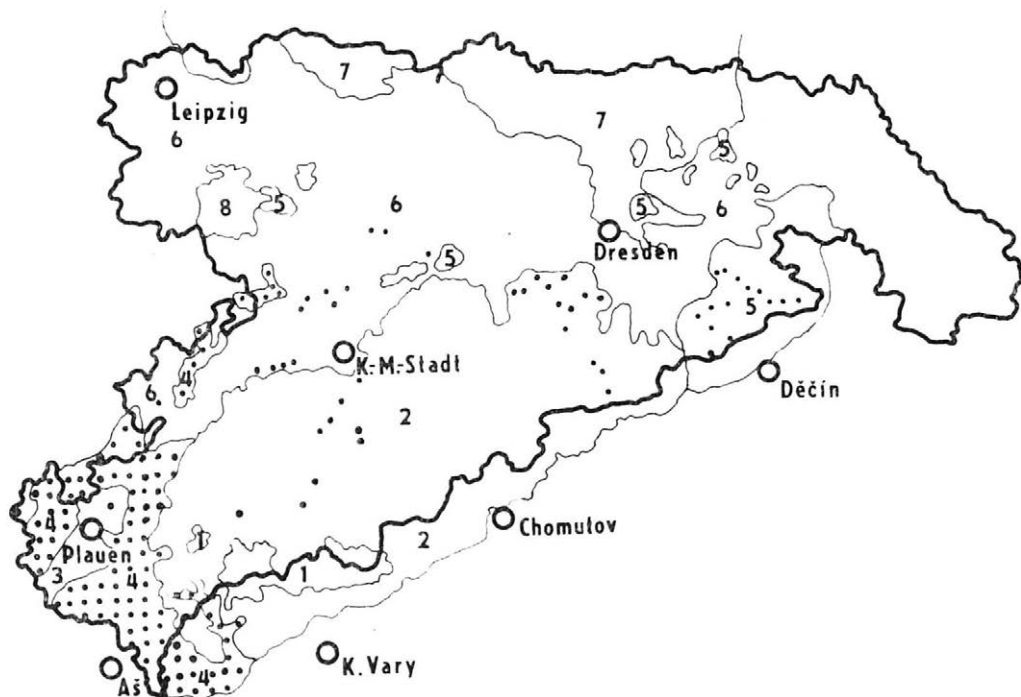
Přestože regionální populace původních ekotypů borovice byly v některých oblastech dříve (17. stol. Německo), v některých později (první polovina 19. stol. v Čechách) narušovány občasným nebo soustavným dovozem osiva z větší nebo menší vzdálenosti, jistá genetická stabilita místních populací spolu s místními faktory přírodního výběru vlivy importovaných genů značně eliminovaly. Cizí populace opylené místními populacemi dávají v další generaci potomstva, jež se růstem i jinými znaky pronikavě přibližují místním, a již mladá potomstva křížení místních populací s cizími mají nevýhodu při konkurenci během juvenilních fází vývoje ve stadiu náletu i mlazin. Proto katastrofální účinek ve druhé generaci, který předpokládali někteří autoři v důsledku importu cizích semen, příroda z velké části elimi-

nuje v procesu, který směřuje k dosažení opětovné rovnováhy mezi faktory prostředí a lokální populací druhu.

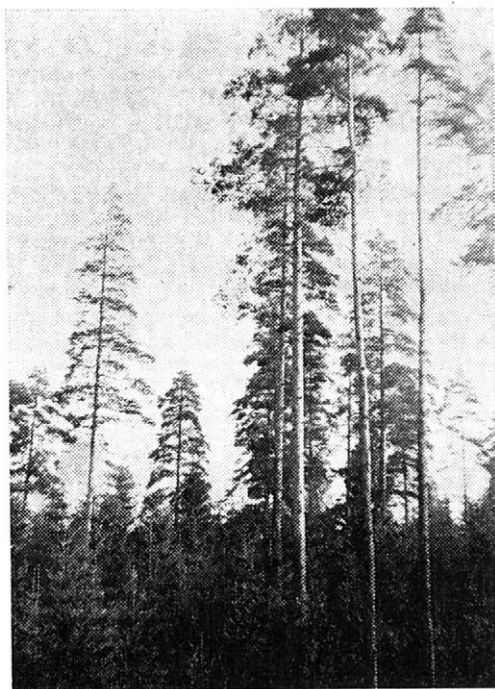
Těmito okolnostmi lze vysvětlit to, že se nám zachovala do současné doby řada dílčích populací genekologicky poměrně čistých, někdy velmi hodnotných lokálních typů lesních dřevin, a závisí na prozíravosti uživatelů tohoto nenahraditelného přírodního bohatství, v našem případě lesníků, jak se bude s těmito posledními pozůstatky zacházet.

Jedním ze vzorových příkladů je zachrana a provozní využití jedné z regionálních populací náhorní varianty borovice lesní ve Vogtlandu (NDR), oblasti, jež bezprostředně sousedí s naší částí horního Poohří (LZ Františkovy Lázně). Tamní typ, který Reinhold (1944) řadil do boro-jedlového společenství (*Abieto-Pinetum variscum*) středních poloh Vogtlandu až západní části předhoří Krušných hor, se dnes vyskytuje jako všechny ostatní podobné typy v příměsí buko-jedlo-smrkového pásma a roztroušeně tvoří příměs až v hřebenných polohách.

Výskyt tohoto typu se v tomto stavu uchoval převážně v drobných selských lesích, kde se zpravidla porosty pře-



1. Schematický přehled přirozených lesních společenstev Sasky (podle Reinholda 1944): 1 — čisté smrčiny, 2 — smrk — jedle — buk, 3 — jedle (buk) ušlechtilé listnáče, 4 — náhorní borovice — jedle (dub), 5 — buk — jedle (dub), 6 — dub — habr, 7 — borovice — dub, 8 — dub — bříza; :::: výskyt borovice



2. Habitus náhorní borovice Vogtlandu. Snímek Uwe Nagel, Forstbetrieb Oelsnitz

držovaly a těžilo se jen občas pro vlastní potřebu majitele.

V druhé polovině padesátých let vyslala DAL — Institut pro šlechtění lesních dřevin v Graupě u Drážďan pracovníka, který vyhledal a uznal okolo 60 nejlepších stromů tohoto typu za výběrové a před 18 lety byl z jejich roubovanců založen první klonový semenový sad v obci Unterlosa u Plavna, později na lokalitě Röhrholz na okraji sídla lesního závodu v Oelsnitz.

K. Thümmeler (1967) z Graupy založil současně ve spolupráci s pracovištěm na Sofronce v Plzni provenienční pokus se 36 vzorky náhorního typu borovice z různých částí Evropy, aby byly objasněny jeho vlastnosti i genekologie. V souboru byla zahrnuta i jedna provenience z Alp a několik proveniencí z balkánských pohoří. V sérii vysázené na Sofronce je přidána jedna provenience z Pyrenejí, rozhodující při pozdějším výzkumu vzniku náhorního ekotypu.

O objasnění povahy a rozšíření náhorní borovice se pokoušelo několik autorů (Hilitzer 1928, Reinhold 1944, Hladilin 1982). Reinhold (1944) ji řadí do zvláštního společenstva „Höhenkiefer-Tannenwald“, i když na jeho mapě se objevují i roztroušené vý-

skyty v pásmu smrk-jedle-buk Krušných hor (Thümmelerova provenience Schmiedeberg) a směs jedlo-bukových nebo dubo-jedlových společenstev s příměsí borovice v pásmu labských pískovců, sice v nižších polohách, ale s drsnými klimatickými podmínkami inverzních údolí pískovcových skalních útvarů.

Schmidt (1954) zdůrazňuje nutnost systematického postupu při pořizování mapových podkladů pro plánování likvidace cizích a nevhodných proveniencí borovice v takových revírech, kde je rozšířen původní cenný typ náhorní, promíšený porosty z dovezeného osiva. Tento princip byl u nás zaveden v roce 1959 pod pojmem genetická klasifikace (Kaňák 1959), určená k očistění našich borových i jiných porostů od cizích prvků, znehodnocujících místní populace a jejich výnos. Schmidt (1954) upozorňuje, že při této práci má jím zpracovaný nejlepší bavorský borový revír Selb (NSR, v sousedství Aše) tu rozhodující výhodu, že se jeho náhorní typ borovice v drsných horských podmínkách Smrčín (Fichtelgebirge) lehko rozezná od introdukovaných porostů borovice pocházející z nižších poloh. Ty totiž značně trpí vlivem tamního klimatu, a tak se rozeznají podle de-

formací korun a kmenů od typu místního. Tentýž příklad lze najít u Volar, na Dyleni i jinde.

ROZBORY ZÍSKANÝCH DAT

Thümmeler (1967) při předběžném hodnocení svého provenienčního pokusu zjistil, že nejlepší z náhorních borovic na pokusné ploše v revíru Beerheide (Lesní závod Aue v Sasku, ve výši 650 a 690 m při ročním úhrnu srážek 1046 mm a průměrné roční teplotě 5,2 °) byla v 6 letech věku pokusných kultur (kromě jedné pocházející z obchodního osiva — Hammeln v Harzu) provenience Schönling zastoupená i v naší paralelní výsadbě. Po ní následovala další vogtlandská provenience Lindenau a hned po ní naše Stráž u Tachova, dále střídavě s dvěma vogtlandskými na 7. místě Hojná Voda z Novohradských hor a až do 14 místa se střídavě vyskytují vogtlandské provenience spolu s jednou z polabských pískovců. Provenience Mittelhöhe z Lesního závodu Weida je poslední před tatranskými a balkánskými.

Situace v naší variantě pokusu měřené v 9 a 23 letech je místy podobná. Především překvapilo, že všechny vogtlandské provenience byly v 9 letech věku pořadí v horší polovině souboru podle průměrné výšky, zatímco ve 23 letech se posunuly všechny do první poloviny. Změny v pořadí ukazuje přehled v tabulce I.

Další měření této paralely nebyla později podniknuta.

Posun náhorních proveniencí ve vyšším věku dopředu, tj. rovnoměrně zrychlený růst, jsme pozorovali i u bulharských proveniencí z Centrálních Rodop a u španělské provenience Lerida. Ze zkušenosti se studiem projevů populací

různé provenience u kultur ve věku od 6 do 78 let docházíme k přesvědčení, že právě lokální populace s tímto trendem růstu jsou produkčně nejspolehlivější, ač jejich počáteční pomalý růst zprvu mylí. Touto vlastností se také mimo jiné vyznačují populace pocházející z Třeboňska, které později dosahují velkých rozměrů. Tak se chová i pyrenejská provenience La Matte, zřejmě hybridního původu, na mezinárodní provenienční ploše IUFRO 1938 v polesí Hůrka u Písku.

