

8/92
VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

9

ROČNÍK 28 (LV)
PRAHA
ZÁŘÍ 1982
CENA 12 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

LESNICTVÍ

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

Šéfredaktor člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1982

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. Издает 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.

LESNICTVÍ publie les traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de science silvicole, études et analyses. Publié par l'Institut des informations scientifiques et techniques pour l'agriculture. Paraît une fois par mois. Rédaction: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

VLIV ZVLHČENÍ VYSCHLÉ PŮDY SMRKOVÉHO POROSTU NA MIKROBNÍ BIOCEÓZU

A. Lettl, J. Materna

LETTL, A. — MATERNA, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strnady). *Vliv zvlhčení vyschlé půdy smrkového porostu na mikrobiální biocenózu*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 715-724.

Jsou uvedeny výsledky v našich podmínkách ojedinělého pozorování vlivu suchého a vlhkého období na mikrobiální biocenózu ve svrchních horizontech půdy smrkového porostu. Vlivem sucha nastala deprese počtu bakterií a zvláště mikromycet, byla snížena bazální i potenciální respirace půdy, nitrifikace a oxidace thiosíranu; naopak byla lehce zvýšena amonizace a oxidace elementární síry. Po příchodu srážkově bohatého období nastal mohutný rozvoj mikrobiální populace, provázený pronikavým vzestupem produkce CO₂. Zpočátku poklesla amonizace a nitrifikace se obnovila jen částečně.

mikrobiologie lesnická; půdy smrkových porostů; srážky

Ovlivnění půdních vlastností střídáním suchých a vlhkých období poutá pozornost mikrobiologů již celé století (pro přehled starší literatury viz Gustafson 1922, Lebedjantzev 1924, Káš 1926), protože při nástupu srážkově bohatého období po období sucha, popř. v roce následujícím po roce mimořádně suchém, se dosahuje vyšších výnosů zemědělských plodin (Káš 1926, Khalil 1929). Vyschnutí půdy je tedy posuzováno jako přirozený faktor pro udržení nebo zvýšení půdní úrodnosti (Lebedjantzev 1924). Tato změna může mít řadu příčin a je obtížné posoudit, zda příznivý vliv sucha je dnes beze zbytku vysvětlen.

Bez nároku na úplnost uvedme, že suchem je změněn koloidní stav půdy, čímž se vytvářejí příznivější podmínky pro mikrobiální život (Káš 1926). Zvyšuje se obsah látek ve vodě rozpustných (Gustafson 1922), a to tím více, čím delší byla doba vyschnutí; dochází totiž k fragmentaci organických zbytků a ke zvýšení porozity organických gelů. Jejich zvětšený povrch pak dává předpoklad pro rychlejší mikrobiální rozklad (Birch 1959). Ve vyschlé půdě se uvolňují aminokyseliny (Stevenson 1956, Griffiths a Birch 1961), stoupá obsah aminodusíku a amonia (Soulides a Allison 1961, Jager a Bruins 1975), čímž je dán substrát pro vzrůst nitrifikace po zvlhčení (Soulides a Allison 1961, Birch 1959); v suchém stavu půdy je nitrifikace silně narušena (Munro a MacKay 1964).

U vyschlé půdy byla pozorována značná destrukce mikroorganismů i se změnami skupinového zastoupení (Stotzky a kol. 1962, Thayer 1974); v experimentu se např. v průběhu sušení zvyšovalo procentuální zastoupení kvasinek (Sparling a Cheshire 1979). Odumřelá mikrobiální masa sama do značné míry slouží jako zdroj uvolňovaných živin (Jager a Bruins 1975). Po zvlhčení suché půdy se proto pozoruje mohutný rozvoj mikrobiální biocenózy (Soulides

a Allison 1961) po krátké fázi lagu (Stevenson 1956). Vzhledem k nahromaděným organickým substrátům se tento rozvoj týká především zymogenní mikroflóry, zatímco mikroflóra autochtonní se mění jen málo (Griffiths a Birch 1961). Protože v půdě jsou nahromaděny nejen nutričně, ale i energeticky hodnotné substráty (Soulides a Allison 1961) jako sacharidy (Folsom a kol. 1974, Cheshire a kol. 1976, 1978), je rozvoj mikrobiální populace provázen značnou produkcí CO_2 (Birch 1956, Soulides a Allison 1961), která je zvláště výrazná v časném období po zvlhčení půdy; tato vlna může sloužit k hrubému odhadu množství biomasy (Jenkinson 1966) a při opakovaném sušení a zvlhčování půdy k odhadu množství organické hmoty v půdě (Jager a Bruins 1975). Může se zvýšit fixace dusíku (Khalil 1929), pravidelně se zvyšuje nitrifikace (Birch 1959); byl zjištěn lineární vztah mezi množstvím mineralizovaného C a N a logaritmem délky doby, po kterou byla půda uchovávána v suchém stavu (Birch 1960).

Tyto výsledky však byly získány převážně v experimentech s půdními vzorky. Pozorování v terénu se vztahují téměř výhradně k aridním nebo semiaridním tropickým oblastem a týkají se zpravidla pouze zemědělsky obhospodařovaných půd (souborně viz Dommergues a Mangenot 1970). Česká literatura, pokud je nám známo, se tohoto tématu dotkla pouze Kášovou studií chování suchých půdních vzorků po zvlhčení (Káš 1926) a o 40 let později Seifertovým průkazem nitrifikace u vysušené půdy; na základě toho byla podána kritika praxe některých laboratoří zpracovávat déle skladované půdní vzorky na vzduchu vysušené (Seifert a Mrázková 1966). Ve středoevropských klimatických podmínkách přichází výrazně suché období celkem vzácně a nečekaně. Zřejmě z toho důvodu v naší literatuře chybí studie v přirozených podmínkách.

Předložená práce proto uvádí výsledky sledování mikrobiální biocenózy a její aktivity ve svrchních horizontech půdy smrkového porostu v jarním období roku 1979, kdy od poloviny května nastalo delší období téměř bez srážek, následované obdobím s hojnějšími srážkami v červnu a červenci.

MATERIÁL A METODY

Studovaný smrkový porost je součástí polesí Chejlava Lesního závodu Spálené Poříčí (oblast ZČSL Plzeň). Podrobná charakteristika lokality je uvedena jinde (Langkramer a kol. 1979). V červenci roku 1978 byl porost pohnojen ledkem amonným s vápencem v dávce 125 kg N na ha.

Meteorologické údaje byly převzaty ze stanice Hydrometeorologického ústavu v nedalekém Nepomuku. Denní hodnoty srážek ve sledovaném období jsou uvedeny v tabulce I.

Ve smrkovém porostu 31fi byly ve dnech 4. 4., 2. 5., 30. 5., 18. 6. a 19. 7. 1979 odebrány na třech místech vzorky horizontu F(A₀₂), H(A₀₃) a A(A₁) a pak odděleně zpracovány laboratorně. Ve výsledcích je uveden vždy aritmetický průměr hodnot ze tří odběrových míst. Výsledky nezahrnují horizont A(A₁), kde se již vliv suchého období neprojevoval zřetelně. Doba sledování končí dnem 19. 7. 1979, protože o dva dny později byla plocha ovlivněna aplikací močoviny.

U 2mm jemnozeme byl stanoven hmotnostní obsah vlhkosti, aktivní a výměnné pH (Klika a kol. 1954), obsah organického uhlíku, celkový obsah dusíku, obsah dusičnanového a amonného dusíku (Schlichting a Blume 1966) a obsah rozpustných síranů (Lettl a kol. 1981).

Počet aerobních bakterií byl stanoven kultivačně na Thorntonově médiu, počet amonizačních bakterií na masopeptonovém agaru (Živný bujón č. 2) a počet mikroskopických hub na agaru Czapek-Doxové (vše Imuna n. p., Šarišské Michalany) s 1 % sladinkového extraktu (Difco Laboratories, Detroit, Michigan). Odhad biomasy B byl proveden podle vzorce, zdůvodněného s kritickými výhradami Langkramerem (1977):

$$B = M \cdot V \cdot v \cdot s,$$

kde M — počet bakterií nebo mikromycet v 1 g suché půdy,
 V — průměrný objem bakterie ($1 \mu^3$), resp. vlákna mikromycety ($100 \mu^3$),
 v — průměrná hmotnost mikroorganismů ($= 1,1$),
 s — sušina mikrobiální hmoty ($= 0,2$).

Za biomasu bakterií je ve výsledcích považován součet biomasy aerobních a amonizačních bakterií, za celkovou biomasu je považována táž hodnota, zvětšená o biomasu mikromycet.

Intenzita bazální a potenciální respirace (tj. s přidavkem 1 % glukózy v půdě) je vyjádřena v mg CO_2 , produkovaného za 24 h; intenzita amonizace a nitrifikace v mg amonného, resp. dusičnanového N, produkovaného za dva týdny; intenzita oxidace thiosíranu a elementární síry v mg SO_4^{2-} , produkovaných z přidávaných substrátů (Lettl a kol. 1981) během inkubace přirozeně vlhkých půdních vzorků při 25 °C v přepočtu na 1 kg suché půdy.

VÝSLEDKY A DISKUSE

VLHKOST PŮDY

Od poloviny května a počátkem června 1979 bylo velmi suché a teplé období. Nepatrné srážky (tabulka I) nepronikly vlivem intercepce k půdě. Ve smrkovém porostu s vysokou a velmi stálou půdní vlhkostí (v roce 1978 obsahoval horizont F průměrně $69,2 \pm 3,65$ % vody, horizont H $64,7 \pm 1,93$ %) poklesl v tomto období obsah vody v horizontu F na 26,8 %, v horizontu H na 34,8 % (obr. 1A). Materiál, odebraný z obou horizontů dne 30. 5. 1979, byl na dotek zcela suchý a při zpracování prašný.

ROZSAH A SLOŽENÍ MIKROBNÍ BIOCENÓZY

Mikrobiální biocenóza byla suchem nejvíce poškozena v horizontu F, kde také byla později pozorována nejsilnější reakce na zvlhčení. V období sucha došlo k řádovému poklesu koncentrace aerobních bakterií; ještě více byly poškozeny bakterie amonizační (obr. 1B, C). Po příchodu srážkově bohatšího období v červnu došlo k prudkému pomnožení, u skupiny amonizačních bakterií o celé dva řády, kdy bylo dosaženo neobvyklého řádu 10^8 . V tomto období byly koncentrace bakterií zhruba desetkrát vyšší než v době před suchem. Tento nápadný jev byl pozorován již řadou autorů (Griffiths a Birch 1961).

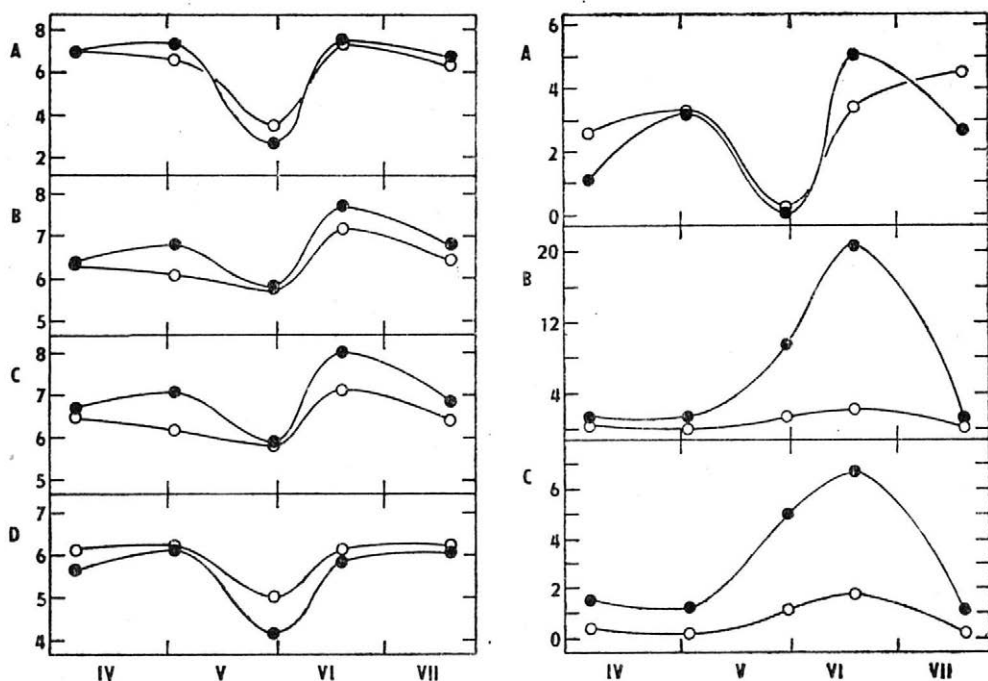
Je pozoruhodné, že suchem byly podstatně více poškozeny mikromycety (obr. 1D). Jejich počet se v horizontu F snížil o celé dva řády a po zvlhčení se tento úbytek sotva vyrovnal. Zdá se, že v jiných půdách snázejí mikromycety vyschnout lépe (Stotzky a kol. 1962, Sparling a Cheshire 1979).

Tyto změny v koncentraci mikrobů se samozřejmě pronikavě odrazilily i v množství celkové biomasy v půdě. V období sucha bylo její množství nepatrné a po zvlhčení se zvýšilo téměř na dvojnásobek pů-

I. Denní úhrny srážek (mm) v dubnu až červenci 1979 ze stanice HMÚ Nepomuk.
 — Daily rainfall sums (mm) in the months April to July 1979 recorded at the Nepomuk Station of the Hydrometeorological Institute

Datum	Duben	Květen	Červen	Červenec
1.	2,0	0,7	—	0,2
2.	—	2,5	—	—
3.	—	0,1	—	—
4.	6,8	—	—	6,0
5.	0,1	1,4	1,8	—
6.	7,3	—	0,5	—
7.	6,8	—	18,1	7,5
8.	0,1	—	—	7,1
9.	—	—	—	7,0
10.	—	0,5	—	—
11.	—	5,7	2,6	—
12.	—	2,3	0,9	0,4
13.	—	—	5,8	2,6
14.	—	—	0,2	3,4
15.	—	—	16,7	2,8
16.	0,5	—	6,1	4,8
17.	0,4	2,1	52,0	0,7
18.	—	—	25,0	—
19.	—	—	0,5	—
20.	0,9	—	—	—
21.	0,1	0,1	0,2	—
22.	0,5	—	—	—
23.	1,1	—	—	—
24.	4,2	0,5	0,2	5,8
25.	—	—	—	2,0
26.	—	—	—	1,1
27.	3,0	0,4	0,2	7,8
28.	1,2	—	2,2	—
29.	—	—	—	1,3
30.	5,8	—	—	0,1
31.	—	—	—	0,7

vodní hodnoty (obr. 2A). Vlivem nestejného poškození bakterií a mikromycet se změnil i jejich vzájemný početní poměr (obr. 2B): již v období sucha vlivem značnějšího odumření mikromycet získaly převahu bakterie. Tato převaha se pak výrazně zvýšila po zvlhčení, kdy proběhlo explozivní pomnožení bakterií. Ty pak tvořily téměř 80 % celkové biomasy v půdě (obr. 2C). Ovšem tyto prudké reakce mikroflóry měly přechodný charakter a hodnoty se rychle vrátily k normálu.



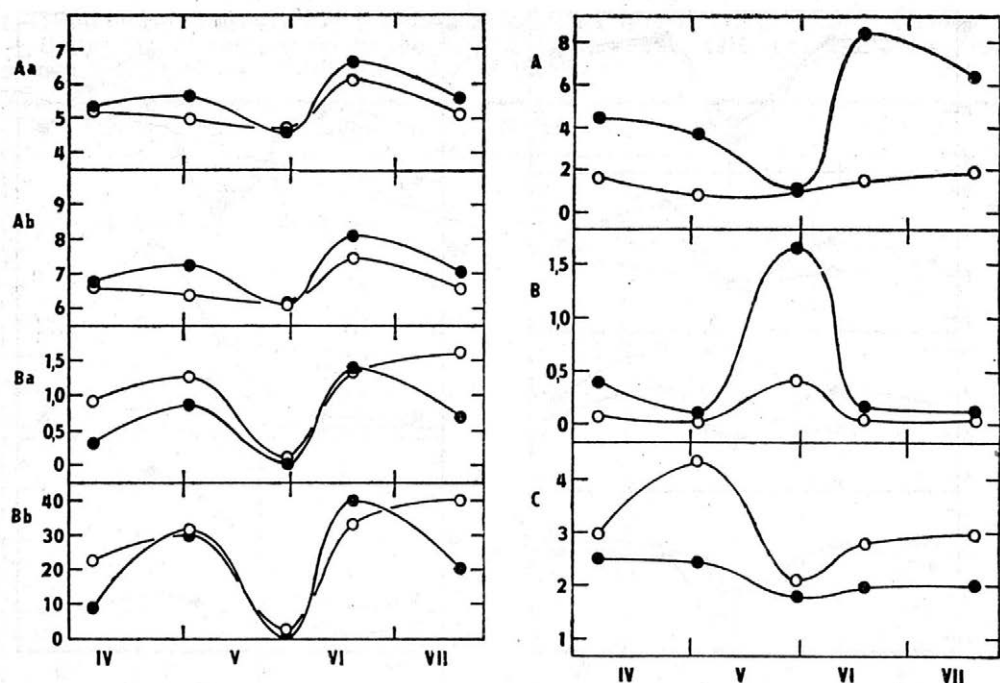
1. Vliv vysušení a zvlhčení půdy (A; obsah vody, hmotnostní $\% \cdot 10^1$) na koncentraci aerobních (B) a amonizačních bakterií (C) a mikromycet (D; $\log n \cdot g^{-1}$ suché půdy) v horizontech F—A₀₂ (černé body) a H—A₀₃ (bílé body) v období od dubna do července 1979. — The effect of soil dehydration and moistening (A; water content, mass $\% \cdot 10^1$) on concentrations of aerobic (B) and ammonifying bacteria (C) and micromycetes (D; $\log n \cdot g^{-1}$ dry soil) in horizons F—A₀₂ (full points) and H—A₀₃ (empty points) in the period from April to July 1979

2. Vliv vysušení a zvlhčení půdy na celkové množství biomasy (A; $mg \cdot 10^1 \cdot kg^{-1}$ půdy), na poměr mezi celkovou koncentrací bakterií a mikromycet (B · 10^1) a na podíl bakterií na celkové biomase (C; hmotnostní $\% \cdot 10^1$) v horizontech F—A₀₂ (černé body) a H—A₀₃ (bílé body). — The effect of soil dehydration and moistening on total biomass (A; $mg \cdot 10^1 \cdot kg^{-1}$ soil), on the ratio of total concentrations of bacteria and micromycetes (B · 10^1) and on the proportion of bacteria in total biomass (C; mass $\% \cdot 10^1$) in horizons F—A₀₂ (full points) and H—A₀₃ (empty points)

Propočet množství bakterií, resp. biomasy, na jednotkové množství živin charakterizované organickým uhlíkem a celkovým dusíkem (obr. 3) instruktivně upozorňuje, že v období sucha je organický substrát osídlen jen nepatrným množstvím mikroorganismů. Jinými slovy zbylí jedinci jsou obklopeni nadbytkem živin, které jsou rychle kolonizovány a využívány, jakmile to zvýšená vlhkost půdy dovolí.