Při hodnocení výškového růstu v 9 a 23 letech jsme při výzkumu povahy a projevů vzorků populace použili test homogenity trendu růstu vyjádřený korelací mezi výškou jednotlivých stromů dosaženou do 9 let a přírůstem těchto stromů v období 9 až 23 let věku. Vyšší kladné hodnoty korelačního koeficientu prozrazují vyšší homogenitu souboru v trendu růstu.

Korelační tabulka:

oblast	r_{xy}
jméno provenience	
Vogtland	
Beerheide	0,3110++
Selb	0,2619++
Schönling	0,2550++
Weida	0,2548++
Brotenfeld	0,1842-
Mittelhöhe	0,4860++
Polabské pískovce — Hinterhermsdorf	0,2651++
Tachovská brázda — Stráž u Tachova	0,1037-
Šumava — Mlynářovice — Boubín	0,3254++
Pyreneje — La Matte	0,1428-
Alpy — Seefeld	0,4715++
Kontrola — Týniště n. O.	0,2516+
$p = 0,05 \dots r_{xy} = 0,1946+$	
$p = 0,01 \dots r_{xy} = 0,2540++$	

I. Změny v pořadí proveniencí

Sofronka — pořadí umístění v 50členném souboru:		
měření	1958—1966 (věk 9 let)	1980 (věk 23 let)
Schönling	15.	11.
Selb	20.	10.
Beerheide	21.	6.
Mittelhöhe	23.	21.
Brotenfeld	28.	20.
Weida	38.	15.
Beerheide — pořadí umístění v 36členném souboru:		
	1958—1964 (věk 6 let)	
Schönling	2.	
Beerheide	11.	
Hinterhermsdorf	13.	
Brotenfeld	14.	
Selb	15.	
Mittelhöhe	26.	



3. Krušnohorská náhorní varianta borovice lesní. Pozůstatek příměsi smrkového porostu vytěženého po zničení imisemi, polesí Kovářská, lokalita Mutthütte u Ptačí aleje, nadm. výška 880 m. Snímek Martin Vacke, LZ Klášterec n. Ohří

Popsané vlastnosti zdůrazňují nepochybnou příměs genů blatky nebo dalších taxonů komplexu *Pinus mugo* v genotypu náhorní varianty borovice lesní.

Při průzkumu genofundu místních druhů dřevin odolných vůči imisím v oblasti největších škod, tj. na území Lesního závodu Klášterec n. Ohří, byla nalezena na místě vlivem imisí úplně odumřelého a vytěženého smrkového porostu skupina roztroušených borovic náhorního typu, a to ve výši 880 m n. m. úplně zdravých, jen trochu poškozených větrem po otevření porostu těžbou. I v tomto případě byly při odběru větví na rouby zjištěny některé morfologické znaky, naznačující souvislost s geny některého taxonu komplexu *Pinus mugo* (dvojosé až trojosé kmeny, drobná borka vysoko do koruny, houževnatost a temně zelená barva jehlic, svalnatý povrch jednoletých prýtků). To svědčí o tom, že náhorní varianta borovice lesní přejala následkem introgrese s *Pinus mugo* nejen geny související s odolností vůči drsným horským podmínkám, ale i odolnost vůči imisím, které jsou u taxonů *Pinus mugo* dobře známy. Po mírném pohnojení (NPK) nalezených jedinců v rozsahu jejich kořenového systému se do konce roku vytvořily koncové prýty 4–5 mm tlusté, vhodné pro roubování. Na sebraných větvích byly dokonce nalezeny samičí

šištičky prvního roku vývoje, tedy fyziologická adaptace na tyto podmínky se i v tomto citlivém znaku potvrzuje.

Náhorní varianta borovice lesní je tedy taxonem, který na některých pohořích roste velice dobře do výšky (Šumava) i do tloušťky (Staré Ransko, Žďárské vrchy). Obohacuje genofond lesních společenstev vyšších až hřebcových horských poloh, zpevňuje porosty smrku a na horách severního okraje české kotliny je svou odolností vůči imisím dokonce jedním z mála domácích odolných taxonů. Má velkou ekologickou amplitudu, takže roste nejen ve vysokých polohách, ale sestupuje i na příkré svahy inverzních údolí řek (Karlovarsko) a roste rovnoměrně zrychleně a úspěšně i v polohách pahorkatin (Sofronka).

Při reálné hrozbě stále se zvyšujících účinků imisí na území českých zemí v nejbližší budoucnosti má tato dřevina jisté perspektivy využití v oblastech postihovaných imisemi, a to nejen v horských, ale i v nižších polohách, v období, kdy imise budou působit i tam.

Proto je nutno v předstihu sbírat materiál pro zachránu genofundu lokálních populací v různých pohořích, vybírat a uznávat výběrové stromy pro vegetativní množení a zakládání klonových semených sadů a stanovit technologii jejich pěstitelského využití v provozním měřítku.

Záchrana krajiny před nepříznivými následky činnosti člověka se týká také záchranu původních druhů nebo regionálních druhových odchylek rostlin. V našem případě jde o záchranu cenného taxonu druhu *Pinus sylvestris* L., který se vyskytuje v náhorních a horských polohách, kde přežívá dosud bez podstatných škod jak vlivem drsného klimatu, tak i průmyslových imisí.

Podle některých disvergentně rozložených znaků (borka, habitus jehličí, kořenové náběhy, svalovitost kmene) jde podobně jako v překryvu areálů druhů *Pinus contorta* a *P. banksiana* bezpochyby o potomstva z dávné hybridizace mezi borovicí lesní a různými taxony kleče, které se v postglaciálu šířily společně.

Překážkou plného ocenění hospodářského i pěstebního i odpovídajícího využití tohoto taxonu jsou jeho vlastnosti, jež se v některých případech značně odchyľují od toho, co je s pojmem borovice lesní spojováno. Vystupuje v náhorních polohách, mnohdy jde až do hřebenových poloh vysokých hor, netvoří monokultury, jež jsou evolučním prvkem vzniklým vlivem častých požárů a jsou běžným jevem v nižších suchých a teplých polohách. Vstupuje naopak vtroušeně do jedlo-bukových nebo smrkových porostů, kde se chová a má habitus spíš jako smrk než borovice.

Využití tohoto taxonu v provozním měřítku má už 20 let starou tradici v NDR. Lesní závod Oelsnitz nedaleko našich státních hranic na Chebsku má

k dispozici 60 výběrových stromů, z nichž byly založeny dva klonové semenné sady, ze kterých získává každoročně několik set kilogramů šišek.

Genofond tohoto typu je spolu s některými západočeskými a jihočeskými náhorními typy zachován ve společně shromážděných a paralelně vysázených sbírkách vzorků různé provenience v revíru Beerheide (Lesní závod Aue v Sasku) a v arboretu VÚLHM na Sofronce v Plzni.

U nás se rozbíhá záchranná akce započatá Hladilínem (1982) u vynikajícího náhorního typu borovice lesní jižní části Šumavy, kterou Hladilín nazývá „stožeká lokální populace“. Na pracovišti VÚLHM Sofronka se roubuje materiál z více než 120 výběrových stromů pro založení klonového semenného sadu v Lenoře. Sběr osiva při těžbě zároveň zajišťuje Lesní závod Prachatice.

Další na řadě je náhorní typ borovice ze Žďárských vrchů, soustředěný také v blízkosti výskytu blatky na rašelinisti Dářko s optimem na polesí Staré Ransko. Zatím byl naroubován materiál ze 48 výběrových stromů a roubovance jsou vysázeny v klonovém sadu na Čerňáku u Humpolce.

Na Sofronce byl během posledních let naroubován materiál k založení klonového semenného sadu vogtlandské borovice v prostoru LZ Františkovy Lázně.

Všechna tato opatření mohla být realizována jen proto, že příslušné složky provozu buď akcí přímo vyvolaly (Lesprojekt a JčSL České Budějovice), nebo o její realizaci jevíly neobyčejný zájem (VčSL, ZpčSL).

Literatura

- DOBRINOV, I.: Za formovoto raznoobrazie pri njakoj iglolistni v gornija pojas na planinskite gori u nas. Gorsko stopanstvo, XII (10), 1957, s. 448-453
- DOBRINOV, I.: Visokoplaninska forma bjál bor v Balgarija. VLTÍ-Naučni trudove, Tom IX, 1961, s. 5-19
- DOBRINOV, I.: Prinós kam izučvane na estestvenite chibridi meždu belija bor (*Pinus sylvestris* L.) i kleka (*Pinus montana* var. *mughus* Willk.) v Balgarija. VLTÍ-Naučni trudove, XIII, 1965, s. 39-48
- DOBRINOV, I.: Proučvanija varchu potomstvata na visokoplaninskija bjál bor, kleka i technite estestveni chibridi v opitni kulturi. VLTÍ-Naučni trudove, Tom XXIV, 1979, s. 41-47
- DOBRINOV, I. — JAGDZIDIS, G.: Za spontannite chibridi meždu belija bor i kleka u nas. Gorsko stopanstvo, 11, 1971, s. 28-30
- DOBRINOV, I. — KALINKOV, V.: Izučvanija varchu variabilnostta na smolnite kanali v iglolistata na belborovi fidanki v geografski kulturi. VLTÍ-Naučni trudove, Tom XI, 1963, s. 7-16
- FAEGRI, K.: Some fundamental problems of taxonomy and phylogenetics. The Botanical Review, Vol. III. (9), 1937, s. 400-423
- FIRBAS, F.: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. II. Bd. Jena, 1952, 256 s.

- HILITZER, A.: Rozšíření borovice na Šumavě. Lesnická práce, 11, 1932, s. 9-25
- HLADILIN, V.: Borovice JV části Šumavy a její pěstování. ČSVTS Lesprojekt České Budějovice, 1982, 68 s.
- HOLUBIČKOVÁ, B.: A study of the *Pinus mugo* complex (Variability and diagnostic value of characters in some Bohemian populations). Preslia 37, 1965, s. 276-288
- HOLUBIČKOVÁ, B.: Autochtonní a introdukovaná *Pinus mugo* Turra v sudetských pohorích. Opera concortica, 17, 1980, s. 15-29
- KALINKOV, V. — DOBRINOV, I.: Prinos kam izsledvane formovoto raznoobrazie na belija bor (*Pinus silvestris* L.) v Zapadnite Rodopi. VLTÍ-Naučni trudove, Tom XV, 1967, s. 25-44
- KANÁK, K.: Hospodaření v borových porostech podle principu šlechtitelského výběru. Lesnická práce, 10, 1959, s. 436-440
- KANÁK, K.: Zhodnocení provenienčních ploch borovice lesní v ČSR. Závěr. zpráva VÚLHM, 1983
- KANÁK, K.: Relations between local populations of the Scots and mountain pine. Comm. inst. forest. čechosl., 1985a
- KANÁK, K.: Genekologická studie některých druhů rodu *Pinus*. Studie ČSAV, 1985b
- MUSIL, I.: Stav výzkumu komplexu *Pinus mugo* se zřetelem k variabilitě jehlic. Dendrologická sdělení, 28, č. 1, 1973, s. 1-8
- MUSIL, I.: Variabilita znaků jehlic u komplexu *Pinus mugo* a u *Pinus silvestris* Preslia, 49, 1977, s. 23-32
- NIKOLOV, S. — DOBRINOV, I. — BLASKOVA, G. — JURUKOV, S.: Sravnitelni izsledvanija na strožeža i svojstvata na visokoplanninskija bjäl bor, kleka i chibridi meždu tjach. Gorskostopanskata nauka, 6, 1982, s. 17-26
- NOVÁK, F. A.: Míšenci borovice horské. In Klika-Šiman-Novák-Kafka: Jehličnaté. ČSAV, 1953, s. 237-238
- REINHOLD, F.: Ergebnisse vegetationskundlicher Untersuchungen im Erzgebirge, den angrenzenden Gebirgen und im nordsächsischen Heidegebiet. Forstwiss. Cbl. u. Thar. Forstl. Jb. 1944, s. 167-191 (in Fibras 1952)
- SCHMIDT, H.: Kartierung bodenständiger Kiefernbestände. Zeitschrift f. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung. 1954
- STASZKIEWICZ, J. — TYSZKIEWICZ, M.: Les hybrids naturels de *Pinus mugo* Turra et *Pinus silvestris* L., dans le bassin de Nowy Targ. Bull. Akad. Polon. Sci. Cl. II., Vol. XVII (9), 1969a, s. 579-584
- STASZKIEWICZ, J. — TYSZKIEWICZ, M.: Naturalne mieszance *Pinus mugo* Turra X *Pinus silvestris* L. v Kotlinie Nowotarskiej. Fragmenta Floristika et Geobotanica, Ann. XV (2), 1969b, s. 187-212
- SVOBODA, A. M.: Proměnlivost a provenience lesních dřevin. In Provenienční výzkum lesních dřevin. Sborn. ref. z konf. ČSAZ Praha, 1979, 321 s.
- SVOBODA, P.: Mapa rozšíření lesních dřevin v Československé republice. Voj. zem. út. Praha, 1947
- SVOBODA, P.: Lesní dřeviny a jejich porosty. Část 1. 1953, SZN Praha, 311 s.
- THÜMMER, K.: Erste Ergebnisse eines Anbauversuches mit Gebirgsherkünften der *Pinus silvestris* L. Arch. Forstwes. Bd. 16, 1967, (6/9), s. 713-718
- TURESSON, G.: The species and variety as ecological units. Hereditas 3, 1922, s. 100-113
- TURESSON, G.: The scope and import of genecology. Ibid. IV, 1923, s. 171-176
- TURESSON, G.: The plant species in relation to habitat and climate. Ibid., 6, 1925, s. 147-236
- TURESSON, G.: Rassenökologie und Pflanzengeographie. Bot. Notiser, 1936, s. 420-437
- VIEWEGH, J.: Variabilita a rost hybridného roja *Pinus mugo* X *Pinus sylvestris* na rašelinisku Medzi Borami pri Zuberči. Dipl. práce VŠLD Zvolen, 1927, 55 s.
- WRIGHT, J. W.: Geographic variation in Scots pine. Silvae Genetica 12, 1963, s. 1-40

Jan Kaňák, pracoviště VÚLHM Sofronka 877, 304 25 Plzeň

SOVĚTSKÉ ZALESŇOVACÍ STROJE

V souladu s cíli národního a lesního hospodářství je umělá obnova a zalesňování nelesních půd v SSSR svým významem a rozsahem ojedinělá. V letech 1971 až 2000 se má sadbou a sítí zalesnit 35,6 mil. ha čerstvých holin, 7,3 mil. ha starých holin a jiných druhů pustých půd. Počítá se i s rekonstrukcí 1,2 mil. ha netvárných a neekonomických porostů. Od roku 1981 do konce tohoto století se založí 1 683 000 ha ochranných lesních pásů za účelem ochrany půdy a zvýšení zemědělských výnosů. Zalesnit se má i 1,75 mil. ha odvodněných (meliorovaných) půd. Rozsáhlé jsou i ozeleňovací programy sídlišť.

Stanovené zalesňovací úkoly nelze řešit bez účelného nasazení mechanizačních prostředků, kde významné místo náleží zalesňovacím strojům. Pestrost přírodních podmínek se zřetelem na konfiguraci terénu, stanovištní a půdní podmínky, jakož i s ohledem na stupeň obtížnosti z hlediska vyklizení těžebního odpadu a pařezů, vyžaduje vývoj a nasazení různých typů sázecích strojů. Na jejich konstrukci se podílí několik specializovaných pracovišť. V lesnické praxi SSSR se používají sázecí stroje s poloautomatickým i automatickým systémem výsadby sazenic, a to jak prostokořenných, tak obalených. Některé poznatky lze využít i v zalesňovací praxi zemí RVHP.

ZALESŇOVACÍ STROJE PRO VÝSADBU SAZENIC NA HOLOSEČÍCH S LEHKÝMI PŮDAMI

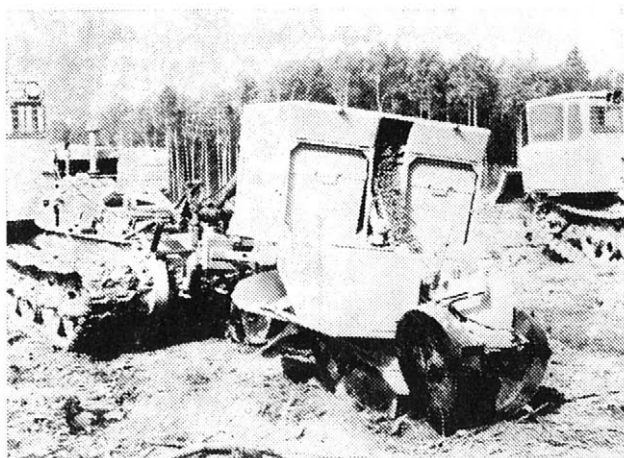
Sázecí stroj SBN-1A je určen pro výsadbu jehličnatých i listnatých saze-

nic s nadzemní výškou 10 až 40 cm a délkou kořenů do 30 cm. Lze jím vysazovat sazenice do mechanicky připravené i nepřipravené půdy na holosečích s dobře propustnými půdami. Před sázecím zařízením je nůž, který může krájet kořeny do tloušťky 8 cm. Agreguje se s traktory LXT-55, TDT-40M, DT-75, T-74 a DT-54A.

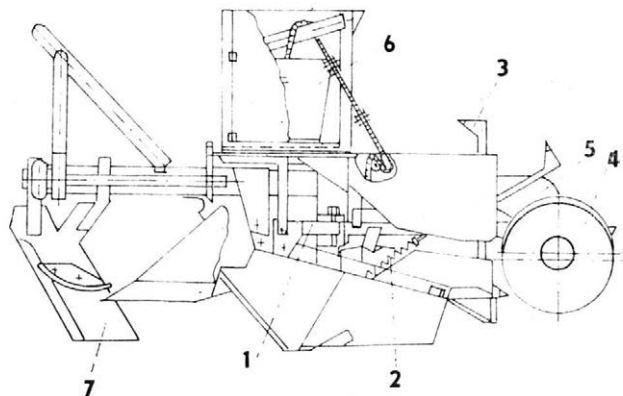
Sázecí stroj SKL-1 se používá k výsadbě jehličnatých sazenic s výškou nadzemní části v rozpětí od 20 do 50 cm a délkou kořenů do 30 cm. Byl projektován pro výsadbu na holosečích s méně než 600 pařezy na 1 ha. Stroj je vybaven signalizačním zařízením zajišťujícím plynulost a bezpečnost práce. K jeho tažení se používá traktor LXT-55 nebo TDT-40M.

Univerzální sázecí stroj MLU-1 má některé prvky sázecích strojů SBN-1A a SKL-1. Je určen pro výsadbu prostokořenných semenáčků jehličnatých a listnatých dřevin, jakož i pro výsadbu jehličnatých sazenic. Semenáčky mohou mít nadzemní část 10 až 40 cm a délku kořenů do 30 cm; sazenice nadzemní část v rozpětí 20 až 50 cm a délku kořenů do 30 cm. Výsadba se provádí na holosečích s přípravou i bez přípravy půdy s tím, že na plochách s více než 600 pařezy na 1 ha je nutná pásová příprava půdy. Při výsadbě sazenic se MLU-1 agreguje s traktory LXT-55 a TDT-40M. Pro výsadbu semenáčků postačují traktory DT-75, T-74 a DT-54A.

Automatický sázecí stroj PLA-1 se používá v kombinaci s lesním pluhem PKL-70 (obr. 1). Lze jím vysazovat semenáčky (sazenice) jehličnatých dřevin s nadzemní částí 6 až 30 cm a délkou kořenů 10 až 25 cm. Ekonomické uplat-



1. Automatický zalesňovací stroj PLA-1



2. Schéma sázecího stroje PLA-1: 1 — rám, 2 — pružina, 3 — sázecí ústrojí, 4 — přítlačné kolo, 5 — přívod sa-
debního materiálu, 6 — pás
s úchytkami pro sazenice, 7
— kroidlo

nění nachází zejména na pasekách s počtem pařezů do 600 kusů na ha. Nákres soupravy je na obr. 2. Pluhem je možno provádět přípravu půdy do hloubky 5 až 15 cm. Schéma zařízení pro automatickou výsadbu sazenic je na obr. 3. Sazenice se předem vkládají do výměnných pásů, které se plní mimo stroj na pracovních stolech. Jeden pás pojme 2000 sazenic. Pásky se sazenicemi se vkládají do kazet. Výsadba sazenic z pásu zapojeného do procesu výsadby

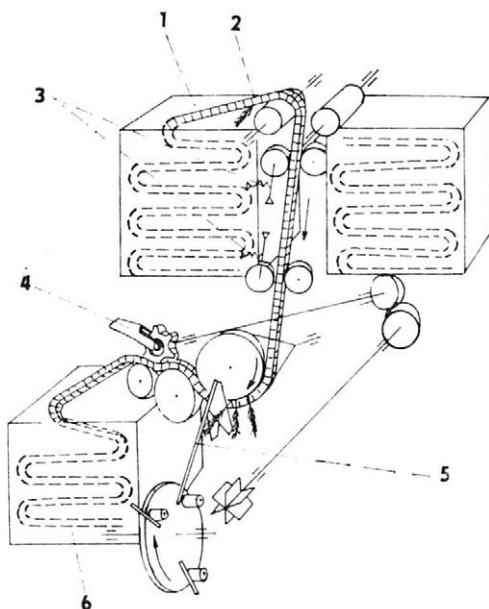
se děje automaticky. Souprava je vybavena kontrolním signalizačním zařízením (mechanizace prací, signál pro ukončení výsadby plného pásu aj.).