BIOCHEMICKÁ AKTIVITA MIKROBNÍ BIOCEÓZY

Jak lze očekávat, respirace půdy se vlivem vyschnutí pronikavě snížila. Po příchodu deštivého období krátkodobě vzrostla na násobek původní hodnoty (obr. 4A); některé hodnoty nebyly užitou metodikou zachyceny (tabulka II). Tato vlna (flush) v respirační aktivitě je známým jevem (Jager a Bruins 1975).



3. Vliv vysušení a zvlhčení půdy na celkovou koncentraci bakterií (A; $\log n$) a celkové množství biomasy (B; mg sušiny) v přepočtu na 1 % C_{ox} (a) a na 1 % N_{total} (b) v horizontech F — A02 (černé body) a H — A03 (bílé body). — The effect of soil dehydration and moistening on the total concentration of bacteria (A; $\log n$) and total biomass (B; mg dry matter) as recalculated per 1 % C_{ox} (a) and per 1 % N_{total} (b) in horizons F — A02 (full points) and H — A03 (empty points)

4. Vliv vysušení a zvlhčení na bazální respiraci půdy (A; $\text{mg CO}_2 \cdot 10^3 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ půdy} \cdot \text{t}^{-1}$), na respiraci jednotkového množství biomasy (B; $\text{mg CO}_2 \cdot 10^3 \cdot \text{mg}^{-1} \text{ biomasy} \cdot \text{t}^{-1}$) a na poměr mezi bazální a potenciální respirací (C) v horizontech F — A02 (černé body) a H — A03 (bílé body). — The effect of dehydration and moistening on soil basal respiration (A; $\text{mg CO}_2 \cdot 10^3 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ soil} \cdot \text{t}^{-1}$), on respiration of biomass unit (B; $\text{mg CO}_2 \cdot 10^3 \cdot \text{mg}^{-1} \text{ biomass} \cdot \text{t}^{-1}$) and on the ratio of basal and potential respiration (C) in horizons F — A02 (full points) and H — A03 (empty points)

Přepočet produkce CO_2 na jednotkové množství biomasy pak překvapivě ukazuje, že respirační aktivita mikrobů byla nejvyšší právě v období sucha (obr. 4B). Pravděpodobně je tento jev v souvislosti s již uvedeným nadbytkem štěpitelného substrátu (obr. 3Aa, Ba), jímž je respirační aktivita pronikavě stimulována. Po zvlhčení půdy a pomnožení mikrobů se jednotková respirační aktivita okamžitě vrací na původní nízkou úroveň. Je z toho zřejmé, že přemnožení mikrobů na limitovaném substrátu navodilo relativní hladovění populace.

Zúžený poměr mezi bazální a potenciální respirací (obr. 4C) v době sucha, který svědčí o vyšší hladině snadno štěpitelných substrátů, je jen potvrzením dřívějších zjištění o rychlejší degradaci půdní organické hmoty vlivem sucha (Birch 1959).

U reakcí z koloběhu dusíku není vyloučen vliv hnojení ledkem amonným s vápencem v předešlém roce. U amonizace (obr. 5A) přerušilo období sucha klesající trend této aktivity a zřetelně ji zvýšilo ze zá-

II. Biochemická aktivita půdy. — Soil biochemical activity

Horizont	Aktivita	Datum odběru				
		4. 4.	2. 5.	30. 5.	18. 6.	19. 7.
F A ₀₂	bazální respirace ^{a)}	4 486	3680	1146	> 8 377	> 6 442
	potenciální respirace	11 252	9029	2080	> 16 745	> 12 884
	oxidace S ₂ O ₃ ²⁻ ^{b)}	—	9137	3130	5 110	6 403
	oxidace S ^o ^{b)}	—	1751	2321	1 135	1 839
H A ₀₃	bazální respirace	1 641	831	1066	1 442	1 937
	potenciální respirace	4 879	3634	2264	4 032	5 732
	oxidace S ₂ O ₃ ²⁻	—	5660	2446	6 621	4 361
	oxidace S ^o	—	1553	2106	1 084	1 838

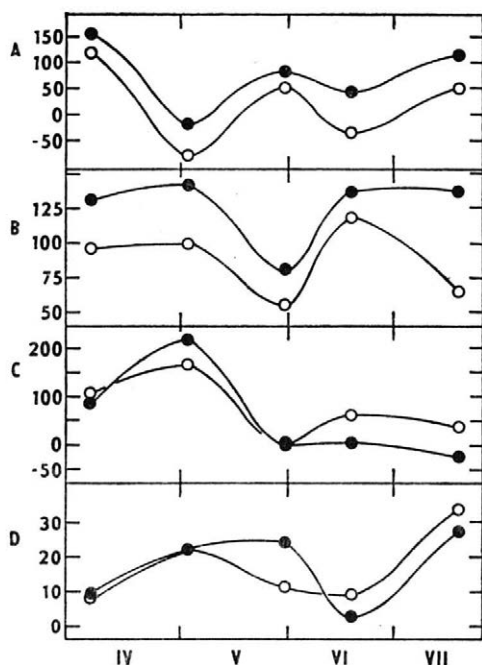
^{a)} mg CO₂ . kg⁻¹ půdy . t⁻¹

^{b)} mg SO₄²⁻ . kg⁻¹ půdy . t⁻¹

III. Chemická charakteristika půdy. — Soil chemical characteristics

Horizont	Charakteristika	Datum odběru				
		4. 4.	2. 5.	30. 5.	18. 6.	19. 7.
F A ₀₂	pH (H ₂ O)	4,00	3,90	3,90	4,30	4,00
	pH (KCl)	3,70	3,60	3,27	3,78	3,60
	C _{ox} %	35,8	36,4	36,3	36,2	37,9
	N _{total} %	1,23	1,01	1,29	1,26	1,31
	C/N	29,1	36,1	28,1	28,7	29,0
	SO ₄ ²⁻ mg . kg ⁻¹	—	390	251	277	286
H A ₀₃	pH (H ₂ O)	4,20	4,10	3,90	4,10	4,07
	pH (KCl)	3,60	3,50	3,12	3,33	3,60
	C _{ox} %	28,2	25,6	25,6	25,6	28,2
	N _{total} %	1,18	1,09	1,10	1,04	1,13
	C/N	23,9	23,6	23,7	24,5	25,0
	SO ₄ ²⁻ mg . kg ⁻¹	—	285	253	239	124

porných hodnot. Naopak obsah amonného dusíku byl právě v období sucha v půdě nejnižší (obr. 5B) na rozdíl od konstatování většiny jiných autorů (Soulides a Allison 1961). Amonný dusík je substrátem pro nitrifikaci. Proto byla tato půdní aktivita vysoká na počátku roku, kdy byly k dispozici i vysoké hladiny amonia v půdě. V období sucha nitrifikace poklesla na nulové hodnoty (obr. 5C). Důvody mohou být nejméně dva: jednak se snížilo dostupné množství amonia (obr. 5B), jednak byla příslušná skupina mikroorganismů vyschnutím velmi silně poškozena, takže ani po zvlhčení a vzestupu obsahu amo-



5. Vliv vysušení a zvlhčení půdy na intenzitu amonizace (A; mg NH₄⁺-N . kg⁻¹ . t⁻¹), obsah amonného dusíku (B; mg NH₄⁺-N . kg⁻¹), na intenzitu nitrifikace (C; mg NO₃⁻-N . kg⁻¹ . t⁻¹) a obsah nitrátového dusíku (D; mg NO₃⁻-N . kg⁻¹) v půdě horizontů F — A₀₂ (černé body) a H — A₀₃ (bílé body). — The effect of soil dehydration and moistening on ammonification rate (A; mg NH₄⁺-N . kg⁻¹ . t⁻¹), content of ammonium nitrogen (B; mg NH₄⁺-N . kg⁻¹), on nitrification rate (C; mg NO₃⁻-N . kg⁻¹ . t⁻¹) and content of nitrate nitrogen (D; mg NO₃⁻-N . kg⁻¹) in the soil of horizons F — A₀₂ (full points) and H — A₀₃ (empty points)

nia v půdě se nitrifikace neobnovila buď vůbec (horizont F), nebo jen částečně (horizont H).

U aktivit i produktů reakcí z cyklu dusíku zde konstatujeme výsledky zcela odlišné od ostatních autorů (Soulides a Allison 1961, Birch 1959), kteří pracovali se zemědělskými půdami.

Z cyklu síry byla obdobím sucha snížena schopnost půdy oxidovat thiosíran, ale zvýšila se oxidace elementární síry (tabulka II); změny tu nejsou příliš výrazné ani při deštivém období. Ještě menší změny jsou v obsahu hlavních živin v půdě (tabulka III).

Vliv vyschnutí a zvlhčení půdy smrkového porostu se tedy nejzřetelněji projevil v horizontu F (A₀₂), kde byl i největší výkyv v obsahu vody. Největší změny byly pozorovány u koncentrací bakterií a u produkce CO₂.

Změny v mineralizaci dusíkatých sloučenin se mohou projevit ve výživě porostů. Dusík je klíčovou látkou ve výživě a vzrůst porostů dalekosáhle závisí na tom, je-li tohoto prvku dostatek (Wehrmann 1959, Strebel 1960, Materna 1964, 1967). Z porovnání spotřeby (cca 60 kg dusíku ročně ve smrkových porostech středních věkových tříd a bonit) a spadu dusíku v různých sloučeninách je zřejmé, že podstatnou část mohou získat porosty jen z mineralizace organického materiálu. Vztahy mezi mineralizací dusíku v humusu a úrovní výživy smrkových a borových porostů byly také prokázány (Zöttl 1960).

Je proto velmi pravděpodobné, že jakékoliv narušení tohoto procesu, tedy na příklad i déle trvajícím suchem, se projeví na výživě, a tím i na přírůstu porostů.

Došlo dne 16. 3. 1981

Literatura

- BIRCH, H. F.: Further observation on humus decomposition and nitrification. *Plant & Soil*, sv. 9, 1959, s. 262
- BIRCH, H. F.: Nitrification in soils after different periods of dryness. *Plant & Soil*, sv. 12, 1960, s. 81
- DOMMERGUES, Y. MANGENOT, F.: *Écologie microbienne du sol*. Kap. IX. Masson, Paříž 1970.
- FOLSOM, B. L. — WAGNER, G. H. — SCRIVNER, C. L.: Comparison of soil carbohydrate in several prairie and forest soils by gas-liquid chromatography. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, sv. 38, 1974, s. 305
- GRIFFITHS, E. — BIRCH, H. F.: Microbiological changes in freshly moistened soil. *Nature (Lond.)*, sv. 189, 1961, s. 424
- GUSTAFSON, A. F.: The effect of drying soils on the water-soluble constituents. *Soil Sci.*, sv. 13, 1922, s. 173
- CHESHIRE, M. V. — GREAVES, M. P. — MUNDIE, C. M.: The effect of temperature on the microbial transformation of (¹⁴C)glucose during incubation in soil. *J. Soil Sci.*, sv. 27, 1976, s. 75
- CHESHIRE, M. V. — SPARLING, G. P. — MUNDIE, C. M. — SHEPHERD, H. — MURAYAMA, S.: Effect of temperature and soil drying on the transformation of (¹⁴C)glucose in soil. *J. Soil Sci.*, sv. 29, 1978, s. 360
- JAGER, G. — BRUINS, E. H.: Effect of repeated drying at different temperatures on soil organic matter decomposition and characteristics and on the soil microflora. *Soil Biol. Biochem.*, sv. 7, 1975, s. 153
- JENKINSON, D. S.: Studies on the decomposition of plant material in soil. II. Partial sterilization of soil and the soil biomass. *J. Soil Sci.*, sv. 17, 1966, s. 280
- KÁŠ, V.: Příspěvek k vysvětlení fyziologicky rozdílného chování půdy vlhké, vyschlé a několikrát vysoušené. *Sborník ČSAZ, řada A, I (č. 1)*, 1926, s. 89
- KHALIL, F.: The effect of drying on the microbiological processes in soils. *Zbl. Bakt. II. Abt.*, sv. 79, 1929, s. 93
- KLIKA, J. — NOVÁK, V. — GREGOR, A.: *Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství*. Nakl. ČSAV, Praha 1954
- 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
- LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V. — LETTL, A.: Vliv hnojení v smrkových porostech na složení vody ve vodoteči. *Zprávy les. výzkumu*, sv. 24, 1979, s. 5
- LEBEDJANTZEV, A. N.: Drying of soil, as one of the natural factors in maintaining soil fertility. *Soil Sci.*, sv. 18, 1924, s. 419
- LETTL, A. — LANGKRAMER, O. — LOCHMAN, V.: Dynamics of oxidation of inorganic sulphur compounds in upper horizons of spruce forest soils. *Folia Microbiol.*, sv. 26, 1981, s. 24
- MATERNA, J.: Některé podklady pro hodnocení výživy smrkových porostů. *Práce VÚL*, sv. 29, 1964, s. 103
- MATERNA, J.: Poznatky ze studia výživy borových porostů v českých zemích. *Práce VÚL*, sv. 34, 1967, s. 83
- MUNRO, D. C. — MacKAY, D. C.: Effect of incubation method and storage conditions on nitrate production of incubated soil samples. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, sv. 28, 1964, s. 778
- SEIFERT, J. — MRÁZKOVÁ, Z.: Vliv vysoušení zeminy na biogenost a intenzitu nitrifikace. *Rostl. výroba*, sv. 12 (XXXIX), 1966, s. 29
- SCHLICHTING, E. — BLUME, H.-P.: *Bodenkundliches Praktikum*. P. Parey, Hamburg u. Berlin, 1966
- SOULIDES, D. A. — ALLISON, F. E.: Effect of drying and freezing soils on carbon dioxide production, available mineral nutrients, aggregation, and bacterial population. *Soil Sci.*, sv. 91, 1961, s. 291
- SPARLING, G. P. — CHESHIRE, M. V.: Effects of soil drying and storage on subsequent microbial growth. *Soil Biol. Biochem.*, sv. 11, 1979, s. 317
- STEVENSON, I. L.: Some observations on the microbial activity in remoistened air-dried soils. *Plant & Soil*, sv. 8, 1956, s. 170
- STOTZKY, G. — GOOS, R. D. — TIMONIN, M. I.: Microbial changes in soil as a result of storage. *Plant & Soil*, sv. 16, 1962, s. 1
- STREBEL, O.: Mineralstoffernährung und Wuchsleistung von Fichtenbeständen (*Picea abies*) in Bayern. *Forstw. Cbl.*, sv. 79, 1960, 1/2, s. 17

THAYER, D. W.: Microbial response to drought in a Texas highplains shortgrass prairie. Appl. Microbiol., sv. 28, 1974, s. 700
WEHRMANN, J.: Die Mineralstoffernährung von Kiefernbeständen (*Pinus silvestris*) in Bayern. Forstw. Cbl., sv. 78, 5/6, 1959, s. 129
ZÖTTL, H.: Die Mineralstickstoffanlieferung in Fichten- und Kiefernbeständen Bayerns. Forstw. Cbl., sv. 79, 7/8, 1960, s. 221

LETTL, A. — MATERNA, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Влияние увлажнения высохшей почвы под еловым насаждением на микробный биоценоз. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 715-724.