Sázecí stroj ML-1 je určen k výsadbě listnatých i jehličnatých sazenic větších velikostí. Listnaté sazenice mohou mít výšku nadzemní části do 140 cm a délku kořenů do 30 cm. Jehličnaté sazenice nemají přesahovat 60 cm nadzemní výšky a 30 cm délky kořenů. Traktor i sázecí stroj je vybaven signalizací pro synchronizaci práce. K tažení sázecího stroje ML-1 se používají tyto traktory: TDT-40M, LXT-55, DT-75 a DT-54A.

Sázecí stroj LMB-1 je konstruován pro práci na holosečích s 900 pařezy na ha. Lze jím vysazovat briketované (obalené) jehličnaté sazenice, zejména borovice a smrky. Obsluha vkládá briketované sazenice do trubky, kterou sazenice propadají do šterbiny. Zásobník sázecího stroje pojme 400 briketovaných sazenic, do rezervních zásobníků na traktoru se vejde 2500 sazenic. Sázecí stroj LMB-1 se agreguje s traktorem LXT-55.

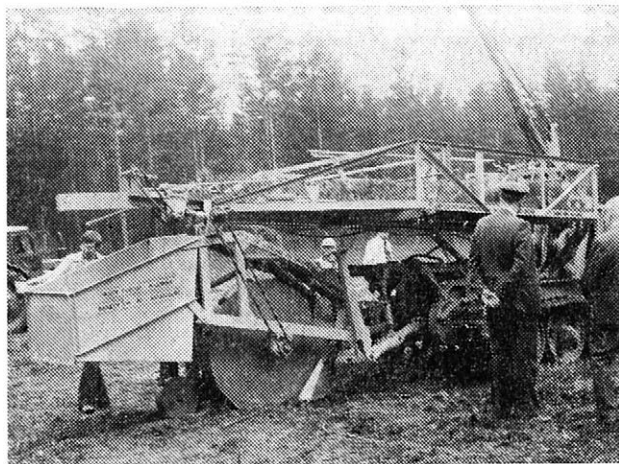
Automatickou výsadbu briketovaných sazenic provádí stroj SAB-1 (obr. 4). Agreguje se s pásovým traktorem LXT-55. Plošina s automatickým podáváním briketovaných sazenic je dílem nesena traktorem a dílem sázecím strojem. Hmotnost sázecího stroje činí 3420 kg. Pracovní rychlost je 2,3 km za hodinu.

Bodový sázecí stroj LMN-0,6 je určen pro výsadbu obalených sazenic Brika. Je agregován s kolovým traktorem, vybaveným hydraulickou rukou, na jejímž konci je sázecí ústrojí — jamkovač se zásobníkem pro 40 obalených sazenic. Po vyhloubení jamky sazenice do ní propadne středem jamkovače. Při jedné zastávce traktoru se sazenice bodově vysazují v dosahu hydraulické ruky.



3. Schéma automatického zařízení pro výsadbu sazenic strojem PLA-1: 1 — zásobník, 2 — pás s příchytkami saze-
nic, 3 — pružiny, 4 — odsekávač, 5 —
výsadbové zařízení, 6 — přijmový zá-
sobník

4. Automatický stroj SAB-1 pro výsadbu briketovaných (obalených) sazenic



ZALESŇOVACÍ STROJE PRO VÝSADBU NA HOLOSEČÍCH S VYSOKOU HLADINOU PODZEMNÍ VODY

Sázecí stroj SLP-2 je určen pro výsadbu 2 až 3letých sazenic jehličnatých dřevin s výškou nadzemní části 8 až 25 cm a délkou kořenů do 22 cm. Sazenice se vysazují na vyvýšené plásky připravené speciálními pluhy: PLP-135, PKLN-500A, LKN-600 nebo LKA-2M. Koordinaci prací mezi traktorem a obsluhou sázecího stroje zajišťuje signalizační zařízení. Sázecí stroj SLP-2 je možno agregovat s těmito typy traktorů: T-130, T-100 MGS, T-100 MBGS, TDT-75, LXT-55.

Dvouřádkový sázecí stroj SL-2 se používá k výsadbě sazenic jehličnatých dřevin na vyvýšené plásky vytvořené těmito lesními pluhy: PLO-400, PKLN-500, LKN-600 a LKA-2M (obr. 5). Tento stroj má výměnné sekce pro výsev semen jehličnatých dřevin. SL-2 se agreguje s některým z těchto traktorů: T-130, T-100 MGS, T-100 MBGS, TD-75 a LXT-55.

Pro výsadbu dvouletých až tříletých sazenic na záhrobce je v oblasti zamokřelých půd určen sázecí stroj SLG-1 (obr. 6). Je tažen pásovým traktorem. Pracovní rychlost 0,6 až 1,0 km za hodinu. Má hmotnost 1060 kg.

ZALESŇOVACÍ STROJE PRO ZAKLÁDÁNÍ OCHRANNÝCH LESNÍCH PÁSŮ

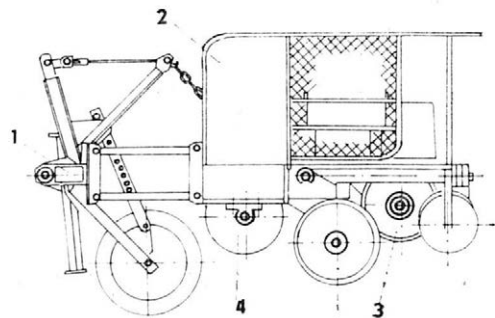
Nesený sázecí stroj SLN-1 se používá pro výsadbu sazenic i keřů, které mají výšku nadzemní části v rozpětí od 10 do 45 cm a délku kořenů do 27 cm.

Vyžaduje mechanickou přípravu půdy. Agreguje se s těmito traktory: T-40, T-40A a traktorem Bělorus. Soustava tří sázecích strojů se agreguje s traktory T-74, DT-75 a DT-54A pomocí návěsného nářadí SN-75.

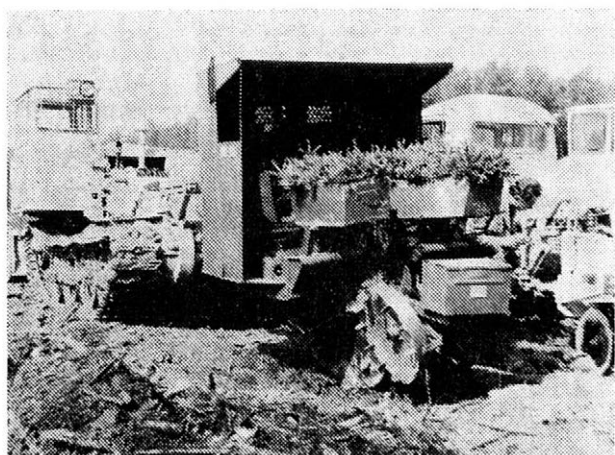
Nesený sázecí stroj SSN-1 je určen pro výsadbu sazenic dřevin i keřů s výškou nadzemní části 10 až 45 cm a délkou kořenů do 27 cm. Při zakládání ochranných lesních pásů je možno použít variantu s jedním, dvěma nebo třemi sázecími stroji. Jeden stroj se agreguje s traktory T-40, T-40A a Bělorus. Při současné výsadbě dvěma nebo třemi stroji je k jejich tažení vhodný některý z těchto traktorů: DT-75, T-74 a DT-54A.

Sázecí stroj SPU-1 vysazuje sazenice nebo řízky a současně vytváří brázdu pro zavlažovací systém. Hloubku brázdy lze regulovat v rozpětí od 20 do 35 cm s šířkou 100 cm v horní části a 10 cm na dně. Tažení stroje zajišťuje některý z těchto traktorů: DT-75, T-74, DT-54A.

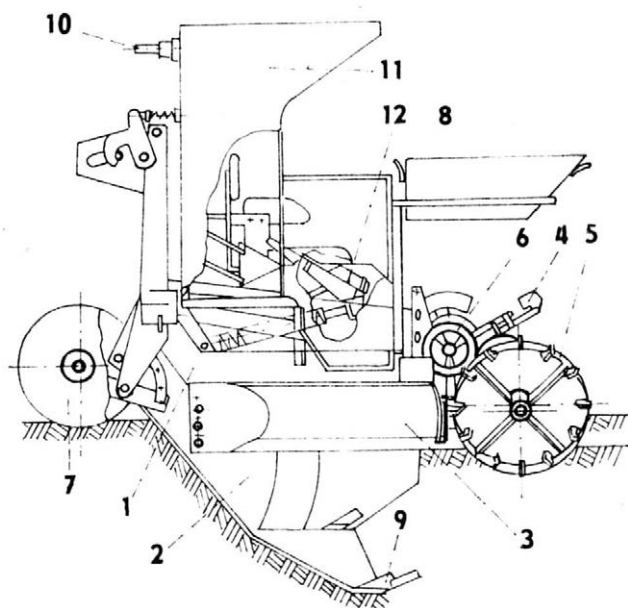
Výsadbu odrostků lesních nebo sadov-



5. Schéma sázecího stroje SL-2: 1 — rám, 2 — kabina, 3 — sázecí zařízení, 4 — přítlačné kolo



6. Zalesňovací stroj SLG-1.
Snímky J. Skoupý



7. Schéma stroje pro přípravu půdy a výsadbu sazenic MPP-1: 1 — rám, 2 — nůž, 3 — odval, 4 — sadební aparát, 5 — přítlačné kolo, 6 — přívod sadebního materiálu, 7 — oporné kolo, 8 — zásobník sadebního materiálu, 9 — kypřicí zařízení, 10 — signalizace, 11 — kabina, 12 — přijímací stůl

nických dřevin až do výšky 3 m vykonává sázeční stroj MPS-1. Při výsadbě současně odrostky zalévá.