Приведены результаты одиночного в условиях страны наблюдения за влиянием засушливого и влажного периодов на микробный биоценоз в верхних горизонтах почвы под еловым насаждением. Под действием засухи настала депрессия числа бактерий, в особенности же микромицетов, понизились базальная и потенциальная респирация почвы, нитрификация и окисление тиосульфата, но в то же время были несколько повышены аммонизация и окисление элементарной серы. После наступления осадками обильного периода настало мощное развитие микробной популяции, сопровождаемое резким подъемом продукции CO₂. Сперва сократилась аммонизация, а нитрификация возобновилась лишь отчасти.

микробиология лесная; почвы еловых насаждений; осадки

LETTL, A. — MATERNA, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). The Effect of Moistening Dry Soil in Spruce Stand on Microbial Biocenosis. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 715-724.

Results are given of an observation unique in Czechoslovak conditions of the effect of dry and moist period on microbial biocenosis in the upper horizons of soil in spruce stand. The drought depressed the counts of bacteria and especially of micromycetes, reduced the basal and potential respiration of soil, nitrification and oxidation of thiosulphate; on the contrary, ammonification and oxidation of elementary sulphur increased moderately. Following the period with plentiful rain-falls, great development of microbial population occurred, accompanied by a large increase in CO₂ production. At the beginning the process of ammonification slowed down, and nitrification was resumed only partly.

forest microbiology; soils of spruce stands; precipitation

LETTL, A. — MATERNA, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Einfluß der Anfeuchtung des ausgetrockneten Bodens eines Fichtenbestandes auf die mikrobielle Biozönose. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 715-724.

Es werden Ergebnisse in unseren Bedingungen einmaliger Beobachtung des Einflusses eines trockenen und eines feuchten Zeitraumes auf die Mikrobiobiozönose in den Horizonten des Oberbodens eines Fichtenbestandes gebracht. Durch den Einfluß der Trockenheit kam es zu einer Depression der Anzahl von Bakterien und insbesondere von Mikromyceten, die basale und die potentielle Respiration des Bodens wurden herabgesetzt, sowie auch die Nitrifikation und die Oxidation des Thiosulfats; demgegenüber wurden Ammonisation und Oxidation des elementaren Schwefels leicht erhöht. Nach der Ankunft der niederschlagsreichen Periode kam es zu einer mächtigen Entfaltung der Mikrobiopopulation, die von einer durchgreifenden Erhöhung der CO₂-Produktion begleitet wurde. Anfangs kam es zu einem Rückgang der Ammonisation und die Nitrifikation erneuerte sich nur teilweise.

forstliche Mikrobiologie; Böden der Fichtenbestände; Niederschläge

Adresa autorů:

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

PERSPEKTIVY VYUŽITÍ MODŘÍNU JAPONSKÉHO (*LARIX LEPTOLEPIS* GORD.) V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ ČSSR

J. Šindelář

SINDELÁŘ, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Perspektivy využití modřínu japonského (Larix leptolepis Gord.) v lesním hospodářství ČSSR*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 725-740.

Výsledky výzkumu a praktické zkušenosti naznačují, že modřín japonský (*Larix leptolepis* Gord.) se vyznačuje řadou velmi cenných vlastností, které zdůvodňují využití tohoto druhu ve šlechtění pro podmínky ČSSR. Z hlediska šlechtění lesních dřevin je cenná jeho schopnost vytvářet křížením s jedinci druhu *Larix decidua* mezidruhové hybridy, kteří se většinou vyznačují luxuriantním růstem a v produkci dřeva v mladém věku převyšují rodičovské druhy. Na výzkumných plochách založených na Lesním závodě Kamenice nad Lipou (jižní Čechy) převyšují mezidruhové hybridy ve věku 9 let potomstva druhu *Larix decidua* v objemu kmenovém o 46 až 107 %. Mimořádný význam má u modřínu japonského imunita k rakovině modřínu, dále odolnost k některým hmyzím škůdcům, zejména korovnicím *Adelges laricis* Vall., *Sacchiphantes viridis* Ratz. a bejlomorci modřinové [*Dasyneura laricis* (F. Loew.)]. Tyto cenné vlastnosti jsou podmíněny do značné míry dědičnou a budou se pravděpodobně částečně přenášet i na mezidruhové hybridy, jak naznačuje např. sledování odolnosti mezidruhových hybridů k rakovině modřínu. Je úkolem výzkumu, aby vhodné klonové kombinace křížení navrhl k využití v semenných plantážích k produkci hybridního osiva. Některé dílčí populace v areálu původního rozšíření modřínu japonského rostou v okruhu působení činných sopek. Jsou dlouhodobě vystavovány účinkům plyných imisí, které obsahují některé stejné složky jako imise průmyslové. Není proto vyloučen kladej výsledek snah nalézt relativně odolné dílčí populace a klony japonských modřínů vhodné pro uplatnění v imisních oblastech.

šlechtění lesních dřevin; modřín japonský; mezidruhové hybridy

Mezi introdukovanými dřevinami, s nimiž se pro lesní hospodářství ČSSR ve větším rozsahu počítá, není zastoupen modřín japonský (*Larix leptolepis* Gord.). O modřín japonský je zejména ve státech západní Evropy s oceánickým klimatem značný zájem. Ve Velké Británii, Belgii, Holandsku, Dánsku a NSR je modřín japonský pěstován na poměrně velkých plochách. Osvědčil se mimo jiné např. jako přípravná dřevina při zalesňování bývalých nelesních, málo plodných půd, především vřesovišť. Značný význam modřínu japonského pro lesní hospodářství západní Evropy je dokumentován řadou publikací, věnovaných této dřevině. K nejrozsáhlejší patří monografie Schoberoova [1953], která na základě zhodnocení značného množství porostů vyúsťuje mimo jiné ve zpracování růstových tabulek. Pozornost, kterou věnuje japonskému modřínu v západní Evropě lesnický výzkum, se mimo jiné odráží i ve skutečnosti, že byl založen poměrně rozsáhlý mezinárodní provenienční pokus s modřínem japonským a shromážděn bohatý sortiment klonů, soustředěný zejména ve Spolkovém výzkumném ústavě pro genetiku lesních dřevin ve Schmalenbeckeru (NSR).

Pěstování modřínu japonského v lesním hospodářství ČSSR má delší tradici. Výsledky dotazníkové akce výzkumného lesnického ústavu v Mariabrunnu z roku 1883 uvádějí ve spektru introdukovaných dřevin na území nynější republiky modřín japonský na pátém místě, *P o l a n s k ý*, který akci opakoval v roce 1927, se zmiňuje o modřínu japonském na 18 lokalitách, což je téměř pětina míst, kde zjistili výskyt exot. V době registrace šlo vesměs o porosty I. a II. věkové třídy, tedy maximálně do 40 let. V pozdější době, zejména v posledních třech desetiletích se modřín japonský uplatňoval při obnově lesních porostů jen zcela ojedinele a osivo, které bylo v malém množství nakupováno vesměs v zahraničí, se používalo v lesních školkách pěstujících sadební materiál převážně pro účely okrasného zahradnictví.

RŮST A PRODUKCE

Modřín japonský se ve výsadbách na území ČSSR ve srovnání s ostatními cizokrajnými dřevinami poměrně dobře osvědčil. Tuto skutečnost dokumentují informace *P o l a n s k é h o* (1934), který prakticky všechny provozní výsadby této dřeviny registroval jako zdařilé a srovnatelné co do vzrůstu a produkce dřeva s domácími dřevinami. V arboretu Kysihýbl rostl podle téhož autora modřín japonský dobře až průměrně a nebyl poškozen tuhými mrazy z roku 1929. Skutečnost, proč se v posledních desetiletích modřín japonský v lesnické praxi ČSSR prakticky nevyužívá, je mimo jiné důsledkem toho, že Československo disponuje velmi cennými domácími autochtonními dílčími populacemi modřínu opadavého, a to především modřínem jesenickým (sudetským) a slovenským, které na území republiky vynikají produkcí kvalitního dřeva a relativní odolností ke škodlivým vlivům prostředí.

Porovnáním růstu a produkce modřínu opadavého a modřínu japonského v provozních výsadbách ČSR se zabýval zejména *F é r* (1959) na Černokostelecku, kde se na některých lokalitách tyto oba druhy modřínu vyskytují společně. Podle zkušeností na těchto lokalitách modřín japonský vykazuje ve srovnání s modřínem opadavým rychlejší výškový růst v mládí. Předstih si udržuje asi do 40 až 45 let, ve věku kolem 50 let jej ve vzrůstu modřín opadavý dostihuje. *F é r* dále zjistil, že modřín japonský je zcela rezistentní ke kustřebce modřínové (*Trichoscyphella willkommii*) a je ve srovnání s modřínem opadavým méně napadán molem modřínovým. Škody trásněnkou modřínovou na něm zjištěny nebyly. K jeho negativním vlastnostem patří zejména značné požadavky na zásobování vodou, pokles přírůstu v 50 až 60 letech ve srovnání s modřínem opadavým, sklon k větší větevnatosti a poněkud větší škody sněhovým tlakem, které se u modřínu opadavého ve středoevropských poměrech vyskytují jen zcela výjimečně.

I když provenienční výzkum v ČSSR nevěnoval z důvodů výše zmíněných modřínu japonskému takovou pozornost, jako je tomu v některých jiných evropských zemích (v ČSSR není speciální provenienční pokus s touto dřevinou), přece jen byl tento modřín v omezeném počtu proveniencí pro porovnání zahrnován do provenienčních pokusů s modřínem opadavým. Výsledky těchto porovnání nutno ovšem posuzovat kriticky s ohledem na to, že do sérií byla zpravidla náhodně zařazována provenience modřínu japonského, která byla právě k dispozici, často

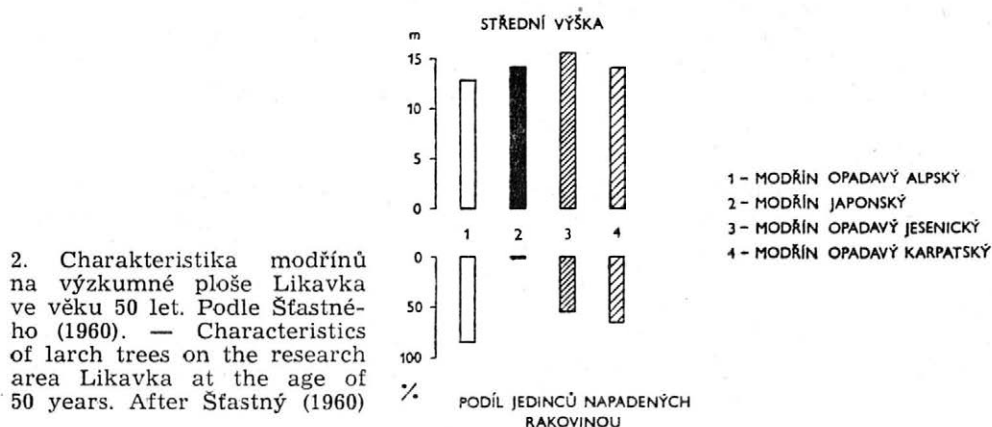
1. Porost modřínu japonského ve směsi se smrkem ztepilým. Věk modřínu 73 let, střední výška 28 m. Lesní závod Hořice v Podkrkonoší, polesí Smolník, porost 49b. Foto J. Šindelář. — Japanese larch stand mixed with Norway spruce. Larch age 73 years, mean height 28 m. Forest enterprise Hořice in Podkrkonoší (submontane area of the Giant Mts.), forest district Smolník, stand 49b. Photo by J. Šindelář



bez dostatečné dokumentace původu. Zkušenosti ze specifických provenienčních pokusů s modřínem japonským totiž naznačují, že jde o druh dosti proměnlivý, který sice nemá co do rozlohy původního rozšíření na ostrově Honšú velký areál, roste však v dosti variabilních ekologických poměrech, zejména co do nadmořské výšky, a to v řadě geograficky odloučených areálů.

PROVENIENČNÍ VÝZKUM

Na výzkumné provenienční ploše Likavka z roku 1908 na Slovensku je jediná provenience modřínu japonského srovnávána se třemi proveniencemi modřínu opadavého. Ve věku 50 let se co do produkce dřeva umístil modřín japonský na druhém místě za modřínem jesenickým





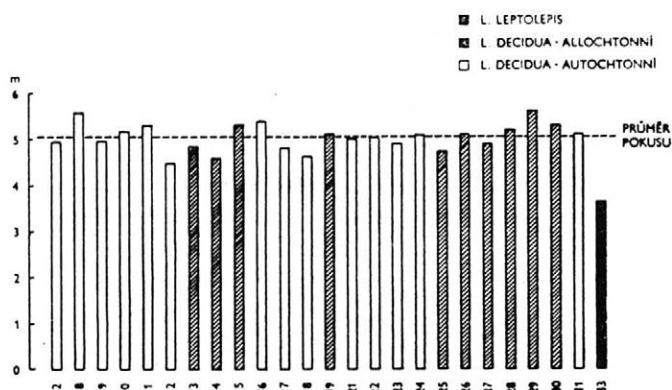
3. Modřín japonský provenience INA (Japonsko) ve věku 22 let. Mezinárodní provenienční plocha IUFRO z roku 1962. VÚLHM Jíloviště - Strnady, lokalita Zálesí (Třebotov). Foto J. Chlumský. — Japanese larch of INA provenance (Japan) at the age of 22 years. International provenance area of the IUFRO from the year 1962. Research Institute of Forestry and Game Management, Jíloviště - Strnady, Zálesí (Třebotov) locality. Photo by J. Chlumský

(sudetským). Kmeny stromů této provenience byly poměrně tvárné a plnodřevné bez jakéhokoli napadení kůstředkou modřínovou (Šťastný 1960). Na provenienční výzkumné ploše IUFRO I. z roku 1944 na Podbanském jsou zastoupeny dvě provenience modřínu japonského a jedna provenience údajně hybridní *Larix eurolepis* Henry. Žádná z těchto proveniencí nedosahuje co do vzrůstu aritmeticky průměrné výšky zastoupených slovenských proveniencí. Šťastný (1965) konstatuje, že v kontinentálním klimatu slovenských Karpat se japonskému modřínu nedaří. V mezinárodní provenienční sérii IUFRO II. z roku 1962 je zastoupena jediná autochtonní provenience modřínu japonského INA z ostrova Honšú z nadmořské výšky 1200 m. Na lokalitě Město Albrechtice (dříve LZ Krnov), tedy v severozápadní části Nížkého Jeseníku, a na lokalitě Litvínov v Krušných horách roste tato provenience velmi dobře, ve středních Čechách na lokalitě Třebotov u Prahy vykazuje podprůměrný růst a produkci. Obecně však na všech lokalitách neuspokojuje kvalitou kmenů. Značný podíl jedinců má kmeny slabě až silně zakřivené.

Jedna provenience modřínu japonského, označená v dokumentaci jako Hokkaido, je zastoupena v sérii ověřovacích ploch uznaných porostů modřínu opadavého. Na všech lokalitách, kde jsou plochy založeny, je tento modřín ve srovnání s ostatními pokusnými variantami co do vzrůstu nejslabší a rovněž podíl zcela rovných kmenů je hluboko pod průměrem pokusu.

Výsledky pozorování produkce a kvality kmene modřínu japonského v provozních výsadbách, v arboretech a na výzkumných plochách provenienčních jsou značně proměnlivé a naznačují existenci dosti výrazné variability v rámci druhu. Stupeň této proměnlivosti je z části důsledkem ekologických poměrů, v nichž byl modřín japonský vysazen. Některé ze známých porostů jsou co do vzrůstu a produkce pozoruhodné, avšak neuspokojují co do tvárnosti kmene (např. některé stromy a porosty na LZ Vítkov). Jsou známy i porosty a skupiny dobrého růstu

4. Charakteristika potomstev uznaných jednotek jesenického modřínu ve věku 10 let. Konfrontace s potomstvem modřínu japonského proveniencie Hokkaido. — Characteristics of progenies of certified units of the Jesenice larch at the age of 10 years. Confronted with the progeny of Japanese larch of Hokkaido provenance



a tvárnosti kmene (např. na LZ Hořice). Většinou však v provozních výsadbách modřín japonský zaostává zejména jakostí produkovaného dřeva za modřínem opadavým, nejsou však z České socialistické republiky známy případy, že by v provozních výsadbách zcela selhal.

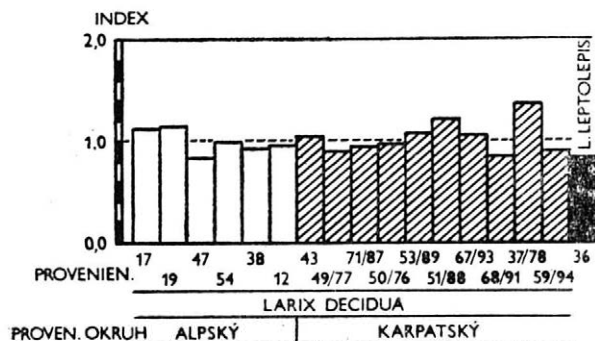
REZISTENCE K HMYZÍM ŠKŮDCŮM A HOUBOVÝM CHOROBÁM

Z praktických zkušeností a z výsledků výzkumu (ať již provenienčních pokusů, nebo jiných speciálních pozorování) je známo, že modřín japonský je relativně rezistentní k některým škůdcům a chorobám, které ohrožují modřín opadavý.