STROJE PRO ZALESŇOVÁNÍ PÍŠČITÝCH PŮD

Sázeční stroj SLNU-1 je určen pro výsadbu jednoletých a dvouletých sazenic na písčitých půdách v rovinaté oblasti. Před výsadbou se doporučuje provést kypření půdy strojem RN-60. Sázeční stroj se agreguje s těmito traktory: DT-75, T-74 a DT-54A.

Stroj MPP-1 provádí dvě pracovní operace najednou (obr. 7). Mechanicky kypří půdu do hloubky 45 cm a současně vysazuje sazenice. Lze jej využít i na písčích pokrytých travní vegetací a keři. Je tažen traktorem T-74, DT-75 nebo DT-54A.

Výsadba poloodrostků a odrostků až do výšky 2,5 m na písčitých dunách (vátých písčích) se provádí strojem MLB-1. Má hmotnost 900 kg. Vytváří brázdy až 50 cm široké a 30 cm hluboké. Vyžaduje obsluhu tří lidí. Agreguje se s traktorem DT-75 nebo T-4A.

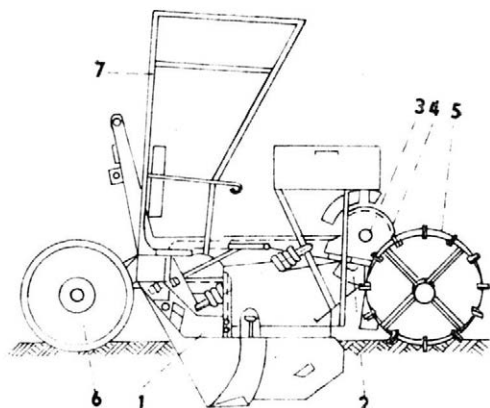
STROJE PRO ZALESŇOVÁNÍ SVAHŮ

Sázecí stroj LMG-2 (obr. 8) je určen pro zalesňování teras a svahů se sklonem do 12°. Lze jím vysazovat sazenice lesních i sadovnických dřevin s výškou nadzemní části v rozpětí od 10 do 50 cm a délkou kořenů do 30 cm. Tento stroj je možno nasadit i při zalesňování na těžkých a kamenitých půdách v rovinách. LMG-2 se agreguje s některým z těchto těžších traktorů: T-74, DT-75, DT-54A a DT-75K. Na sklonech do 7° postačí lehčí traktory: Bělorus, T-38M nebo T-54B.

Sázecí agregát LPA-1 je určen k mechanické přípravě půdy a zalesňování na svazích (terasách) se sklonem do 12°. Pro výsadbu se používají vyspělejší sazenice lesnických i sadovnických dřevin s nadzemní výškou od 40 cm do 200 cm a délkou kořenů do 30 cm. Stroj má hmotnost 500 kg. Pracovní rychlost 1,5–2,0 km za hodinu. Půdu může kypřit až do hloubky 40 cm. Agreguje se s některým z těchto traktorů: DT-75, T-74, DT-54A a DT-75K.

ZÁVĚR

Sovětské lesnictví má k dispozici více než 20 zalesňovacích strojů specializované konstrukce s ohledem na různé podmínky. Vedle strojů s manuální obsluhou se začínají používat i zalesňova-



8. Schéma sázecího stroje LMG-2: 1 — rám, 2 — kypřicí zařízení, 3 — sázecí zařízení, 4 — přívod sadebního materiálu, 5 — přítlačné kolo, 6 — oporné kolo, 7 — přístřešek

cí automaty. Uplatňují se stroje pro výsadbu prostokořenných i obalených sazenic, jakož i stroje pro výsadbu polo-odrostků a odrostků. Pro agregaci sázecích strojů je k dispozici řada kolových i pásových traktorů sovětské výroby. Ve vývoji jsou nové zalesňovací stroje konstruované speciálními ústavami a organizacemi s bohatým zázemím. Naznačuje to možnosti nejen naší spolupráce s SSSR, ale i se zeměmi RVHP.

Prof. Ing. Jiří Skoupý, DrSc., Ústav aplikované ekologie a ekotechniky VŠZ, 281 63 Kostelec nad Černými lesy - zámek

VÝZKUMNÝ LESNICKÝ ÚSTAV A LESNICKÉ ŠKOLY V DEHRA DUN V INDII

Během svého studijního pobytu v Indii jsem měl možnost podrobně se seznámit s lesnickým výzkumem a lesnickým školstvím v Indii. Lesnický výzkum a školství má v Indii poměrně dlouhou tradici. Angličané, kteří dlouhou dobu ovládali Indii, měli především zájem na těžbě vzácných druhů dřeva. Proto bylo třeba provést řádnou inventarizaci zásob těžitelných vzácných druhů dřev a vyškolit nižší a střední kádry k těmto účelům.

Jelikož tehdy angličané sami neměli dostatek zkušeností, jsou prvé kroky lesnické vědy pod vlivem německé ško-

ly. Skupina německých lesníků s Brandisem v čele byla v druhé polovině 19. století pozvána do Indie, aby vybudovala lesnický výzkum a lesnické školství. Vlastní lesnický výzkum a školství začalo v roce 1881, kdy byla založena Ústřední lesnická škola v Dehra Dun, poskytující pouze základní lesnické vzdělání asi na úrovni našich bývalých hájenských škol. Dehra Dun byl vybrán asi proto, že má poměrně příhodné klima (610 m nad mořem) a je obklopen poměrně rozsáhlými subtropickými lesy v údolí Doon. Škola v podstatě nikdy nedosáhla úrovně vysoké školy. Slouží

k postgraduální výchově a výchově nižších a středních kádřů.

Státní lesnická kolej, jež existuje od roku 1981, poskytuje absolventům univerzit biologického směru postgraduální lesnické školení po dobu jednoho roku a posluchači obdrží diplom lesníka. Škola nemůže udělovat doktorskou hodnost (Ph.D), tuto hodnost může udělovat pouze několik univerzit, prakticky ze základních biologických disciplín, zaměřených na lesnický výzkum. Rovněž je zde škola na úrovni nižší střední lesnické školy, hájenská škola, pořádají se zde krátkodobé kursy pro lesní dělníky a dělníky v dřevařském průmyslu. Škola rovněž organizuje postgraduální kursy pro doškolování a další vzdělání pracovníků v lesnictví. Během staletí škola vychovala téměř 12 000 lesníků, vzhledem k rozloze lesů v Indii je však tento počet velmi nízký.

Vlastní lesnický výzkum započal v roce 1906 a v roce 1929 byla ukončena výstavba mohutné monumentální budovy Výzkumného ústavu a školy. Hlavní budova zaujímá plochu 2,8 ha a celý objekt se rozkládá na ploše téměř 500 ha. Vedoucí postavení ve výzkumu až do osamostatnění Indie si udrželi Angličané a jejich přínos pro lesnickou vědu v této oblasti byl bezesporu značný. Šťastným řešením rovněž bylo bezprostřední spojení výzkumu s výchovou a toto spojení se udržuje i nadále.

Výzkumný lesnický ústav má za úkol řídit a provádět výzkum ve všech odvětvích lesnických věd včetně zpracování a využití dřeva a vedlejších produktů lesa. V současné době se značný důraz klade na sociálně lesnický program. Hospodářský rozvoj Indie je značně brzděn rychle narůstající populací. V současné době na jednoho obyvatele Indie připadá 0,1 ha lesa (v SSSR je to 3,6 ha) a vesnické obyvatelstvo trpí chronickým nedostatkem dřeva na otop. Sociálně lesnický program je orientován na využití rychle rostoucích druhů dřevin na stanovištích jež se nehodí pro zemědělskou výrobu a takových ploch je v Indii značné množství. Zvýšenou produkci dřeva se zvýší příjem venkovského obyvatelstva a zabezpečí, alespoň částečně, palivo pro obyvatelstvo. Dalším hlavním novým programem je vý-

zkum v oblasti ochrany lesa a lesnické fytopatologie.

V čele Ústavu a kolejí je prezident, který je jmenován a řídí celý tento komplex pomocí čtyř ředitelství.

Ředitelství pro lesnické vzdělání — kterému podléhají všechny lesnické školy v Indii.

Ředitelství lesnického výzkumu řídí aplikovaný lesnický výzkum a má jedenáct oddělení: pěstování lesů, lesnická ekonomie, vedlejší funkce lesa, fyziologie rostlin, lesnická ekologie, řízení a taxace, lesnická pedologie, lesnická genetika a šlechtění, chemie lesních produktů, vedlejší lesní produkty a těžba.

Ředitelství biologického výzkumu v podstatě řídí spíše výzkum v oblasti pomocných lesnických věd a má pět oddělení: lesnická entomologie, anatomie dřeva, lesnická fytopatologie, systematická botanika, výskyt chorob a škůdců.

Ředitelství výzkumu lesnických produktů má sedm oddělení: mechanika dřeva, chemismus dřeva, celulóza a papír, ochrana dřeva, skladování dřeva, mechanizace zpracování dřeva, vlastní zpracování dřeva, pilařství a opracování dřeva.

Ústav má v různých částech Indie sedm výzkumných poboček, zaměřených na místní problematiku. V areálu Ústavu je šest stálých výstav týkajících se ochrany lesa, lesní těžby, lesnické typologie, produktů lesa, zpracování dřeva aj. V xylariu je 15 000 položek a velmi rozsáhlý je i herbář rostlin. Bohatá knihovna s více než 600 časopisy a dobře vybavené tiskové a dokumentační středisko má spojení s celým světem. Rozsáhlá botanická zahrada slouží jak pro výzkum, tak i k experimentálním účelům. Je zde největší kolekce bambusů, tropických borovic a pokusné plochy blahovičníků a jiných tropických a subtropických druhů dřevin. Ústav má světovou prioritu v technologii výroby papíru a bambusu. Značná pozornost výzkumu je věnována i využití a zpracování jehličí. V Ústavu je zaměstnáno 3000 osob a byl uznán FAO jako školicí pracoviště pro oblast jihovýchodní Asie.

Ing. RNDr. V. Mejstřík, DrSc., Ústav krajinné ekologie ČSAV, Průhonice

OBSAH

Lettl A.: Kvalitativní změny mikroflóry smrkových porostů ovlivněných průmyslovými emisemi SO ₂	187
Pelíšek J.: Dusík v půdách lesních oblastí Československa	203
Vyskot I.: Vliv sponu na funkci integraci struktury smrčů nižších poloh	211
Filipický L.: Metoda výpočtu vyrovnaných těžeb	239
Skoblík J.: K životnímu jubileu Ing. Otakara Langkramera, CSc.	251

Aktuality

Richtar B.: Výchova k volbě povolání a motivace studia žáků středních lesnických technických škol v ČSR	255
Kaňák J.: Náhorní varianty borovice lesní okrajových pohoří hercynské kotliny	259
Skoupý J.: Sovětské zalesňovací stroje	267
Mejstřík V.: Výzkumný lesnický ústav a lesnické školy v Dehra Dun v Indii	271

Příloha

Lesnictví v číslech

Neterda K., Skrušná A.: Světový lesní fond	1
--	---

СОДЕРЖАНИЕ

Леттл А.: Качественные изменения микрофлоры еловых насаждений под действием промышленных выбросов	201
Пелишек Й.: Азот в почвах горных лесных областей Чехословакии	209
Выскот И.: Влияние схемы посадки на функциональную интеграцию структуры ельников низких местоположений	237
Филипски Л.: Метод вычисления выравненных лесозаготовок	243
Скоблик Й., Леттл А.: Юбилей инж. Отакара Лангкранера, канд. наук	251

Новости

Рихтар Б.: Подготовка к выбору профессии и мотивировка учеников лесных техникумов в ЧСР	255
Каňák Я.: Нагорные варианты сосны обыкновенной окраинных горных массивов Герцинской котловины	259
Скоупы Й.: Советские лесопосадочные машины	267
Мейстрик В.: Научно-исследовательский институт лесного хозяйства и лесные школы в Дехра Дун в Индии	271

Приложение

Лесное хозяйство в числах

Нетерда К., Скрушна А.: Мировой лесной фонд	1
---	---

CONTENTS

Lettl A.: Qualitative Changes in the Microflora of Spruce Stands Exposed to SO ₂ Emissions	201
Pelíšek J.: Nitrogen Regime in the Soils of Mountain Forest Regions in Czechoslovakia	210
Vyskot I.: The Influence of Spacing on the Functional Integration of the Structure of Spruce Stands at Low Altitudes	238
Filipický L.: A Method of the Calculation of Balanced Loggings	248
Skoblík J., Lettl A.: The Life Jubilee of Ing. Otakar Langkramer, CSc.	251

Topical News

Richtar B.: Education for the Choice of Profession and Motivation of the Pupils of the Secondary Forestry Schools in the CSR	255
Kaňák J.: Upland variants of Scotch pine in Marginal Mountain Ranges of the Hercynian Basin	259
Skoupý J.: Soviet Tree Planting Machines	267
Mejstřík V.: Research Forestry Institute and Forestry Schools in Dehra Dun in India	271

Supplement

Forestry in Figures

Netera K., Skrušná A.: The World Forest Resource	1
--	---

INHALT

Lettl A.: Qualitative Veränderungen der Mikroflora von den durch SO ₂ -Industrieimmissionen beeinflussten Fichtenbeständen	202
Pelíšek J.: Stickstoffverhältnisse in Böden von Gebirgswaldgebieten der Tschechoslowakei	En 210
Vyskot I.: Einfluß des Pflanzverbandes auf die Funktionsintegration der Struktur von Fichtenwäldern niederer Lagen	238
Filipský L.: Eine Methode zur Berechnung ausgeglichener Nutzungen	249
Skoblík J., Lettl A.: Zum Lebensjubiläum von Ing. Otakar Langkramer, CSc.	251
Aktualitäten	
Richtar B.: Erziehung zur Berufswahl und Motivierung des Studiums bei Schülern der forsttechnischen Mittelschulen in der ČSR	255
Kaňák J.: Hochlagenvarianten der Waldkiefer in Randgebirgen des herzynischen Beckens	259
Skoupý J.: Sowjetische Pflanzmaschinen	267
Mejstřík V.: Das forstliche Forschungsinstitut und die Forstschulen in Dehra Dun in Indien	271
Beilage	
Forstwesen in Zahlen	
Neterda K., Skrušná A.: Der Waldfonds der Welt	1

LESNICTVÍ č. 4/1985

uveřejňuje tyto práce:

- Dejmal J.: Koeficienty výtěžnosti nadzemních složek lesní dendromasy
 Válková O.: Hubení plevelů v substrátech lesních školek
 Konôpka J.: Modely rastových vlastností cieľových stromov smreka z hľadiska ochrany proti polomom, hlavne snehovým
 Prudič V.: Variabilita taxačních veličin topolu 'I-214' a jeho využití jako indikátoru podmínek půdního prostředí
 Šarman J.: Vliv probírky na humusový profil v bukovém porostu

Aktuality

- Klč P., Messingerová V.: Zhodnotenie vlhkostného režimu podložia lesnej cesty
 Zumr V., Landa M.: Vývoj bažantnictví na Hlubocku v jižních Čechách od 17. do 19. století
 Mejstřík V.: Smith W. H.: Znečištění ovzduší. Interakce mezi znečištěninami ovzduší a lesními ekosystémy. 1981, New York

Lesnictví č. 4/1985 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 PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Kubánská 1539, 708 72 Ostrava-Poruba. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.

LESNICTVÍ V ČÍSLECH

K. Neterda, A. Skrušná: Světový lesní fond

PŘÍLOHA LESNICTVÍ 31 (LVIII), 1985, Č. 3

Lesy představují nejrozšířenější složku vegetace na Zemi a nejcennější část všech přírodních zdrojů. Podobně jako ostatní zelené rostliny jsou nedostupným vzorem přímého využití sluneční energie v syntéze velmi složitých molekul. Všechny lesní porosty vyprodukují ročně v procesu fotosyntézy ohromné množství organických produktů. Veškerá organická hmota lesů obnáší kolem 100 miliard t. Celkové zásoby fytohmoty v lesích tvoří 82 % z celkové fytohmoty Země.

Podle odhadů FAO činila celková rozloha lesů téměř 4 miliardy ha, což je 30 % zemské souše. Celková zásoba dřeva se pohybuje kolem 240 miliard m³.

Při snaze získat přesné a definitivní údaje charakterizující světový lesní fond a produkci lesů se setkáváme s řadou problémů vyplývajících z těchto skutečností:

1. Zdaleka ne všechny lesy jsou zahrnuty do inventarizací konaných periodicky lesnickou sekcí FAO (např. poslední inventarizace v letech 1963–1974 byla v Asii provedena pouze na 35 % celkové plochy lesů, v Africe jen na 15 % atd.).

2. Inventarizace se provádí s různou přesností, takže získané údaje ne vždy odpovídají objektivnímu stavu.

3. Mnohé, zejména rozvojové země, si vykládají jednotnou lesnickou terminologii základních veličin vypracovanou FAO příliš volně, což negativně ovlivňuje vzájemnou srovnatelnost údajů. Bylo např. zjištěno, že pod pojem les jsou často zahrnovány i ty vegetační formace, které lze pokládat za les jen v nejširším slova smyslu. Některé země do této kategorie zahrnují dokonce i půdu, na níž předtím les nerostl, ale která má být někdy v budoucnosti za-

lesněna. Některé údaje o části světových lesů, zvláště těch hospodářsky nevyužívaných, jsou získávány pouze odhadem.

4. Přestože lze zveřejňované údaje o výši těžeb pokládat za spolehlivější než informace o rozložení lesních zdrojů ve světě, část těžby zůstane vždy neevidována nebo je určena pro místní nebo okamžitou spotřebu, takže se vůbec nepodílí na výrobním cyklu a není uvedena ve statistikách. Údaje jsou proto často nekompletní a podléhají opakovaným revizím.

Údaje o světových lesích se liší i podle jednotlivých statistických pramenů, ale za nejvýznamnější zdroj informací se pokládají materiály zpracované FAO, jichž se proto přidržujeme jako základních a doplňujeme je o některé údaje z dalších odborných studií.

Ze všech složek biosféry byly především lesy v posledních desetiletích vystaveny zvláště intenzivní exploataci. Současnost je charakterizována značným snížením plochy především tropických lesů — nejbohatší lesní formace naší planety. Nedotčené rozsáhlé lesní celky zůstávají pouze v oblasti Amazonky a střední Afriky, značně byly redukovány lesy na většině území západní Afriky, jihovýchodní Asie a střední Ameriky.

Rapidní ubývání tropických lesů bylo označeno za jeden z nejvážnějších ekologických problémů naší doby. Experti odhadují, že od roku 1900 se plocha tropických lesů snížila již více než o polovinu. Pokud bude i nadále zachován současný trend, kdy ročně mizí ze zemského povrchu 15–25 milionů ha lesů, poklesne celková plocha tropických lesů do roku 2000 pod 1 miliardu ha. Další prognózy varují, že jestliže se nepodaří zpomalit populační růst, hlavně v rozvojových zemích, a zabránit dalšímu odlesňování, budou tropické lesy do konce

příštího století úplně zlikvidovány, což by mělo nedozírně ekologické následky.

Negativní důsledky odlesňování se projevují již dnes. Byl vážně narušen vodní režim na rozsáhlých plochách, což dokazují záplavy, resp. sucha, v Indii, Pákistánu, Thajsku, Tanzánii a zemích afrického Sahelu. Odlesnění se tak stává jednou z nejdůležitějších příčin vedoucích k rozšiřování oblastí pouští. Je prokázáno, že vede k urychlení degradace půdy a vodních i ostatních přírodních zdrojů, a to nejenom v extrémních, ale i běžných podmínkách.

Nejlesnatějším kontinentem je Jižní Amerika, kde lesy zaujímají cca 45 % z celkové plochy světadílu, následuje Severní Amerika (34 %), Evropa (32 %), Afrika (23 %) a Asie (18 %) a Austrálie s Oceánií (pouze 11 %).

Lesy v Evropě (tabulka I) pokrývají plochu cca 175 mil. ha. Nejvyšší podíl zalesnění vykazují severské státy (v průměru 52 %) a střední Evropa s 39 %. V jižní Evropě je velká část lesní půdy pokryta křovinami a málo produktivními porosty, které jsou jen zřídka využívány k hospodářským účelům.

Plocha využívaných lesů se v Evropě odhaduje na 135 mil. ha, což představuje 77 % z celkové zalesněné plochy. Ve většině evropských zemí se podíl využívaných lesů pohybuje mezi 80–90 %, kromě jižní Evropy, kde je z výše uvedených důvodů podstatně nižší. Důvodem pro nevyužívání lesů je ekonomická nevýhodnost těžby nebo fyzická nedostupnost lesů, resp. jejich nízká produktivnost (např. ve Finsku je 600 000 ha hospodářsky nevyužívaných lesů, v Norsku 1 450 000 ha a ve Švédsku 1 380 000 hektarů).