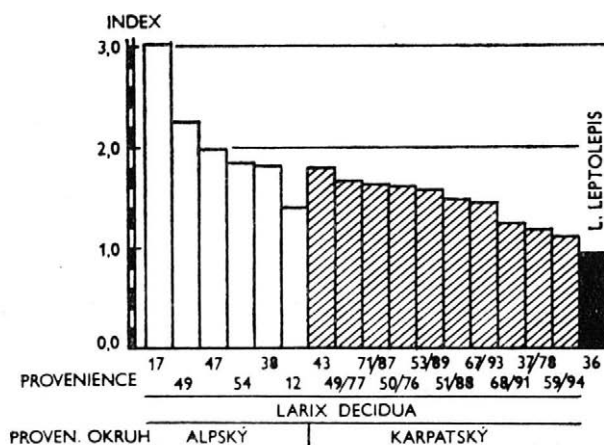
Mimořádně cennou vlastností modřínu japonského je prakticky úplná rezistence k rakovině modřínu, působené parazitickou houbou *Trichoscyphella willkommii* (Hart.) Nannf. Tuto skutečnost dokládá řada autorů, mimo jiné Schober (1958, 1977), který synteticky zhodnotil veškeré v té době existující provenienční výzkumné plochy rodu *Larix* v Evropě a plochy II. mezinárodní série IUFRO založené na území NSR. Tento poznatek potvrzují i pozorování z ČSSR, i když v československých podmínkách není modřín opadavý zdaleka v té míře touto chorobou napadán, jako je tomu v podmínkách západní Evropy s typickými znaky přímořského klimatu. Jak již bylo zmíněno, na ploše Likavka není ve věku 50 let modřín japonský kůstřebkou modřínovou vůbec napaden, zatímco veškeré provenience modřínu opadavého jsou napadeny v mezích 26 až 34 %.

K hmyzím škůdcům, které napadají modřín, snižují jejich vitalitu a mohou působit ztráty na přírůstu, patří v československých podmínkách zejména korovnice *Adelges laricis* Vall. a *Sacchiphantes viridis* Ratz., mol modřínový [*Coleophora laricella* Hbn.] a bejlomorka modřínová [*Dasyneura laricis* (F. Loew.)]. Výskyt těchto škůdců byl sledován po dobu dvou let na sortimentu proveniencí modřínu opadavého a pro kontrolu na jedné provenienci modřínu japonského. Pozorování se konala ve VÚLHM Jíloviště—Strnady na výsadbách pětiletých a šestiletých.

Stupeň napadení korovnicí *Adelges laricis* Vall. je patrný z obr. 5 a 6. Indexy charakterizují průměrný počet larev 1. jarní generace progrediens na jednom svazečku jehlic redukovaném na 40 jehlic. Po-



5. Indexy napadení modřínů korovnicí *Adelges laricis* Vall. v roce 1963. — Indexes of larch infestation by the aphid *Adelges laricis* Vall. in the year 1963



6. Indexy napadení modřínů korovnicí *Adelges laricis* Vall. v roce 1964. — Indexes of larch infestation by the aphid *Adelges laricis* Vall. in the year 1964

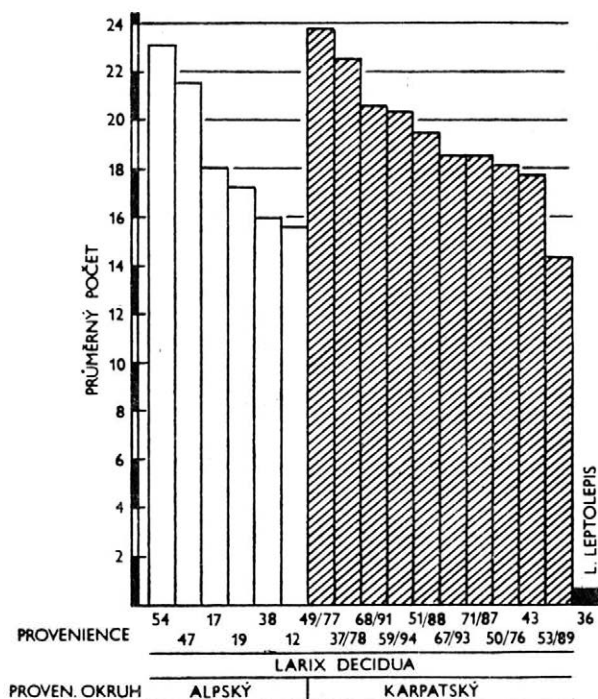
kud jde o korovnice *Sacchiphantes viridis* Ratz., je průměrný počet larv na jednom svazečku jehlic patrný z obr. 7.

U mola modřínového byl za jednotku pozorování na každé sazenici (celkem 16 sazenic od každé provenience) zvolen počet vaků zimujících housenek připadajících na 400 pupenů jednoletých až tříletých větévek. Výsledky pozorování vyjádřené v relativních veličinách (procentech) dokumentuje obr. 8 a 9.

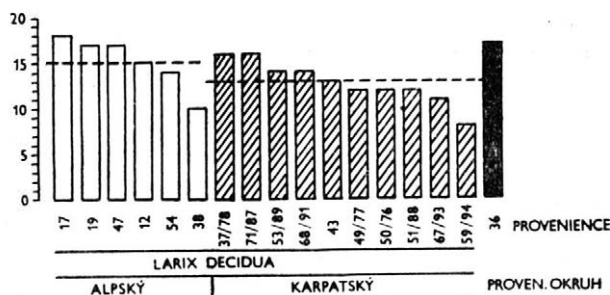
Škodlivost bejlomorky modřínové [*Dasyneura laricis* (F. Loew.)], která vytváří pupenové hálky, je v tom, že napadené pupeny (základy brachyblastů) již v příštím roce nevyraší. Při zkoumání počtu napadených pupenů byly rozlišovány pupeny (hálky) čerstvě napadené a hálky starší, z nichž již dospělec bejlomorky vylétl. Výsledky pozorování jsou patrné z obr. 10 a 11.

Jak vyplývá z uvedených výsledků, je modřín japonský (zkoumána byla provenience 36 INA, jež je zastoupena ve II. mezinárodní sérii IUFRO) ve srovnání s proveniencemi modřínu opadavého výrazně méně napadán oběma korovnicemi a bejlomorkou modřínovou. Pokud jde o výskyt mola modřínového, nevykazuje japonský modřín oproti modřínu opadavému žádných předností. Nejsou k dispozici vlastní československá pozorování o odolnosti modřínu japonského k trásněnci modřínové (*Taeniothrips laricivorus* Krat.). Zkušenosti z NSR (např. Vitě 1953) naznačují, že modřín japonský je k napadení tímto škůdcem méně disponován než modřín opadavý. Kromě chorob a škůdců, které byly

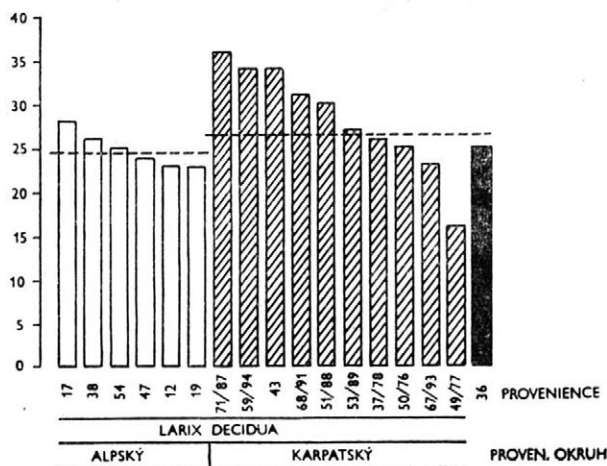
7. Průměrný počet larev *Sacchiphantes viridis* Ratz. na jednom svazečku jehlic modřínů. — Average number of *Sacchiphantes viridis* Ratz. larvae per fascicle of leaves in larch

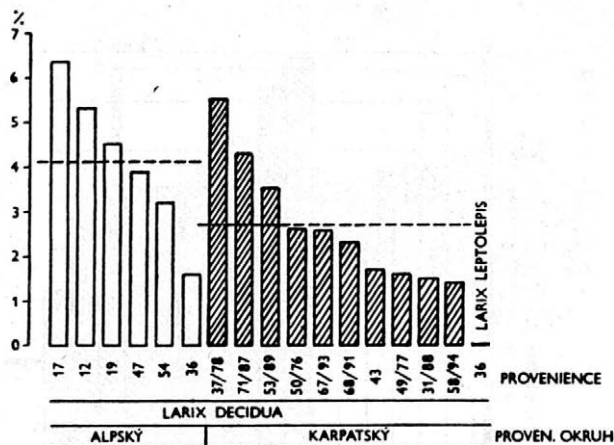


8. Průměrný počet vaků mola modřínového na modříněch v roce 1964—1965. — Average number of cases of the case-bearer moth in larch trees in the year 1964—1965

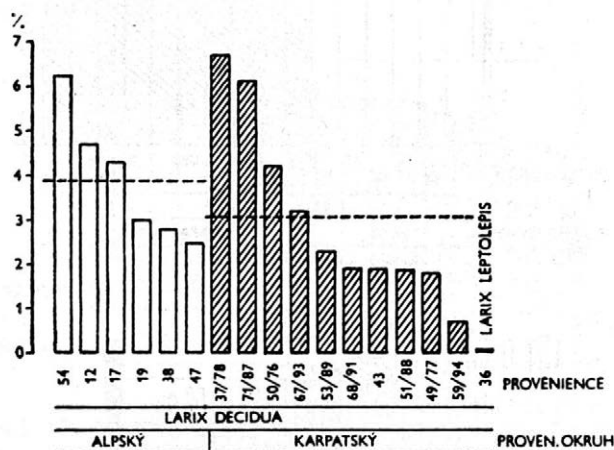


9. Průměrný počet vaků mola modřínového na modříněch v roce 1965—1966. — Average number of cases of the case-bearer moth in larch trees in the year 1965—1966





10. Podíl nových pupenů modřínů napadených bejломorkou modřínovou — pozorování 1964—1965. — Proportion of new buds in larch trees infested by the gall midge — observation in 1964—1965



11. Podíl starých pupenů modřínů napadených bejломorkou modřínovou — pozorování 1964—1965. — Proportion of old buds in larch trees infested by the gall midge — observation in 1964—1965

zmíněny, se vyskytují na modřínu japonském ještě některé další, které však v ČSR vesměs nebyly ve větším rozsahu pozorovány, např. *Phomopsis pseudotsugae* Wilson. Celkově možno konstatovat, že modřín japonský představuje z hlediska odolnosti ke hmyzím škůdcům a houbovým chorobám cenný druh, s jehož využitím je třeba ve šlechtění počítat.

KŘÍŽENCI MODŘÍNU JAPONSKÉHO A MODŘÍNU OPADAVÉHO

Již řadu desetiletí je známo, že modřín japonský se poměrně snadno kříží s modřínem opadavým a že v podmínkách, kde jsou k tomu předpoklady, vytvářejí tyto druhy i spontánní hybridy. Mezidruhová kříženci vykazují většinou znaky heteróze, která se projevuje zejména luxuriací ve vzrůstu a produkci dřeva. Spontánní kříženci modřínu opadavého a modřínu japonského jsou známi i z území ČSR. O jejich výskytu se zmiňuje zejména Féř (1960), a to na několika lokalitách Školního lesního podniku Vysoké školy zemědělské v Kostelci nad Černými lesy a informuje o výsledcích analýz náletů a nárostů, v nichž jsou hybridní jedinci zastoupeni. Kříženci modřínu japonského a modřínu opadavého vznikají spontánně i na jiných lokalitách v ČSR (např. na Lesním zá-

I. Souborná charakteristika potomstev křížení modřínu opadavého a modřínu japonského ve věku 9 let. — Summary characteristics of progenies from crossing European larch and Japanese larch, stand age nine years

Výzkumná plocha	Potomstva (průměrné veličiny)	Střed. výška		Střed. výč. tloušť.		Objem stří. kmene	
		m	%	cm	%	m ³	%
36 — Kamenice nad Lipou Barborka	volné sprášení	5,39	100	6,20	100	0,0082	100
	kontr. kříž. <i>L. dec.</i> × <i>L. dec.</i>	5,50	102	6,30	102	0,0086	105
	kontr. kříž. <i>L. dec.</i> × <i>L. lept.</i>	6,12	114	7,48	121	0,0136	165
37 — Kamenice nad Lipou Plánava	volné sprášení	5,24	100	6,92	100	0,0099	100
	kontr. kříž. <i>L. dec.</i> × <i>L. dec.</i>	5,72	109	6,75	111	0,0132	133
	kontr. kříž. <i>L. dec.</i> × <i>L. lept.</i>	6,35	121	9,03	130	0,0205	207
38 — Kamenice nad Lipou Johanka	volné sprášení	5,58	100	5,18	100	0,0059	100
	kontr. kříž. <i>L. dec.</i> × <i>L. dec.</i>	5,36	96	5,17	100	0,0057	96
	kontr. kříž. <i>L. dec.</i> × <i>L. lept.</i>	5,73	103	6,16	119	0,0086	146

vodě Vítkov, polesí Nové Lublice, Na Lesním závodě Hořice v Podkrkonoší, polesí Smolník aj.).

Potomstvo z hybridního osiva, vzniklého spontánně na Černokostelecku, je zastoupeno i na ploše mezinárodního provenienčního pokusu IUFRO na lokalitě Třebotov (SPLO Jíloviště—Strnady). Dřevní produkce této hybridní dílčí populace je slabě nadprůměrná, avšak podíl netvárných kmenů je velmi vysoký, takže celková hospodářská hodnota neuspokojuje.

Z osiva dodaného z Velké Británie založil Vincent v roce 1959 na Lesním závodě Litovel, polesí Loštice, srovnávací výzkumnou plochu s hybridními modříny *Larix eurolepis* Henry. Kříženci ve věku 7 let převyšovali ve výškovém růstu a výčetních tloušťkách modříny opadavé a byli odolní k rakovině modřínu (Vincent, Fér 1965).

12. Spontánní hybrid *Larix decidua* × *L. leptolepis*, věk 22 let. Nápadná je neuspokojivá tvárnost kmenů. Mezinárodní provenienční plocha IUFRO z roku 1962. VÚLHM Jíloviště - Strnady, lokalita Zálesí (Třebotov). Foto J. Chlumský. — Spontaneous hybrid *Larix decidua* × *L. leptolepis*, age 22 years. Insufficient stem plasticity is obvious. International provenance area of the IUFRO from the year 1962. RIFGM Jíloviště - Strnady, Zálesí (Třebotov) locality. Photo by J. Chlumský



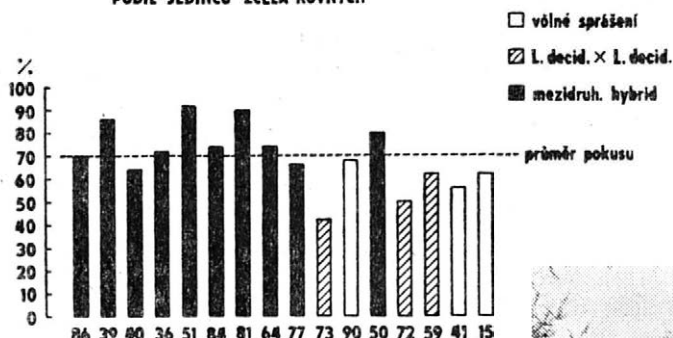
STŘEDNÍ VÝŠKY POTOMSTEV



STŘEDNÍ VÝČETNÍ TLOUŠŤKY



PODÍL JEDINCŮ ZCELA ROVNÝCH

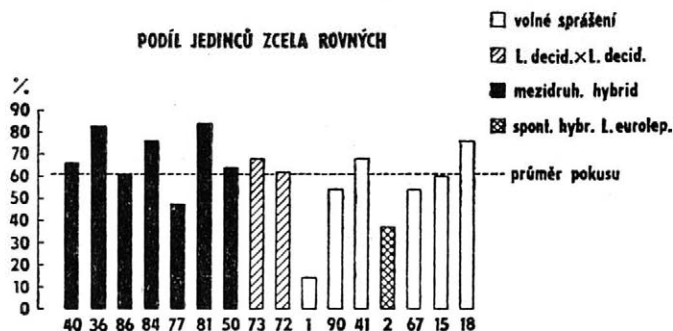
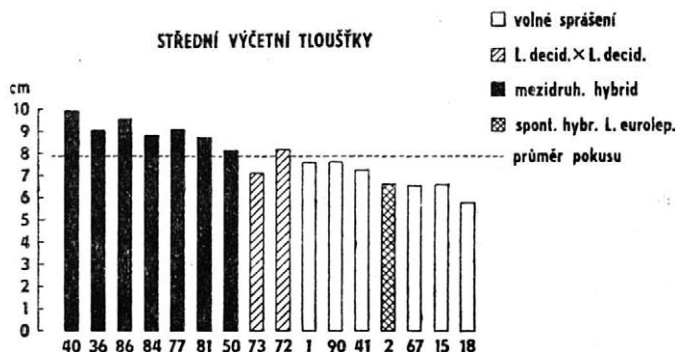
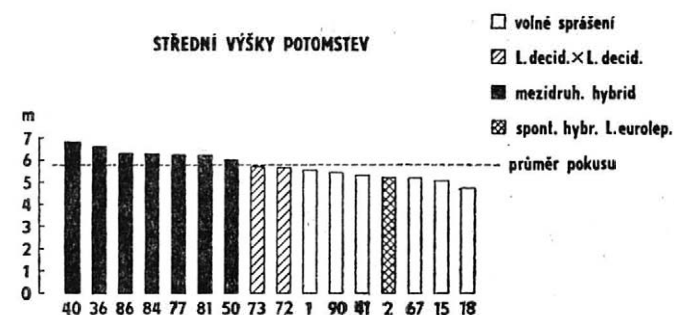


13. Charakteristika mezidruhových hybridů modřinu opadavého a modřinu japonského na výzkumné ploše č. 36 Barborka ve věku 9 let (LZ Kamenice nad Lipou). — Characteristics of interspecific hybrids European larch X Japanese larch on research area no. 36 Barborka at the age of nine years (forest enterprise Kamenice on Lipá)

14. Klonový archiv japonských modřinů (roubovanci). Věk 18 let. Původ Japonsko, klony zleva TAK-2-A, KAMI-0-10, TAK-A-4. VÚLHM Jíloviště - Strnady, lokalita Roblín. — Clonal archives of Japanese larch (grafted trees). Age of 18 years. The country of origin Japan, clones from the left are as follows: TAK-2-A, KAMI-0-10, TAK-A-4. RIFGM Jíloviště - Strnady, Roblín locality



15. Charakteristika mezidruhových hybridů modřínu opadavého a modřínu japonského na výzkumné ploše č. 37 Plánava (LZ Kamenice nad Lipou). — Characteristics of interspecific hybrids European larch X Japanese larch on research area no. 37 Plánava (forest enterprise Kamenice on Lipá)



V rámci hybridizačních prací s modřínem ve VÚLHM Jíloviště—Strnady bylo kontrolovaným křížením získáno značné množství osiva, mimo jiné i materiál z mezidruhového křížení, a založena řada výzkumných ploch. Plochy byly naposledy měřeny a hodnoceny ve věku 9 let a bylo zjištěno, že převážná část mezidruhových hybridních kombinací ve výškovém a tloušťkovém růstu a zejména v produkci kmenového dřeva velmi výrazně převyšuje kontrolní potomstva modřínu opadavého jak z volného sprášení, tak z kontrolovaného křížení. Jako příklad uvádíme celkové průměrné výsledky pozorování na třech výzkumných plochách založených na Lesním závodě Kamenice nad Lipou v roce 1970.

Na každé z ploch jsou vysazena potomstva různých kombinací mezidruhového křížení modřínu opadavého a modřínu japonského a pro porovnání i potomstva z kontrolovaného křížení v rámci druhu *Larix*

STŘEDNÍ VÝŠKY POTOMSTEV

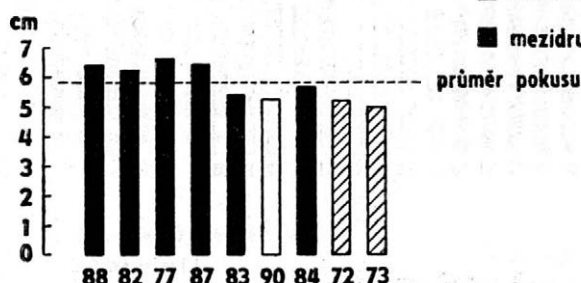
- volné sprášení
- ▨ L. decid. × L. decid.
- mezidruh. hybrid



16. Charakteristika mezidruhových hybridů modřinu opadavého a modřinu japonského na výzkumné ploše č. 38 Johanka (LZ Kamenice nad Lipou). — Characteristics of interspecific hybrids European larch × Japanese larch on research area no. 38 Johanka (forest enterprise Kamenice on Lipá)

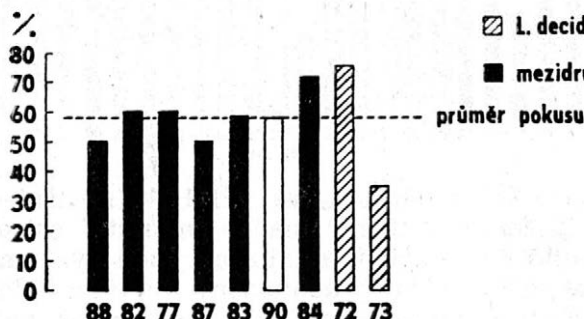
STŘEDNÍ VÝČETNÍ TLOUŠTKY

- volné sprášení
- ▨ L. decid. × L. decid.
- mezidruh. hybrid



PODÍL JEDINCŮ ZCELA ROVNÝCH

- volné sprášení
- ▨ L. decid. × L. decid.
- mezidruh. hybrid



decidua a potomstva z volného sprášení výběrových modřinů opadavých. Partnery pro křížení, vesměs jako mateřští jedinci, byly výběrové stromy většinou jesenického původu. Pokud jde o modřiny japonské, byli použiti převážně jedinci z arboreta Vědeckého lesnického ústavu v Kostelci nad Černými lesy, z parku z Žehušicích a dále z LZ Strážnice, poleší Vápenky. Křížení se uskutečnilo v semenné plantáži Šternberk u Olomouce.

17. Mezidruhová hybrid *Larix decidua* × *L. leptolepis* z kontrolovaného křížení. Věk 14 let, výška 9 až 11 m. VÚLHM Jíloviště - Strnady, lokalita Zálesí (Třebotov). — Interspecific hybrids *L. decidua* × *L. leptolepis* from controlled crossing. Age of 14 years, height of 9 to 11 m. RIFGM Jíloviště - Strnady, Zálesí (Třebotov) locality



Z tabulky I je patrné, že potomstva mezidruhových hybridů v celkovém průměru velmi výrazně převyšují potomstva modřinu opadavého z volného sprášení i kontrolovaného křížení ve všech sledovaných ukazatelích. Vztahujeme-li sledované veličiny na průměrnou hodnotu potomstev *Larix decidua* z volného sprášení, pak potomstva mezidruhových hybridů vykazují ve vztahu ke srovnávací základně plus efekt, a to ve střední výšce 3 až 14 %, ve střední výčetní tloušťce 19 až 30 % a v objemu středního kmene 46 až 107 %. S výjimkou výzkumné plochy Johanka vykazují potomstva mezidruhových hybridů současně i výrazně vyšší podíl zcela rovných kmenů než potomstva modřinu opadavého z volného sprášení.

Z obr. 13 až 16 je patrné, že růst a tvárnost potomstev mezidruhových hybridů je podle jednotlivých kombinací dosti variabilní. Vyskytují se ojediněle i hybridní kombinace, které jsou ve vzrůstu slabší než některá potomstva z volného sprášení nebo křížení v rámci *Larix decidua*, popř. jsou horší, než je průměr pokusu. Tyto skutečnosti naznačují, že v rámci šlechtitelských prací je třeba experimentálně zkoumat kombinační schopnost jednotlivých rodičovských partnerů a pro využití v praxi volit kombinace ekonomicky efektivní. Celkové průměrné výsledky výzkumu jsou však zcela jednoznačné a dokumentují mimořádně nadějně perspektivy využití mezidruhových kříženců modřinu opadavého a modřinu japonského při zvyšování produkce dřeva a pro jejich zdravotní stav.

ZÁVĚR

Výsledky výzkumu a praktické zkušenosti naznačují, že modřín japonský (*Larix leptolepis* Gord.) se vyznačuje řadou velmi cenných vlastností, které plně zdůvodňují využití tohoto druhu ve šlechtění pro podmínky v ČSSR.

Není důvodů proto, aby byl modřín japonský v podmínkách ČSSR využíván k přímé introdukci. V produkci a jakosti dřeva zpravidla ne-

dosahuje výsledků srovnatelných s růstem dílčích populací domácích československých modřínů.

Z hlediska šlechtění lesních dřevin je především ceněna jeho schopnost vytvářet křížením s jedinci druhu *Larix decidua* mezidruhově hybridy, kteří se většinou vyznačují luxuriantním růstem a v produkci dřeva převyšují rodičovské druhy.

Mimořádný význam má u modřínu japonského imunita k rakovině modřínu, dále odolnost k některým hmyzím škůdcům, zejména korovnicím *Adelges laricis* Vall., *Sacchiphantes viridis* Ratz. a bejlomorce modřínové [*Dasyneura laricis* (F. Loew.)]. Tyto cenné vlastnosti jsou podmíněny dědičně a budou se částečně přenášet i na mezidruhově hybridy, jak naznačuje např. sledování odolnosti mezidruhových hybridů k rakovině modřínu (S c h o b e r 1958).

Bude úkolem výzkumu, aby experimentálně zjistil vhodné klonové kombinace křížení a navrhl zásady pro založení smíšených semenných plantáží k produkci hybridního osiva.

Některé dílčí populace japonských modřínů v areálu původního rozšíření rostou v okruhu působení činných sopek. Jsou dlouhodobě vystavovány účinkům plyných exhalací, které obsahují některé stejné složky jako průmyslové imise. Není proto vyloučen kladný výsledek snah nalézt relativně odolné dílčí populace a klony japonských modřínů vhodné pro uplatnění v imisních oblastech (V o g l, S c h ö n b a c h, H a e d i c k e 1968).

Došlo dne 16. 2. 1981

Literatura

- FARNSWORTH, D. H. a kol.: Geographic Variation in Japanese Larch in North Central United States Plantations. *Silvae Genetica* 21, 3-4, 1972, s. 139-147
- FÉR, F.: O japonském modřínu (*Larix leptolepis* Gord.) na Černokostelecku. 1959, rukopis, 14 s.
- FÉR, F.: O japonském modřínu (*Larix leptolepis* Gord.) na Černokostelecku. *Lesnictví* 1960, č. 6, s. 455-470
- FÉR, F.: Rozdíly v anatomicko-morfologické stavbě dřeva přirozených kříženců modřínu evropského a modřínu japonského. Sborník VLÚ VŠZ, 10, 1967, s. 137-153
- FÉR, F.: Dílčí hodnocení mezinárodní provenienční plochy s modřínem v oblasti ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. Informační zpráva, rukopis 1970
- GOTHE, H. — SCHÖBER, R.: Ein Kreuzungsversuch mit *Larix europaea* D. C. Herkunft Schlitz und *Larix leptolepis* Gord. *Allg. Forst- u. Jagdztg.*, 142, 1971, 8/8, s. 211-217
- HATTEMER, H. H.: Geographic variation in Japanese Larch analysed in various planting sites. In: *Forest Tree Improvement*, 7. Arboretet Horsholm 1974, 18 s.
- KIELLANDER, C. L.: Hybridlärk och lärkhybrider. *Svenska Skogsvard förenings Tidskrift* häfte 4, 1958, 28 s.
- LANGNER, W.: Planung und erste Ergebnisse eines Japanlärchen — Provenienzversuches mit zugleich züchterischer Zielsetzung. *Cbl. f. d. Ges. Forstwesen* 75, 1958, 3-5, s. 168-196
- LANGNER, W.: 33 Jahre Hybridlärchenzüchtung. *Allg. Forstzeitschrift* 26, 1971, s. 54-55.
- POLANSKÝ, B.: Lesnické pěstování dřevin cizokrajných se zřetelem na poměry v ČSR. Sborník vědeckých ústavů zemědělských ČSR, č. 11, 1937, 150 s.
- SCHÖBER, R.: Die japanische Lärche. *Schriftenreihe der Forstl. Fakultät der Universität Göttingen*, 7/8, 1953, 212 s.
- SCHÖBER, R.: Ergebnisse von Lärchen Art- und Provenienzversuchen. *Silvae Genetica* 7, 1958, s. 137-154
- SCHÖBER, R.: Vom 2. internationalem Lärchenprovenienzversuch, begründet 1958/59. XVI. IUFRO World Congress 1976, Division II, s. 162-173

- SCHOBER, R. — FRÖHLICH, H. J.: Der Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch. Schriftenreihe der Forstl. Fakultät der Universität Göttingen 37/38, 1967, 208 s.
- SCHOBER, R.: Vom II. internationalem Lärchenprovenienzversuch. Ein Beitrag zur Lärchenherkunftsfrage. Schriftenreihe der Forstl. Fakultät Göttingen, Frankfurt a M., 1977, 359 s.
- SCHÖNBACH, H.: Ertragssteigerung durch interspezifische Hybridisierung bei Aspen und Lärchen. Wiss. Zeitschrift der Techn. Universität Dresden, 16/1967, 2, s. 563-567
- SINDELÁŘ, J.: Šlechtění lesních dřevin na odolnost. Studijní informace Lesnictví, 1967, 7-8, Praha, 100 s.
- SINDELÁŘ, J. — HOCHMUT, R.: Variability of larch (*Larix* sp.) invasion caused by Woolly Aphids *Adelges laricis* Vall. and *Sacchiphantes viridis* Ratz. (Adelgidae, Homopt.) XIV. IUFO Kongress, sect. 22/24, 1967, München, s. 902-926
- SINDELÁŘ, J. — HOCHMUT, R.: Proměnlivost napadení modřínu hmyzími škůdci. I. sdělení. Korovnice *Adelges laricis* Vall. a *Sacchiphantes viridis* Ratz. Práce VÚLHM, 35, 1968, s. 213-232
- SINDELÁŘ, J. — HOCHMUT, R.: Odolnost různých proveniencí modřínu evropského *Larix decidua* Mill. proti některým hmyzím škůdcům. Vědecké sdělení VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1969, 36 s.
- SINDELÁŘ, J.: Zhodnocení potomstev některých uznaných porostů modřínu evropského ve věku 10 let. Díl. záv. zpráva VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1978, 69 s., rukopis
- SINDELÁŘ, J.: Hodnocení provenienčních ploch modřínu 2. mezinárodní série ve věku 11 let. Dílčí závěrečná zpráva VÚLHM 1971. Rukopis, 137 s.
- ŠTASTNÝ, T.: Výsledky pětidesiatročných provenienčných pokusov s borovicou sosnou (*Pinus silvestris* L.) a smrekovcom *Larix* sp. Lesnictví 6, 1960, 8-9, s. 727-746
- VINCENT, G. — FÉR, F.: Kříženci modřínu evropského a japonského na pokusné ploše LZ Litovel. Les. časopis, 4, 1965, s. 367-378
- VITĚ, J. P.: Die Schäden des Lärchenblasenfusses (*Taeniothrips laricivorus* Krat.) und ihre Verbreitung. Schriftenreihe der Forstl. Fakultät der Univ. Göttingen, 1953, 162 s.
- VOGL, M. — SCHÖNBACH, H. — HAEDICKE, E.: Experimentele Untersuchungen zur relativen Rauchhärte im Rahmen eines Provenienzversuches mit der japanischen Lärche. Arch. f. Forstw., 17, 10, 1968, s. 1001-1013

ШИНДЕЛАРЖ, Й. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Перспективы использования лиственницы японской (*Larix leptolepis* Gord.) в лесном хозяйстве СССР. Lesnictví, 28, 1982 (9): 725-740.

Результаты научных исследований и практический опыт свидетельствуют о том, что лиственница японская (*Larix leptolepis* Gord.) отличается рядом весьма ценных свойств, которые обосновывают использование этого вида в селекции для условий СССР.

С точки зрения селекции лесных древесных пород оценивается ее способность путем скрещивания с особями вида *Larix decidua* образовывать межвидовые гибриды, которые в большинстве случаев отличаются буйным ростом и по своей продукции древесной массы превосходят родительские виды. На экспериментальных площадях, созданных в лесном предприятии Каменице-над-Липоу (южная Чехия), межвидовые гибриды в возрасте 9 лет превосходят потомство вида *Larix decidua* по массе ствола на 46—107 %.

Чрезвычайное значение у лиственницы японской имеет иммунитет к раку лиственницы, затем устойчивость к некоторым насекомым вредителям, особенно хермесам *Adelges laricis* Vall., *Sacchiphantes viridis* Ratz. и галлице пихтовой [*Dasyneura laricis* (F. Loew.)]. Эти ценные свойства в значительной степени наследственны и будут, вероятно, частично передаваться и межвидовым гибридам, как об этом свидетельствует, например, наблюдение устойчивости межвидовых гибридов к раку лиственницы. В задачи научного исследования входит предложить подходящие клоновые комбинации скрещивания для использования их на семенных плантациях для производства гибридных семян.

Некоторые частные популяции в ареале автохтонного распространения лиственницы японской растут вблизи действующих вулканов. Они долговременно подвергаются действиям газовых выбросов, содержащих некоторые аналогичные компоненты, как и промышленные выбросы. Поэтому не исключается положительный результат стремлений найти относительно устойчивые частные популяции и клоны японских лиственниц, годных для использования в имиссионных областях.

селекция лесных древесных пород; лиственница японская; межвидовые гибриды

ŠINDELÁŘ, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Prospects of Using Japanese Larch (Larix leptolepis Gord.) in the Forestry of the CSSR*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 725-740.

It has been suggested by the results of research and practical experience that Japanese larch (*Larix leptolepis* Gord.) possesses a number of valuable properties promoting the use of this species for breeding in the conditions of the CSSR.

As regards the breeding and improvement of forest species, the ability to produce, by crossing with the species *Larix decidua*, interspecific hybrids characterized by lush growth and exceeding the parental species by wood production at the young age of the stand, is appreciated. On research areas established by the forest enterprise Kamenice on Lipá (South Bohemia) the interspecific hybrids at the age of nine years produce stem volume larger by 46 to 107 % than the progeny of the species *Larix decidua*.