Jehličnaté lesy pokrývají asi dvě třetiny z celkové plochy evropských lesů. Jejich podíl je značně vysoký v severských zemích (84 %) a střední Evropě (81 %), nízký v západní Evropě (50 %) a jižní Evropě (46 %).

Perspektivně se předpokládá, že celková zalesněná plocha by měla v Evropě vzrůst do roku 2000 na 183 mil. ha, což představuje nárůst o 5 %. Odborníci soudí, že plocha využívaných lesů se přitom zvýší téměř o 14 mil. ha (10 %). Zasloužit by se o to měly především plánované přeměny keřových a neproduktivních porostů na produktivní lesy v zemích jižní Evropy. Ve Španělsku by se plocha využívaných lesů měla zvýšit o 3,7 mil. ha a v Jugoslávii téměř o 2 mil. ha.

Zemí s největším lesním bohatstvím je SSSR, kde se lesy rozkládají na ploše téměř 800 mil. ha, přičemž 80 % všech

lesů leží na východ od Uralu. Průměrná lesnatost činí 35 %, ale v jednotlivých zónách lesů směrem od severu k jihu se výrazně liší. Od oblasti lesotunder, kde je lesnatost 10–12 %, přes zónu severní tajgy (12–29 %) dosahuje vrcholu v zóně střední tajgy (48–51 %), aby v oblasti jižní tajgy poklesla na 38 % a v zóně stepí a lesostepí jen na 10–15 %.

Jehličnaté lesy zaujímají 78 % z celkové plochy lesů, z toho samotný modřín, rostoucí hlavně ve východní Sibiři a na Dálném Východě, 38 % a borovice 16 % plochy. Odhaduje se, že asi 393 mil. ha je využívaných a 398 mil. ha nevyužívaných, i když vzájemné přesuny některých lesních celků z jedné kategorie do druhé nejsou vyloučeny. V minulosti byla větší část dřeva těžena v západní části SSSR, kde je soustředěn zpracovatelský průmysl. V současnosti se však přesouvá stále více na východ, což umožňuje i výstavba Bajkalsko-amurské magistrály, která přispěje k zpřístupnění dalších 40–50 mil. ha lesů na Sibiři a Dálném Východě.

Severní Amerika (tabulka II) je zalesněna asi z jedné třetiny své celkové rozlohy a plocha lesů je téměř rovnoměrně rozdělena mezi USA a Kanadu. V Kanadě existují rozsáhlé plochy nepřístupných nebo téměř nevyužívaných lesů, kde nebyla dosud provedena inventarizace. Určení stupně jejich využívání je proto obtížné, lze jen konstatovat, že z celkové kanadské rozlohy lesů připadá asi 5 % plochy na rezervace, kde je těžba vyloučena. Ze zbytku asi polovina je určena k pravidelné produkci dřeva, přičemž těžba zahrnuje asi jednu čtvrtinu plochy všech kanadských lesů.

Jehličnany jsou zastoupeny téměř z 80 %, hlavně v provincii Britská Kolumbie a pak v provinciích Quebec a Ontario. Na území Spojených států se jehličnaté porosty vyskytují na dvou třetinách plochy lesů, z toho pak 75 % v západní části země, zbytek potom hlavně na jihovýchodě. Více než polovina listnatých porostů se nachází v severovýchodní části USA.

Z jihoamerických států má největší lesnatost Brazílie, kde je nejrozsáhlejší komplex tropických lesů na světě, zatím málo porušených mimo oblastí na jihu Amazónie a východní části země. V souladu s vládní politikou rozšiřování plochy zemědělské půdy lze očekávat v blízké budoucnosti intenzivní exploataci lesů na západě. V Peru a Kolumbii jsou rozsáhlé lesní komplexy, zatím neporušené, ale i zde se už v tom-

I. Charakteristika lesů v Evropě

Stát	Celková plocha v tis. ha			Procento zastoupení dřevin		Celková plocha státu	Lesnatost	Plocha lesů na 1 obyv. v ha
	les. půdy	lesa	křovin	jehličnaté	listnaté	v tis. km ²	v %	
Albánie	1 282	1 282		12	88	29	44	0,5
Belgie	618	603	15	44	56	31	20	0,06
Bulharsko	3 746	3 456	290	27	73	111	34	0,4
ČSSR	4 525	4 148	—	63	37	128	35	0,3
Dánsko	490	420		63	37	43	11	0,08
Finsko	22 371	18 697	3 674	91	9	337	66	4,8
Francie	13 022	12 064		33	67	547	24	0,2
Irsko	268	267	1	76	24	70	4	0,08
Island	100	5	95	50	50	103	0,01	0,4
Itálie	7 668	6 108	1 560	21	79	301	25	0,1
Jugoslávie	8 688	7 366	1 322	19	81	256	34	0,4
Lucembursko	83	81	2	25	75	2,6	32	0,2
Maďarsko	1 452	1 452		10	90	93	16	0,1
NDR	2 950	2 750	—	76	24	108	27	0,2
Nizozemí	328	276	52	71	29	41	8	0,02
Norsko	8 900	8 300	600	69	31	324	27	2,2
Polsko	8 452	8 452		83	17	313	27	0,2
Portugalsko	3 641	2 941	700	45	55	92	40	0,4
Rakousko	3 675	3 673	2	71	29	84	44	0,5
Rumunsko	6 229	6 219	10	27	73	237	26	0,3
Řecko	5 754	2 512	3 242	38	62	132	44	0,6
NSR	7 210	6 837	373	67	33	249	29	0,1
Španělsko	22 648	9 434	13 214	45	55	505	45	0,6
Švédsko	27 301	23 419	2 400	85	15	450	57	3,1
Švýcarsko	981	960	21	67	33	41	24	0,2
Velká Británie	1 987	1 699	288	78	22	244	8	0,04
SSSR	921 200	791 600		78	22	22 402	35	3,0

Stát	Celková plocha v tis. ha			Procento zastoupení dřevin		Celková plocha státu	Lesnatost v %	Plocha lesů na 1 obyv. v ha
	les. půdy	lesa	křovin	jehličnaté	listnaté	v tis. km²		
Severní Amerika								
Grónsko		10				2176	0,005	0,2
Kanada	322 200	322 200		79	21	9976	33	14,0
USA	308 000	308 000		67	33	9363	33	1,4
Střední Amerika								
Bahamy	324	324				14	23	1,4
Belize	2 000	1 780	220	6	94	23	87	13,3
Dominikánská republika	1 100	1 000	100	20	80	48	23	0,2
Guadeloupe	68	68				1,8	38	0,2
Guatemala	6 500	5 300	1 200	19	81	109	60	1,0
Haiti	200	200		37	63	28	7	0,04
Honduras	7 049	6 247		38	62	112	56	2,0
Jamajka	490	260	230			11	45	0,2
Kostarika	2 200	2 000	200			51	43	1,1
Kuba	2 900	2 530		18	82	115	22	0,3
Martinique	27	27				1	27	0,07
Mexiko	40 000	30 000	10 000	50	50	1972	20	0,6
Nikaragua	6 400	6 400		11	89	130	49	2,8
Panama	4 080	4 080				76	54	2,3
Portoriko	155	118				9	13	0,04
Salvador	1 200	1 150	50	3	97	21	57	0,3
Trinidad + Tobago	235	235				5	47	0,2
Jižní Amerika								
Argentina	60 300	39 000	21 300	2	98	2792	22	2,3
Bolívie	47 324	47 324				1098	43	8,1
Brazílie	320 000	320 000		2	98	8512	38	2,8
Ekvádor	18 130	18 130				284	64	2,5
Francouzská Guayana	8 650	8 650				91	95	135,0
Guayana	18 230	18 230				215	85	23,2
Chile	16 100	16 100		2	98	757	21	1,5
Kolumbie	78 000	50 040				1139	44	2,1
Paraguay	21 000	21 000				407	52	7,7
Peru	87 000	65 020				1285	51	4,0
Surinam	14 805	14 805				163	91	33,6
Uruguay	620	620				187	3	0,2
Venezuela	48 000	48 000				912	53	3,8

to desetiletí očekává zvýšené tempo osidlování zemědělské půdy na úkor lesů. Podobná situace je v Bolívii, kde dosud nebylo příliš intenzivně těženo, ale vláda začíná uskutečňovat výstavbu dopravní sítě do dosud nepřístupných oblastí.

Přes tyto skutečnosti má Jižní Amerika jako kontinent pořád největší plochu lesů na světě. Inventarizace pokryly asi 15 % celkové rozlohy lesů, v některých zemích pouze cca 10 %, ale odhady uvádějí celkovou výměru všech jihoamerických lesů, včetně řídkých neproduktivních porostů pokrývajících savany, kolem 900 mil. ha. Nejlesnatějšími státy na světě jsou Francouzská Guyana (lesnatost 95 %) a Surinam (91 %). Jižní Amerika má i největší podíl lesů připadajících na 1 obyvatele (cca 5,3 ha).

Problémy kolem likvidace lesů postihly i většinu středoamerických zemí. Dvě třetiny původních lesů už byly zlikvidovány, hlavně z důvodů rozšiřování výměry zemědělské půdy a chovu dobytka. V Salvadoru vzalo za své už 93 % zalesněné půdy, malé plochy lesů zbývají v severovýchodní části Guatemaly, východním Hondurasu, v Belize, části východní Nicaragui a národních parcích Kostariky a Panamy. V Mexiku jsou poslední rozsáhlejší tropické pralesy v jižní části země. Asi polovina lesů připadá na jehličnaté a polovina na listnaté porosty.

Afrika je doménou listnatých, především tropických dešťných lesů (tabulka III). Jehličnatých lesů je jen necelého půl procenta z celkové zalesněné plochy a rostou pouze v chladnějších oblastech na severu kontinentu, v pohoří Atlas a na území Alžíru a Maroka. V Jihoafrické republice jsou uměle zakládány plantáže jehličnatých dřevin.

Údaje o lesním fondu mnohých afrických zemí se liší podle použitých pramenů, což platí obecně nejen pro africké, ale i ostatní, především rozvojové země. Charakteristickým rysem však je, že územní rozdělení lesů na africkém kontinentě je velmi nerovnoměrné. Zatímco u některých států převyšuje lesnatost 50 % z celkové plochy (Mozambik 84 %, Gabun 81 %, Benin 60 %), u jiných je minimální (Keňa, Mali, Niger 4 %, Alžír, JAR 1 %, Egypt a Somálsko méně než 1 %).