Of extraordinary importance is the immunity of Japanese larch to canker, resistance to some insect pests, mainly to the aphids *Adelges laricis* Vall., *Sacchiphantes viridis* Ratz. and gall midge [*Dasyneura laricis* (F. Loew.)]. These valuable properties can be inherited to a large extent and will probably be conferred partly also to interspecific hybrids, as indicated by e. g. observing the resistance of interspecific hybrids to larch canker. It is a research task to propose suitable clone combinations for crossing to be used in seed orchards for hybrid seed production.

Some partial populations in the area of the original spread of Japanese larch grow within reach of the activity of active volcanoes. They have been exposed to the effects of gaseous immissions for a long time, containing some of the same components as industrial immissions. Therefore the research efforts should not fail to find relatively resistant partial populations and clones of Japanese larch suitable to be grown in immission areas.

tree species breeding; Japanese larch; interspecific hybrids

ŠINDELÁŘ, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Perspektiven der Ausnützung der Japanischen Lärche (Larix leptolepis Gord.) in der Forstwirtschaft der CSSR*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 725-740.

Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungen deuten darauf hin, daß die Japanlärche *Larix leptolepis* Gord. eine Reihe sehr wertvoller Eigenschaften aufweist, die die Ausnützung dieser Art in der Holzartenzüchtung für die Bedingungen der CSSR motivieren.

Vom Standpunkt der forstlichen Holzartenzüchtung aus gesehen wird ihre Fähigkeit geschätzt, durch Kreuzung mit Individuen der Art *Larix decidua* interspezifische Hybriden zu bilden, die meistens luxuriantes Wachstum aufweisen und hinsichtlich der Produktion an Holzmasse in der Jugend die Elternarten überragen. Auf dem Gebiet des Forstbetriebes Kamenice nad Lipou (Südböhmen) angelegten Versuchsflächen übertreffen interspezifische Hybriden im Alter von 9 Jahren die Nachkommenschaften der Art *Larix decidua* hinsichtlich ihrer Stammmasse um 46 bis 107 %.

Außergewöhnliche Bedeutung hat bei der Japanlärche ihre Immunität gegenüber dem Lärchenkrebs, ferner ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber bestimmten Insektenschädlingen, insbesondere gegenüber *Adelges laricis* Vall., *Sacchiphantes viridis* Ratz. und *Dasyneura laricis* F. Loew. Diese wertvollen Eigenschaften sind zu einem bedeutenden Grade genetisch bedingt und werden sich wahrscheinlich zum Teil auch auf interspezifische Hybriden übertragen, wie dies z. B. durch die Untersuchung der Widerstandsfähigkeit interspezifischer Hybriden gegenüber dem Lärchenkrebs angedeutet wird. Es ist die Aufgabe der Forschung, geeignete Klonkombinationen der Kreuzung zur Ausnützung in Samenplantagen zur Produktion von hybridem Saatgut zu empfehlen.

Einige Teilpopulationen im Areal der ursprünglichen Verbreitung der Japanlärche wachsen im Tätigkeitsbereich tätiger Vulkane. Sie sind langfristig den Einwirkungen gasförmiger Immissionen ausgesetzt, die einige gleiche Bestandteile enthalten wie Industrieimmissionen. Positive Ergebnisse der Bemühungen, relativ widerstandsfähige Teilpopulationen und Klone von Japanlärchen zur Anwendung in Immissionsgebieten zu finden sind deswegen nicht ausgeschlossen.

Züchtung von Waldholzarten; Japanlärche; interspezifische Hybriden

Adresa autora:

Ing. Jiří Šindelář, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

A. Brož

BROŽ, A. (Lesní závod Tábor). *Odumírání jedle v oblasti Jihočeských státních lesů*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 741-756.

Jedlové porosty zájmové oblasti byly oklasifikovány podle upravené klasifikace ÚHÚL, pob. České Budějovice. Byly vypočteny průměrné zdravotní stavy jedlových porostů, jakož i další statistické charakteristiky v jednotlivých lesních hospodářských celcích, ve věkových stupních, vegetačních lesních stupních, edafických kategoriích, souborech lesních typů, ve směsích jedle s různými dřevinami a s ohledem na předchozí výchovu. Výsledky byly ověřovány testováním statistických hypotéz. Ve výsledcích byly nalezeny některé závislosti platné pro všechny nebo pro téměř všechny LHC zájmové oblasti. Relativně nejlepší je zdravotní stav jedle ve třetím a v sedmém vegetačním lesním stupni. Ve studii uvádím i stav znečištění ovzduší prašným spadem a kysličníkem siřičitým. Lokality zájmové oblasti atakované nejvíce tímto znečištěním vykazují také nejhorší zdravotní stav jedlových porostů. V práci jsou také vyčísleny kvalitativní a finanční ztráty v zájmové oblasti, k nimž dochází vlivem odumírání jedle (těžba odumírajících a odumřelých stromů), a navržena opatření k lepšímu využití dřeva. Na obnovu (resp. přeměnu) jedlových porostů jsou navrženy vzhledem k orografickým, hydrografickým, klimatickým a půdním podmínkám tyto náhradní dřeviny: smrk, buk, dub, modřín, borovice, douglaska a jedle obrovská.

pěstování lesů; jedle; odumírání

Jedle bělokora (*Abies alba* Mill.) byla ještě před několika stoletími dominantní dřevinou četných našich lesů. Vlivem holosečného a pasečného hospodaření a zakládání borových a smrkových monokultur byl značně omezen areál jejího výskytu. V posledních desetiletích dochází k dalšímu výraznému ústupu jedle většinou vlivem komplexu činitelů, které lesní hospodář obvykle nemůže ovlivnit.

Je nutno konstatovat, že stav jedle v našich porostech je velmi vážný a bude nutno v nejbližší době vyřešit otázku zastupitelnosti domácími i introdukovanými dřevinami.

Jedle bělokora je naše původní dřevina velkého významu. Vyniká neobyčejnou produkcí dřeva, z našich dřevin největší schopností snášet zástín a v příměsi se smrkem a bukem vytvářet optimální porosty z hlediska výrobního i společenského. Zvláště pro pěstitele představuje cennou složku našich lesů.

Masové chřadnutí a nezdary spojené s jejím pěstováním způsobují oprávněné obavy o tuto velmi cennou dřevinu našich lesů. Proto je jí třeba věnovat zvýšenou pozornost, abychom mohli poznat kauzalitu jejího vývoje a hledat tak účinné cesty další péče o ni. O jedli bělokore bylo v souvislosti s jejím masovým odumíráním u nás i v zahraničí napsáno mnoho vědeckých prací a mnohokrát byla také předmětem různých jednání, přesto však zůstává většina otázek týkajících se jejího chřadnutí dosud nevyjasněna. Je proto především třeba shromážďovat věrohodné důkazy, abychom mohli dospět ke správným opatřením.

V práci jsou analyzovány jedlové porosty v oblasti Jihočeských státních lesů, je hledána příčina odumírání jedle bělokoré, vypracován návrh opatření na výchovu, obnovu, resp. přeměnu, těchto porostů s využitím možnosti nahrazení jedle bělokoré domácími a introdukovanými dřevinami v obnovním cíli a navržena opatření k efektivnímu zužitkování dřeva odumírajících jedlí.

SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY A DOKUMENTACE

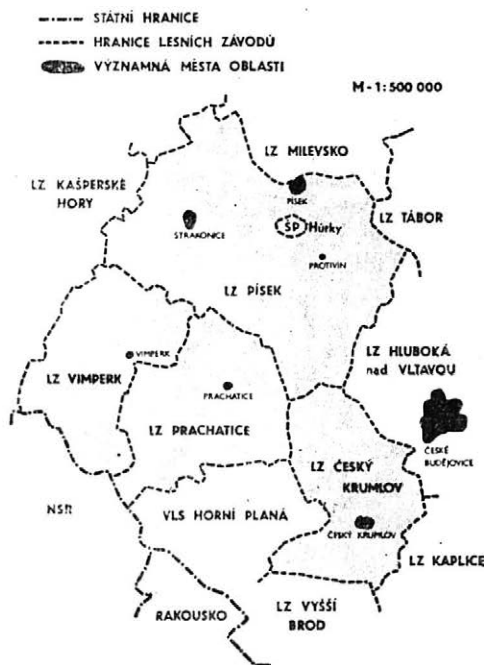
Za poslední století jedle bělokorá podstatně ustoupila z našich lesů a masově odumírá. Dosud s konečnou platností nevyjasněný fakt odumírání jedle je podle všech známek jevem vysloveně komplexním. Představuje fyziologickou poruchu vyvolanou řadou různých příčin. V úvahu přicházejí zejména znečištění ovzduší, virologická onemocnění, dlouhodobé změny klimatu, změny klimatu ovlivněné lidskou činností, náhlé výkyvy klimatu, nesprávný výběr stanovišť pro jedli, poruchy vodního režimu, především pokles hladiny podzemní vody, škody způsobené suchem a mrazem, nedostatečné zásobování živinami, komplex příčin způsobených člověkem zavedením holosečného způsobu hospodaření, zhoršení vlastností půdy, malá dědičná variabilita jedle, inzuchtová deprese, která se u jedle projevila zřejmě v malé odolnosti proti různým činitelům, napadení hmyzem a houbami a také vlastní pěstební technika, která při nesprávně voleném postupu jedli velmi oslabuje. Je možné, že ústup jedle je způsoben i přirozeným střídáním dřevin.

Problematikou odumírání jedle se pro její závažnost a rozsah zabývala řada institucí a odborníků u nás i v zahraničí. Hledají se příčiny tohoto jevu. Bylo publikováno mnoho vědeckých studií rozebírajících danou problematiku. Přestože bylo shromážděno mnoho poznatků, nebyla tato otázka definitivně vyřešena.

METODIKA PRÁCE

Pro šetření byly vybrány čtyři lesní hospodářské celky z oblasti Jihočeských státních lesů, v nichž je relativně velké zastoupení jedle bělokoré a její ústup činí lesnímu provozu nemalé starosti. Kromě všeobecné charakteristiky zájmové oblasti je ve studii uvedena i hospodářská charakteristika porostů, zejména porostů s významným zastoupením jedle, a na podkladě retrospektivní analýzy jsou zhodnoceny minulé a současné směrnice hospodaření.

Jedlové porosty zájmové oblasti Jihočeských státních lesů (LHC Písek, LHC Prachatice, LHC Klef a LHC Vim-



1. Přehledná mapa zájmové oblasti Jihočeských státních lesů. — A chart of the area supervised by the South-Bohemian State Forests

perk) byly oklasifikovány podle upravené klasifikace ÚHÚL, pob. České Budějovice (Brož 1979). Byly vypočteny průměrné zdravotní stavy jedlových porostů, jakož i další statistické charakteristiky v jednotlivých LHC, ve věkových stupních, vegetačních lesních stupních, edafických kategoriích, souborech lesních typů, ve směsích jedle s různými dřevinami a s ohledem na předchozí výchovu. Výsledky byly ověřovány testováním statistických hypotéz o průměrech.

Prašný spad byl sledován v letech 1976 a 1977 na 26 lokalitách metodou pasivní sedimentace do litrových zavařovacích lahví. Po jednoměsíční expozici byly spady zpracovávány. Metodika hodnocení souboru výsledků byla vypracována Institutem hygieny a epidemiologie v Praze (Krajská hygienická stanice České Budějovice, 1977). Z prашného spadu byly dvakrát za rok odebrány vzorky pro stanovení obsahu popela v prашném spadu a obsahu volného kyslíčnicku křemičitého. Obsah volného kyslíčnicku křemičitého v popeli byl stanoven metodou diferenciální termické analýzy a obsah popele byl stanoven žiháním při teplotě 850 až 900 °C.

Měření koncentrace kyslíčnicku siřičitého v ovzduší bylo v zájmové oblasti Jihočeských státních lesů prováděno na těchto lokalitách: Český Krumlov, Větrní, Strakonice, Prachatice a Písek. Koncentrace kyslíčnicku siřičitého byla měřena nárazovými odběry vzorků vzduchu průběžně po celý rok na uvedených lokalitách. Vzorky byly zpracovávány podle Jednotných analytických metod kalorimetricky (Krajská hygienická stanice České Budějovice, 1977).

VÝSLEDKY ŠETŘENÍ

Výsledky šetření jsou přehledně zpracovány v tabulkách I–V, v nichž je odumírání jedle posouzeno podle lesních hospodářských celků v oblasti Jihočeských státních lesů a podle dřevinné skladby jednotlivých LHC.

Stejným způsobem byly ve všech lesních hospodářských celcích zpracovány zdravotní stavy jedlových porostů ve věkových stupních, vegetačních lesních stupních, edafických kategoriích, souborech lesních typů a s ohledem na předchozí výchovu. Číselné výsledky a výsledky testování statistických hypotéz o průměrech zde pro značnou rozsáhlou neuvádím, ale komentuji je v následující kapitole.

Kouřové plyny a průmyslové exhaláty mají zřejmě značný vliv na vitalitu jedle; nestačí však pro jednoznačné objasnění tohoto jevu, který postihl i oblasti relativně nejméně atakované průmyslovými exhaláty. Považuji za nezbytné na tuto skutečnost upozornit a dát podnět pro hlubší studium této problematiky. Z toho důvodu v práci uvádím základní údaje — a stručně i metodiku jejich zjišťování — týkající se stavu

I. Stav odumírání jedle v zájmové oblasti Jihočeských státních lesů. — The state of fir dying-off in the area supervised by the South-Bohemian State Forests

Lesní hospodářský celek	Počet porostů ve stupni poškození					$\bar{x}$	s_x	$v_x\%$
	1	2	3	4	Sa			
Písek	8	46	128	207	389	3,373	0,773	22,92
Prachatice	278	321	183	30	812	1,957	0,846	43,20
Kleť	9	214	375	142	740	2,878	0,718	24,97
Vimperk	47	440	288	23	798	2,360	0,637	27,01

$\bar{x}$ — průměrný stav jedlových porostů, s_x — směrodatná odchylka, $v_x\%$ — variační koeficient v procentech

II. Stav odumírání jedle v porostech s různou dřevinnou skladbou na LHC Písek.
— The state of fir dying-off in forest stands with different species composition in the Písek forest estate

Směs s jedlí	Počet porostů ve stupni poškození					$\bar{x}$	s_x	$v_x\%$
	1	2	3	4	Sa			
J	1	—	1	—	2	2,000	1,414	70,71
JS	6	12	42	40	100	3,160	0,861	27,26
JBo	—	—	1	—	1	3,000	—	—
JB	—	1	1	4	6	3,500	0,837	23,90
JSBo	—	12	50	43	105	3,295	0,664	20,16
JSB	1	14	14	68	97	3,536	0,778	22,06
JBoB	—	—	1	4	5	3,800	0,447	11,77
JSBoB	—	7	18	48	73	3,562	0,666	18,71

J — jedlové porosty (jedle je více než 90 %), JS — směs jedle a smrku, JBo — směs jedle a borovice, JB — směs jedle a buku, JSBo — směs jedle, smrku a borovice, JSB — směs jedle, smrku a buku, JBoB — směs jedle, borovice a buku, JSBoB — směs jedle, smrku, borovice a buku, J + Y — směs jedle a jiných dřevin

III. Stav odumírání jedle v porostech s různou dřevinnou skladbou na LHC Prachatic.
— The state of fir dying-off in forest stands with different species composition in the Prachatic forest estate

Směs s jedlí	Počet porostů s jedlí ve stupni poškození					$\bar{x}$	s_x	$v_x\%$
	1	2	3	4	Sa			
J	6	2	4	2	14	2,143	1,167	54,47
JS	129	96	65	12	302	1,868	0,886	47,46
JBo	14	23	2	2	41	1,805	0,749	41,50
JB	2	4	2	2	10	2,400	1,075	44,80
JSBo	96	144	68	9	317	1,969	0,795	40,39
JSB	19	22	26	3	70	2,186	0,889	40,69
JBoB	1	7	4	—	12	2,250	0,622	27,63
JSBoB	7	21	12	—	40	2,125	0,686	32,30
J + Y	4	2	—	—	6	1,333	0,516	38,73

znečištění ovzduší zájmové oblasti Jihočeských státních lesů a naznačují možné souvislosti s odumíráním jedle (tabulka VI—VIII). Je nutno si uvědomit, že získané údaje ukazují stav znečištění ovzduší ve městech nebo jejich blízkém okolí a že vlivem vzdálenosti od zdroje znečištění, vlivem vzdušného proudění a vlivem dalších faktorů přichází do porostů nižší koncentrace především kyslíčnicku siřičitého, než jsou koncentrace předkládané. Skutečné koncentrace kouřových plynů a průmyslových exhalátů přímo v porostech zjišťovány nebyly.