Převážná většina tropických pralesů je ve střední a západní Africe. V západní části byla značná část lesů už vytěžena. To se týká především Libérie, kde zbyla už jen velmi malá část původních lesů, Nigérie, kde většina lesů padla za obět téměř sto let trvajících ex-

ploataci, Pobřeží Slonoviny, kde zmizelo už více než 70 % původních lesních komplexů, a Ghany, kde nejsou již téměř žádné lesy, přičemž polovina lesní plochy byla odlesněna během posledních 25 let a přeměněna na zemědělské pozemky. Nedotčena zůstává pouze střední Afrika, kde se největší plochy lesů nacházejí hlavně v Zaire (téměř desetina plochy všech tropických lesů na světě), Gabunu, Mosambiku, Středoafrické republice, Angole.

V Asii, vzhledem k vysoké populaci především v Číně a Indii, připadá na 1 obyvatele asi 0,2 ha lesa (tabulka IV). Z celkové plochy lesů necelou polovinu (cca 240 mil. ha) zabírají tropické, resp. subtropické lesní formace, zbytek tvoří řídké, málo produktivní lesy. Nejrozsáhlejší plochu tropických lesů má v Asii Indonésie, i když i zde velké dřevařské společnosti těží stále více dřeva. Během posledních deseti let se indonéská produkce dřeva zvýšila šesti-násobně.

Kromě Indonésie má vysokou lesnatost také Malajsie (71 %), i když dvě třetiny nížinných tropických lesů jsou v současnosti intenzivně využívány a jejich plocha se stále zmenšuje.

Stále rostoucí exploatace lesů probíhá také na Filipínách, kde dnes již zbývá pouhá třetina plochy lesů, která zde existovala ještě před třiceti lety.

Zatím relativně málo zasažené těžbou jsou rozsáhlé lesní komplexy v jihovýchodní Asii, kde leží bohatě zalesněné státy jako Kambodža (lesnatost 73 %), Barma (66 %), Laos (60 %) a Thajsko (53 %). Nejmenší lesnatost mají arabské státy, především Sjednocené arabské emiráty (0,1 %), Kuvajt (0,3 %), Oman (0,4 %), Saudská Arábie (0,6 %), Jordánsko (1 %), Irák (2 %), Sýrie (3 %).

V Austrálii pokrývají lesy asi 138 mil. ha půdy (tabulka V), z toho cca 95 % pokrývají listnaté dřeviny — značnou část přitom zaujímají eukalyptové lesy. Zakládání plantáží a zemědělských farem spolu s těžbou rud a minerálů bylo příčinou odlesňování, takže dnes existují zbytky původních lesů jen podél východního pobřeží. Ostatní nížinné lesy jsou i nadále intenzivně využívány. V suchých oblastech pokrývají rozsáhlé plochy řídké trnité porosty, hospodářsky bezvýznamné. Oblast jižního Pacifiku je takřka ze dvou třetin zalesněna a vzhledem k malé populaci má vysoký podíl lesů na 1 obyvatele. Největší lesnatost mají Šalamounovy ostrovy (84 %), Papua — Nová Guinea (79 %), Fidži (69 %) a Západní Samoa (61 %). Velká část ostrovních lesů se však nachází

III. Charakteristika afrických lesů

Stát	Celková plocha v tis. ha			Procento zastoupení dřevin		Celková plocha státu	Lesnatost v %	Plocha lesů na 1 obyv. v ha
	les. půdy	lesa	křovin	jehličnaté	listnaté	v tis. km ²		
Alžír	2 400	490		17	83	2382	1	0,2
Angola	72 660	59 620			100	1247	48	10,0
Benin	6 768	6 768			100	113	60	2,0
Botswana	11 000	11 000				600	18	1,6
Burundi	325	325				28	12	0,1
Čad	16 500	16 500			100	1284	13	4,0
Egypt	1	1			100	1002		
Etiopie	33 040	33 040		3	97	1222	27	1,0
Gabun	24 500	21 500			100	268	81	36,0
Gambie	66	66			100	11	6	0,1
Ghana	2 000	2 000			100	239	9	0,2
Guinea	7 100	7 100			100	246	28	0,3
Guinea-Bissau	1 070	1 070			100	36	30	1,3
Horní Volta	3 500	3 500				274	13	0,6
Jihoafrická republika	3 980	1 280				1221	1	0,06
Kamerun	30 006	30 006				475	37	3,0
Keňa	2 073	2 073		38	62	583	4	0,2
Kongo	17 500	17 000			100	342	50	19,0
Libérie	2 500	2 500			100	111	26	1,7
Libye	460	70	390		100	1760		0,07
Madagaskar	12 700	12 700				597	29	1,1
Malawi		57				119		0,01

Mali	4 500	4 500			100	1240	4	1,0
Maroko	5 200	5 200				446	12	0,3
Mauretánie			15 000			1031		
Mauritius	31	2	29			2		
Mosambik	66 500	61 500			100	783	84	
Namibie	10 000				100	824	6	
Niger	5 200	4 000	1 200		100	1267	4	
Nigérie	34 470	34 470			100	924	34	0,1
Pobřeží Slonoviny	19 028	19 028			100	322	28	1,28
Reunion		100				2,5	43	0,2
Rovníková Guinea	1 000	1 000			100	28	36	3,0
Rwanda	529	329				26	9	0,1
Senegal	5 444	2 444			100	196	12	1,2
Sierra Leone	363	363				72	5	0,1
Somálsko	200	200		65	35	638	0,3	0,06
Středoafrická republika	28 000	3 000			100	623	5	2,0
Súdán	42 000	17 981	16 600			2506	7	1,0
Svazilsko	116	116				17	7	0,2
Tanzanie	38 959	1 359				945	14	0,1
Togo	3 586	1 086				57	20	0,2
Tunis	690	367	323	23	77	164	4	0,1
Uganda	1 949	1 949				237	8	0,2
Zaire	180 000	90 000			100	2345	38	7,0
Zambie	37 330	37 330			100	753	48	8,0
Zimbabwe	23 893	15 893				391	40	2,5

Stát	Celková plocha v tis. ha			Procento zastoupení dřevin		Celková plocha státu v tis. km ²	Lesnatost v %	Plocha lesů na 1 obyv. v ha
	les. půdy	lesa	křovin	jechlíkaté	listnaté			
Afgánistán	700	490	210	38	62	647	1	0,04
Bangladéš	2 300	2 030	270	—	100	144	16	0,03
Barma	45 000	36 000	9 000	6	94	677	66	1,2
Brunei	436	415				6	69	2,2
Bhután		3 000		50	50	47	64	2,5
Čína	97 100	80 000		31	69	9597	8	0,08
Filipíny	15 900	13 800		2	98	300	46	0,3
Indie	78 400			5	95	3287	24	0,1
Indonésie	124 700			3	97	2027	62	0,9
Irák	1 500	900		2	98	435	2	0,08
Írán	12 000	3 000			100	1648	2	0,09
Izrael	107	85	22	67	33	21	5	0,03
Japonsko	25 274	25 267	7	43	57	372	68	0,2
Jemenská arabská republika	150	150				195	1	0,02
Jemenská lid. dem. republika	2 590	2 590				333	8	1,5
Jižní Korea	6 685	6 683	2	49	51	98	68	0,2
Jordánsko	122	43	79			98	1	0,04
Kambodža	13 200	12 400	800			181	73	1,6
Korejská lid. dem. republika	8 970	7 355	1 615	54	46	121	74	0,5
Kuvajt	5					18	0,3	0,01
Kypr	175	170		93	7	9	19	0,3
Laos	15 000	14 300		2	98	237	60	4,2
Libanon	135	135		42	58	10	14	0,05
Malajsie	25 000	23 600				330	72	1,9
Mongolsko	15 010	13 300	614	83	17	1565	9	11,5
Nepál	4 660	4 660		32	68	141	33	0,4
Oman	80	80				212	0,4	0,1
Pákistán	2 300	2 300		7	93	804	3	0,03
Saudská Arábie	1 200	1 000	200			2150	0,6	0,1
Singapur	4					0,58	7	0,002
Spojené Arabské emiráty	8	8				84	0,1	0,03
Sýrie	470	150	320	20	80	185	3	0,06
Sri Lanka	2 900	2 480				66	38	0,2
Thajsko	29 000	27 000		1	99	514	53	0,6
Tchajwan	2 012	2 012		24	76	36	56	0,2
Turecko	20 200	9 000	11 200	52	48	781	26	0,5
Vietnam	13 500			2	98	330	41	0,3

V. Charakteristika lesů v Austrálii a Tichomořské oblasti

Stát	Celková plocha v tis ha.			Procento zastoupení dřevin		Celková plocha státu	Lesnatost v ‰	Plocha lesů na 1 obyv. v ha
	les. půdy	lesa	křovin	jehličnaté	listnaté	v tis. km ²		
Austrálie	137 748	37 939	99 809	19	81	7687	18	10,0
Fidži	1 250	890	360			18	69	2,1
Nová Guinea — Papua	40 400	36 400		2	98	462	79	12,7
Vanuatu	16					15	1	0,2
Nová Kaledonie	270					19	14	2,0
Nový Zéland	8 499	6 192	2 307	71	29	269	32	2,6
Polynésie	115					4	29	1,1
Šalomounovy ostrovy	2 560	394				28	84	2,0
Západní Samoa	184					3	61	1,2

v nepřístupných terénních podmínkách.

Rozloha světového lesního fondu se vlivem činnosti člověka neustále zmenšuje, protože lesy mají stále větší význam jako zdroj důležitých surovin i jako klíčový faktor životního prostředí. Lesy tvoří ekosystémy důležité pro celé lidstvo a mají dalekosáhlý vliv na zemědělství, vodní bilanci a další odvětví hospodářství.

V rozvojových zemích stoupá neustále počet obyvatel a stromy, které jsou

zde dodnes hlavním zdrojem tepelné energie, nestačí dorůstat. Podle studie OSN je ohrožena energetickou krizí, která by nastala, kdyby se zásoby dřeva k vaření a topení vyčerpaly, existence 1,3 miliardy lidí.

Pokračující likvidace lesů tak představuje nejenom vážný ekologický problém, ale zasahuje i do dalšího vývoje hlavně rozvojových zemí především v oblasti politické, ekonomické i sociální.

Literatura

- BUKŠTYNOV — GRAŠEV — KRYLOV: *Priroda mira — lesa*. Mysl, Moskva, 1981
European Timber Trends and Prospects 1950 to 2000. FAO, Geneva, 1976
PERSSON, R.: *World Forest Resources*. Research Notes č. 17, Stockholm, 1974
Yearbook of Forest Products 1969—1980. FAO, Rome, 1982

Ing. Karel Neterda, Anna Skrušná, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

Podepsáno k tisku 11. 2. 1985