IV. Stav odumírání jedle v porostech s různou dřevinnou skladbou na LHC Kleť.
— The state of fir dying-off in forest stands with different species composition in the Kleť forest estate

Směs s jedlí	Počet porostů s jedlí ve stupni poškození					$\bar{x}$	s_x	$v_x \%$
	1	2	3	4	Sa			
J	—	2	1	1	4	2,750	0,957	34,80
JS	5	53	44	5	107	2,458	0,660	26,85
JBo	—	14	30	3	47	2,766	0,566	20,46
JB	—	1	13	24	38	3,605	0,547	15,17
JSBo	4	77	152	28	261	2,782	0,646	23,23
JSB	—	40	78	60	178	3,112	0,743	23,88
JBoB	—	3	19	6	28	3,107	0,567	18,25
JSBoB	—	23	38	15	76	2,895	0,704	24,32
J + Y	—	1	—	—	1	2,000	—	—

V. Stav odumírání jedle v porostech s různou dřevinnou skladbou na LHC Vimperk.
— The state of fir dying-off in forest stands with different species composition in the Vimperk forest estate

Směs s jedlí	Počet porostů s jedlí ve stupni poškození					$\bar{x}$	s_x	$v_x \%$
	1	2	3	4	Sa			
J	—	2	—	—	2	2,000	—	—
JS	26	294	167	10	497	2,324	0,604	25,98
JBo	1	6	3	—	10	2,200	0,633	28,75
JSBo	18	75	60	10	163	2,380	0,763	32,07
JSB	1	60	58	3	122	2,516	0,564	22,41
JSBoB	—	3	3	—	6	2,500	0,548	21,91
J + Y	1	—	—	—	1	1,000	—	—

SYNTÉZA VÝSLEDKŮ ŠETŘENÍ

Všechny čtyři lesní hospodářské celky Jihočeských státních lesů, které byly předmětem šetření, jsou postiženy odumíráním jedle. Jeho intenzita je v jednotlivých LHC různá. Relativně nejlepší zdravotní stav jedlových porostů je na LHC Prachatice, horší na LHC Vimperk a ještě o poznání horší na LHC Kleť. Stav jedle na LHC Písek je označován za kalamitní. Nejvíce poškozeny z celé zájmové oblasti jsou návětrné svahy Píseckých hor v LHC Písek.

Ve výsledcích byly nalezeny závislosti platné pro všechny — minimálně pro tři — LHC zájmové oblasti.

Zdravotní stav vychovávaných jedlových porostů je kromě LHC Kleť lepší na všech ostatních LHC než zdravotní stav nevychovávaných porostů.

Na všech LHC se zdravotní stav jedlových porostů s narůstajícím věkem zhoršuje.

VI. Průměrné celoroční hodnoty prašného spadu, index znečištění ovzduší prašným spadem a charakteristika znečištění v roce 1977 na lokalitách zájmové oblasti Jihočeských státních lesů. — Mean per-annum values of dry deposition, index of air pollution by dry deposition and characteristics of pollution in 1977 at localities supervised by the South-Bohemian State Forests

Lokalita	Celoroční průměrné hodnoty prašného spadu v t.km ² .rok ⁻¹	Index znečištění	Charakteristika znečištění
Písek	252,04	5764,60	kritické znečištění
Strakonice	197,51	1878,60	kritické znečištění
Prachatice	180,33	2728,50	kritické znečištění
Větřní	148,22	3222,50	kritické znečištění
Český Krumlov	117,14	215,24	znečištěné
Vimperk	135,92	596,92	kritické znečištění

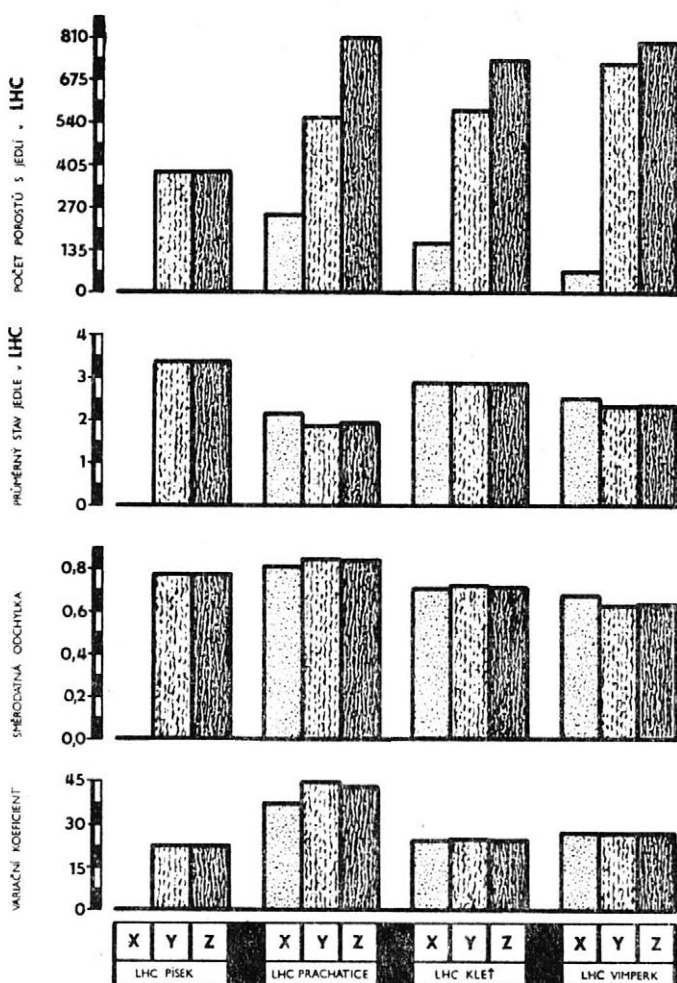
VII. Celoroční průměry obsahu popele v prašném spadu a obsah volného SiO₂ v prašném spadu v roce 1977 na lokalitách zájmové oblasti Jihočeských státních lesů. — Per-annum means of ash content in dry deposition and content of free SiO₂ in dry deposition in 1977 at localities supervised by the South-Bohemian State Forests

Lokalita	Celoroční průměry	
	obsahu popele v prašném spadu v %	obsahu volného SiO ₂ v prašném spadu v %
Písek	66,98	11,71
Strakonice	66,04	9,79
Prachatice	79,41	20,56
Větřní	72,08	10,35
Český Krumlov	76,13	16,39
Vimperk	67,10	10,73

VIII. Průměrné celoroční hodnoty SO₂ v ovzduší, index znečištění ovzduší SO₂ a charakteristika znečištění ovzduší na lokalitách zájmové oblasti Jihočeských státních lesů. — Mean per-annum values of SO₂ in the air, index of air pollution by SO₂ and characteristics of air pollution at localities supervised by the South-Bohemian State Forests

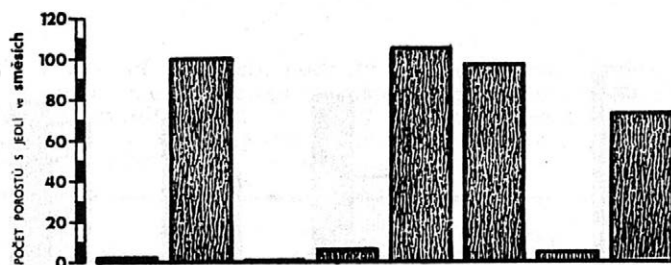
Lokalita	Průměrná celoroční hodnota SO ₂ v mg.m ⁻³	Index znečištění	Charakteristika znečištění
Písek	0,16	100	čisté
Strakonice	0,08	100	čisté
Prachatice	0,09	100	čisté
Větřní	0,09	100	čisté
Český Krumlov	0,29	140	znečištěné

2. Stav odumírání jedle v zájmové oblasti Jihočeských státních lesů.
— The state of fir dying-off in the area supervised by the South-Bohemian State Forests

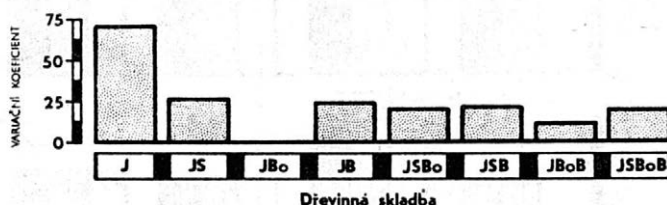
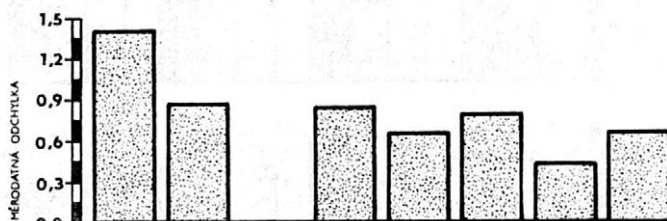
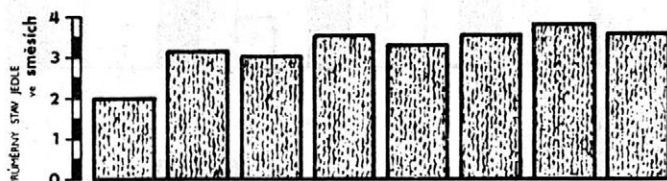


Ve třech LHC je nejlepší zdravotní stav jedle ve třetím a na jednom v sedmém vegetačním lesním stupni. Nejhorší stav jedlových porostů ve všech LHC je ve čtvrtém, pátém a šestém vegetačním lesním stupni. Dosud se tvrdí, že jedle má právě v těchto vegetačních lesních stupních své optimum, ale — jak se ukazuje v zájmové oblasti Jihočeských státních lesů — také nejhorší zdravotní stav. Bude zřejmě nutno tuto otázku ještě důkladně prošetřit.

Jedlové porosty rostoucí na edafické kategorii středně bohaté (vegetační řada živná) mají ve všech LHC a jedlové porosty na edafických kategoriích vlhká (podmáčená) (vegetační řada obohacená vodou — jasanová) a středně bohatá (vegetační řada oglejená) mají ve třech LHC zájmové oblasti lepší než průměrný zdravotní stav jedle. Naopak jedlové porosty rostoucí na edafických kategoriích kamenitá (svahová) (vegetační řada kyselá), normální (vegetační řada živná) a kamenitá (ve-



3. Stav odumírání jedle v porostech s různou dřevinnou skladbou na LHC Písek. — The state of fir dying-off in forest stands with different species composition in the Písek forest estate



J - jedle
JS - jedle, smrk
JBo - jedle, borovice
JB - jedle, buk
JSBo - jedle, smrk, borovice
JSB - jedle, smrk, buk
JBoB - jedle, borovice, buk
JSBoB - jedle, smrk, borovice, buk

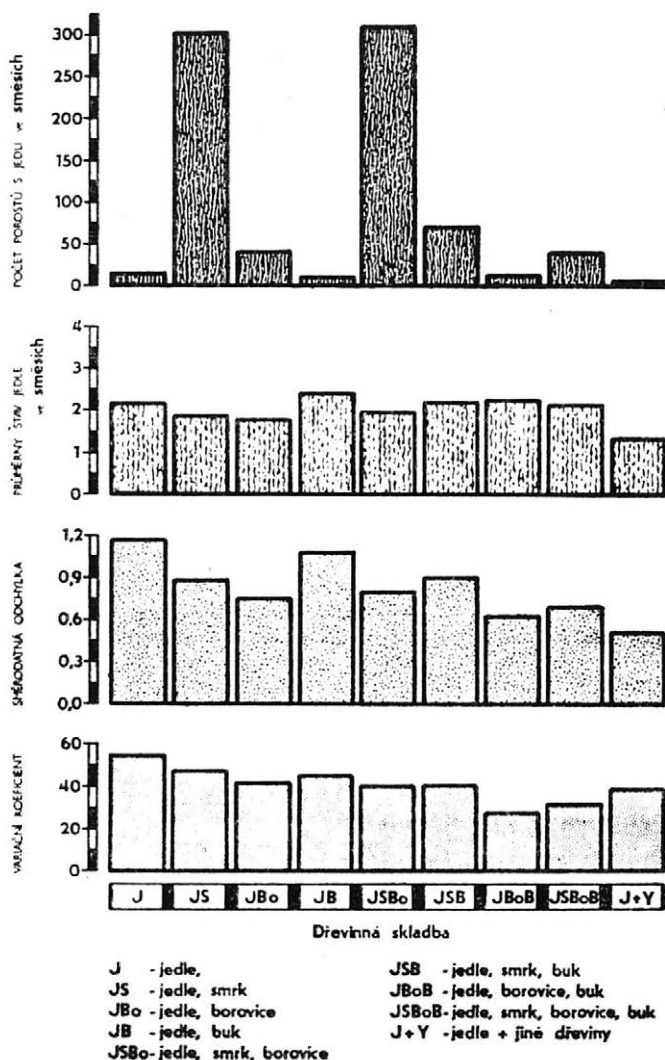
getační řada obohacená humusem — javorová) mají ve třech ze čtyř LHC zájmové oblasti horší než průměrný zdravotní stav.

Odumíráním jedle jsou ve všech LHC zájmové oblasti nejvíce postiženy směsi s bukem, přičemž ve třech ze čtyř LHC porosty tvořené pouze jedlí a bukem vykazují zcela nejhorší zdravotní stav jedle dané oblasti.

Oblasti, které jsou nejvíce atakovány prašným spadem a kysličníkem siřičitým, vykazují také nejhorší zdravotní stav jedlových porostů.

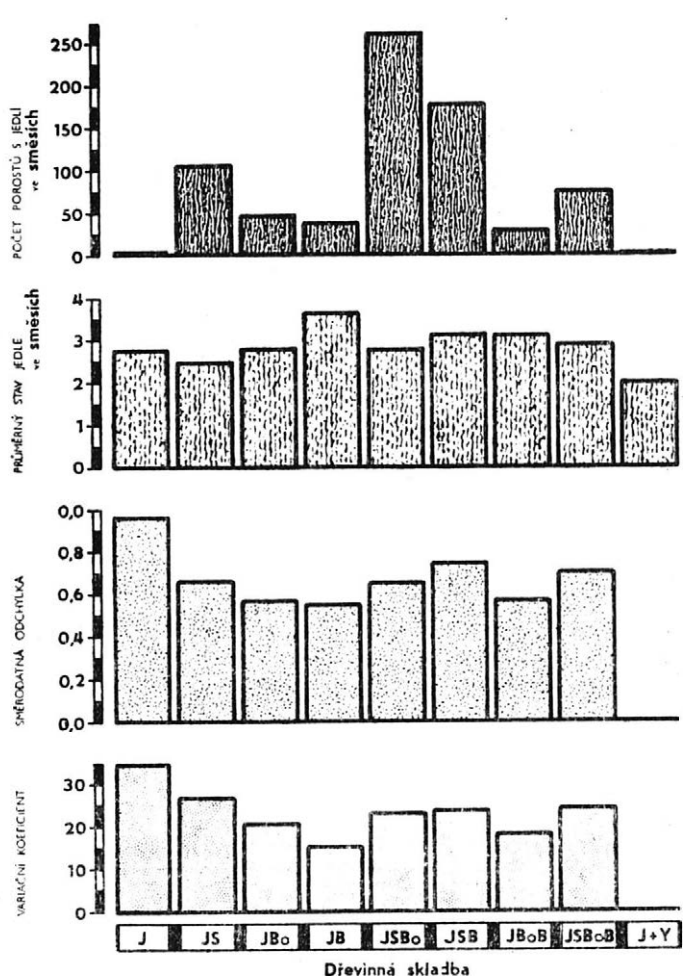
Považujeme-li znečištění ovzduší kouřovými plyny a průmyslovými exhaláty za jednu z možných nebo dokonce za hlavní příčinu odumírání jedle, nabízí se na základě předkládaných výsledků vyslovit domněnku, že jedle ve směsi s opadavou dřevinou (bukem) vykazuje horší zdravotní stav než při smíšení s neopadavými jehličnany, protože buk na podzim ztrácí olistění, a tím během zimního období znečištěný vzduch snadněji proniká do porostu a negativně působí především na jedli, která je na toto poškození velmi citlivá. I když dříve jedle s bukem tvořila přirozenou velmi prosperující směs, nyní — usuzuji podle stavu v zájmové oblasti Jihočeských státních lesů — jí toto prostředí nevyhovuje.

4. Stav odumírání jedle v porostech s různou dřevinnou skladbou na LHC Prachatic. — The state of fir dying-off in forest stands with different species composition in the Prachatic forest estate



Na LHC Písek jsou všechny jedlové porosty vychovávány. Celkový stav odumírání ($\bar{x} = 3,373$ stupně) definuje jedlové porosty takto: silné prosýchání korun až značné poškození jedlí odumíráním. Vyskytuje se v průměru asi 10 % jedlových souší. Odumírání jedle je se stoupajícím věkem intenzivnější. Relativně nejlepší zdravotní stav jedle je ve třetím vegetačním stupni, edafické kategorii „I“ (ilimerizovaná) — uléhavá — vegetační řada kyselá, souboru lesních typů „3I“ — 3. vegetační lesní stupeň — edafická kategorie uléhavá — vegetační řada kyselá — a ve směsi jedle a smrku a také jedle, smrku a borovice.

LHC Písek — lokalita Písek a Strakonice — je kriticky znečištěn prašným spadem jako důsledek rozsáhlé průmyslové činnosti a výrobních procesů v oblasti. Průměrná celoroční koncentrace kysličníku siřičitého je zde také velmi vysoká. Zdravotní stav jedle v tomto LHC je relativně nejhorší.



5. Stav odumírání jedle v porostech s různou dřevinnou skladbou na LHC Kleť. — The state of fir dying-off in forest stands with different species composition in the Kleť forest estate

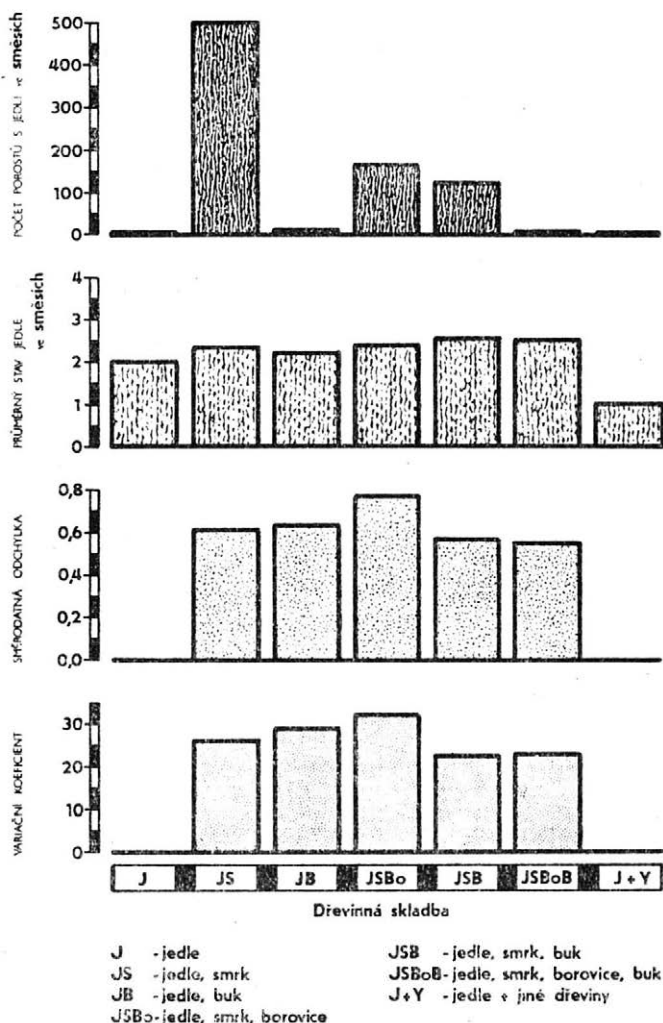
J - jedle
 JS - jedle, smrk
 JB - jedle, borovice
 JB - jedle, buk
 JSBo - jedle, smrk, borovice

JSB - jedle, smrk, buk
 JSBoB - jedle, borovice, buk
 JSBoB - jedle, smrk, borovice, buk
 J+Y - jedle + jiné dřeviny

Na LHC Prachatice dosud není jedna třetina jedlových porostů vychovávána, jejich zdravotní stav je horší než stav vychovávaných porostů. Celkový stav odumírání jedle charakterizovaný $\bar{x} = 1,957$ stupně značí, že jedlové porosty jsou průměrně ve stadiu počátečního odumírání. Také v tomto LHC je se stoupajícím věkem odumírání jedle intenzivnější. Relativně nejlepší je zdravotní stav jedle ve třetím vegetačním lesním stupni, edafické kategorii „S“ (svěží) — středně bohaté — vegetační řadě živné, souboru lesních typů „5S“ — 5. vegetační lesní stupeň — edafická kategorie středně bohatá — vegetační řada živná a ve směsích jedle s borovicí a jedle se smrkem.

LHC Prachatice — lokalita Prachatice — je kriticky znečištěn prašným spadem, který je převážně přírodního původu. Oblast je charakterizována podle indexu znečištění ovzduší kyslíčným sířičitým jako

6. Stav odumírání jedle v porostech s různou dřevinnou skladbou na LHC Vimperk. — The state of fir dying-off in forest stands with different species composition in the Vimperk forest estate



čistá. Zdravotní stav jedle v tomto LHC je v zájmové oblasti Jihočeských lesů nejlepší.

Na LHC Kleť dosud není zhruba jedna třetina jedlových porostů vůbec vychovávána, ale tyto porosty vykazují lepší zdravotní stav než porosty vychovávané. Celkový stav odumírání jedle je charakterizován $\bar{x} = 2,878$ stupně, což znamená, že jedlové porosty jsou průměrně ve stadiu silného prosychání korun s výskytem jednotlivých souší. Odumírání jedle je i v tomto LHC se stoupajícím věkem intenzivnější. Zastoupení nejmladších jedlových porostů je v tomto LHC minimální. Relativně nejlepší je zdravotní stav jedlových porostů ve třetím vegetačním lesním stupni, edafické kategorii „V“ (vlhké — nitrofilní) — vlhké (podmáčené) — vegetační řadě obohacené vodou (jasanové), v souboru lesních typů „50“ — 5. vegetační lesní stupeň — edafická kategorie středně bohatá — vegetační řada živná a ve směsích jedle se smrkem a jedle s borovicí.

LHC Kleť — lokalita Větrná a Český Krumlov — je znečištěn až kri-

tický znečištěn prašným spadem. Průměrná celoroční koncentrace kyslíčnicku sířičitého je zde ze zájmové oblasti Jihočeských státních lesů nejvyšší. Zdravotní stav jedle na LHC Klef je v zájmové oblasti Jihočeských státních lesů druhý nejhorší.

Na LHC Vimperk zatím není zhruba 10 % jedlových porostů vychováno, jejich zdravotní stav je horší než zdravotní stav porostů vychovávaných. Celkový stav odumírání jedle charakterizovaný $\bar{x} = 2,360$ stupně značí, že jedlové porosty této oblasti jsou průměrně ve stadiu počátečního odumírání až silného prosýchání korun a jednotlivého výskytu souší. Odumírání jedle je i v tomto LHC se stoupajícím věkem intenzivnější. Relativně nejlepší je zdravotní stav jedle v sedmém vegetačním lesním stupni, edafické kategorii „V“ (vlhká — nitr.) — vlhká (podmáčená) — vegetační řadě obohacené vodou (jasanové), souboru lesních typů „60“ — 6. vegetační lesní stupeň — edafická kategorie středně bohatá — vegetační řada oglejená a opět ve směsi se smrkem a také s borovicí.

LHC Vimperk — lokalita Vimperk — je kriticky znečištěn prašným spadem. Koncentrace kyslíčnicku sířičitého nebyla na území LHC Vimperk sledována. Zdravotní stav jedle tohoto LHC je v zájmové oblasti Jihočeských státních lesů druhý nejlepší.

OPATŘENÍ DO BUDOUČNA

Za uvedených předpokladů je nutno přistoupit při řešení opatření do budoucna k určitým kompromisním opatřením, která sice danou problematiku odumírání jedle neřeší, ale určují, jak asi je třeba v porostech, kde je jedle zastoupena, hospodařit. Jde tedy o dočasná hospodářská opatření na dobu, než problém odumírání jedle bude vyjasněn. Při rozhodování o naléhavosti příslušného zásahu je třeba vždy nadřadit stav porostu nad jeho věk.

Cílem opatření v předmyšlných porostech s převahou odumírající jedle je zamezení produkčních ztrát, udržení kvality stanoviště, zamezení druhotného zamokření a zabuření a zajištění bezpečnosti produkce příštích porostů.

Cílem uspíšené obnovy jedlových odumírajících porostů je zajištění technické využitelnosti dřeva jedle, omezení nahodilých těžeb v mýtních porostech a urychlené vyřešení zakrytí půdy. Je nutno ji uskutečnit především na LHC Písek.

Na všech LHC zájmové oblasti Jihočeských státních lesů doporučují redukovat zastoupení jedle v obnovním cíli. Na LHC Písek nedoporučují vůbec její umělou kultivaci. Lokality, v nichž bude jedle bělokorá dále pěstována a jedlové porosty obnovovány, musí plně vyhovovat požadavkům jedle na minimální srážkový úhrn a vlhkostní poměry vůbec.

V mlazinách a v mladých probírkových jedlových porostech doporučují maximálně podporovat kvalitní a zdravé jedle s hlubokou korunou, výchovu usměrnit tak, aby podle možností byla jedle smíšená jen s jehličnany a přitom se zaměřit na vegetační lesní stupně, edafické kategorie a soubory lesních typů, kde je zdravotní stav jedle relativně nejlepší.

Porosty středního věku doporučuji vychovávat výhradně probírkou úrovňovou. V porostech jednotlivě smíšených s převahou odumírající jedle je třeba upravovat výchovnými zásahy dřevinnou skladbu na úkor jedle. Je nutno vybírat jedle odumřelé, odumírající a ty, u kterých lze předpokládat odumírání, aby byla omezena nutnost každoročně opakování návratů do porostu z důvodu nahodilé těžby. V porostech skupinově smíšených a čistých jedlových porostech s převahou odumírající jedle, kde není možno výchovou upravit dřevinnou skladbu tak, aby plnily veškeré ekonomické a biologické funkce, bude nutno přikročit k předčasným obnovám.

Porosty mýtního věku, které jsou každoročně se opakující nahodilou těžbou proředěny tak, že se zde vytváří keřové patro a půda pod těmito porosty zabuřeňuje, doporučuji rychle obnovit. Bude to znamenat velký nárůst úkolů, který se projevuje již v současné době, proto bychom měli porosty, které nejsou postiženy odumíráním jedle, předržet a jejich obnovu zatím odsunout. Je žádoucí při likvidaci odumírajících jedlových porostů vyloučit takové obnovní způsoby, které by byly ohrožovány neustále se opakujícím transportem dřeva z nahodilých těžeb. Znamená to, že do těchto porostů nelze doporučit podsadby, popř. i zalesňování menších mezer.

Na obnovu — resp. přeměnu — jedlových porostů navrhuji vzhledem k orografickým, hydrografickým, klimatickým a půdním podmínkám tyto náhradní dřeviny: smrk, buk, dub, modřín, borovice, duglasku a jedli obrovskou. Možnost pěstování dubu především na LHC Písek je v práci (Brož 1979) podrobně studována. Upozorňuji též na jedli obrovskou a duglasku tisolistou. Pro dobré zkušenosti jsou na mnohých lokalitách doporučovány na přeměnu jedlových porostů hlavně v nižších vegetačních lesních stupních.

OPATŘENÍ K ZUŽITKOVÁNÍ DŘEVA

V současné době jsou v zájmové oblasti velmi citelné ztráty na kvalitě dřeva těženého z odumřelých jedlí. Záleží zde na včasnosti zpracování, neboť odumírající jedle podléhají rychle zkáze. Poněvadž hynutí jedle má nejen rychlý průběh, ale i neustálý postup, není možno včasnost zpracování ve všech porostech vždy dodržet. Před rozhodnutím o umístění nahodilé těžby je vhodné provést pro každý porost nebo skupinu sousedících porostů kalkulaci mezi zhodnocením těženého dřeva a efektivností těžebně dopravního procesu. Je nutno mít přitom na paměti i hlediska ochranná a ochranu dosud zdravých porostů nadřadit oběma předešlým hlediskům.

Podle zkušeností na lesních závodech a v minulém decenniu dosažených výsledků se zpravidla při zpracování jedlových souší a odumírajících jedlových jedinců dosahuje na lesních závodech zájmové oblasti 25—50% užitkovosti a to ještě v porostech zůstává část vyprodukovaného dřeva bez jakéhokoli zpracování a samozřejmě i evidence.

Zájmem všech pracovníků v lesnictví by mělo být, pokud je to možné, maximální snížení ztrát plynoucích z odumírání jedle (produkční kvalitativní ztráta, ztráta z předčasné likvidace porostu, nového zalesnění atd.). Domnívám se, že je možno snížit ztrátu na kvalitě těže-

ného dřeva, zejména maximální možnou včasností těžby odumřelých jedlových jedinců a dále jejich dokonalým vydruhováním.

Snahou nás všech by mělo být, aby i dřevo z odumřelých jedlí bylo co nejracionálněji využito.

Komplexní soubor výsledků, jak je uveden v práci (Brož 1976, 1977, 1978, 1979), dokládá stav odumírání jedle v oblasti Jihočeských státních lesů. Práce byla dána k dispozici Jihočeským státním lesům v Českých Budějovicích a Lesprojektu, pob. České Budějovice a Písek.

Výsledky šetření a z nich odvozená opatření pro porosty s odumírající jedlí lze využít v pěstební, hospodářskoupravnické a provozní praxi Jihočeských státních lesů, což bylo záměrem a posláním práce.

Došlo dne 13. 1. 1981

Literatura

BEZAČINSKÝ, H.: Problém odumírání jedle na Slovensku z hlediska pěstovatel-ského. In: Jedla na Slovensku, Bratislava 1960

BROŽ, A.: Odumírání jedle a hlediska jejího dalšího pěstění. SVOČ, 1976, LF VŠZ Brno

BROŽ, A.: Pěstění jedle ke stimulaci zdravotního stavu a produkce. SVOČ, 1977, LF VŠZ Brno

BROŽ, A.: Vliv probírky úrovně a podúrovně na utváření korun jedlí. SVOČ, 1978, LF VŠZ Brno

BROŽ, A.: Problematika odumírání jedle v oblasti LHC Písek. SVOČ, 1979, LF VŠZ Brno

JURČA, J. — CHROUST, J. a kol.: Racionalizace výchovy mladých lesních porostů. Praha, 1973

KANTOR, J.: Ústup jedle bělokoré z lesů střední Evropy. Časopis slezského muzea — series C (dendrologie), 27, 1978, 1, s. 1-12

KONŠEL, J.: Chřadnutí jedle. Čs. les, 14, 1933

LEIBUNDGUT, H.: Má pěstování lesů vinu na odumírání jedle? Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 125, 1974, č. 7, s. 476-484

MÁLEK, J.: Pěstovat nebo nepěstovat jedli bělokorou? Informace ÚHÚL Brandýs nad Labem, č. 1/2, s. 45-47

POKORNÝ, J.: Jedle bělokorá v našich lesích. Lesnická práce, 1974, s. 257-259

ŠINDELÁŘ, J.: Pokus o záchranu jedle bělokoré výběrem vhodných proveniencí. Lesnická práce, 53, 1974, č. 12, s. 535-538

VYSKOT, M.: Analýza vývoje mladší populace *Abies alba* Mill. ve skupině lesních typu Fageto-Quercetum abietinum pod vlivem různé fytotechniky. Závěrečná zpráva výzkumného úkolu. Brno, 1972

VYSKOT, M.: K problematice jedle. Lesnická práce, 54, 1975, č. 6, s. 271-275

ZAKOPAL, V.: Struktura porostů jako základní příčina hynutí jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) v našich lesích. Lesnictví, 24, 1977, č. 9

Krajská hygienická stanice České Budějovice: Sledování znečištění ovzduší Jihočeského kraje prachným spadem a kyslíčným siřičitým. Závěrečná zpráva. České Budějovice 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976 a 1977

Přehled lesních typů a jejich souborů v ČSR

Směrnice č. 34 ministerstva zdravotnictví o nejvyšších koncentracích nejzávažnějších škodlivin v ovzduší. Hygienické předpisy, svazek 30, Praha 1967

Lesní hospodářský plán pro období 1976—1985 pro LHC Klet

LHP pro období 1970—1979 pro LHC Písek

LHP pro období 1977—1986 pro LHC Prachovice

LHP pro období 1979—1988 pro LHC Vimperk

БРОЖ, А. (Lesní závod Tábor). Проблематика отмирания пихты в области Южночешских государственных лесов. *Lesnictví*, 28, 1982 (9) : 741-756.

Пихтовые насаждения в упомянутой области были оценены по модифицированной классификации Института лесоустройства, филиала Чешские Будейовице. Вычислены средние данные о состоянии здоровья пихтовых насаждений, а также другие статистические характеристики в отдельных лесохозяйственных единицах, возрастных группах, вегетационных лесных степенях, категориях эдафона, совокупностях лесных типов, в смешанных насаждениях пихты с различными лесными древесными породами и с учетом предыдущего ухода за насаждениями. Результаты проверялись путем испытаний статистических гипотез.

Среди результатов обнаружены некоторые зависимости, касающиеся почти всех лесохозяйственных единиц данной области. Относительно самое лучшее состояние здоровья пихты в третьей и в седьмой вегетационных степенях.

В работе приводится также состояние загрязнения воздуха промышленной пылью и двуокисью серы. Больше всего пораженные таким загрязнением местности в обследуемой области характерны самым худшим состоянием здоровья пихтовых насаждений.

В работе также вычислены качественные и финансовые потери в описываемой области, возникающие вследствие отмирания пихты (рубка отмирающих и отмерших деревьев), и предложены мероприятия для лучшего использования древесины.

Для обновления (при случае для перемены) пихтовников, с учетом орографических, гидрографических, климатических и почвенных условий, рекомендуются следующие заменяющие древесные породы: ель, бук, дуб, лиственница, сосна, дуглассия и пихта калифорнийская. Способ замены пихты этими древесными породами и дальнейший уход за ними также являются темой настоящей работы.

лесоводство; пихта; отмирание

BROŽ, A. (Lesní závod Tábor). *Fir Dying-off in the Area of South-Bohemian State Forests*. *Lesnictví*, 28, 1982 (9) : 741-756.

Fir stands in the given area were classified according to adapted classification of the Forest Management Institute, workplace at České Budějovice. Mean health conditions of fir stands were determined, along with other statistical characteristics of different forest estates, of age classes, vegetation forest tiers, edaphic categories, sets of forest types, in mixtures of fir with various woody plants, and with respect to previous tending. The results were checked by testing statistical hypotheses.

The results revealed certain dependences valid for all or almost all forest estates in the given area. The relatively best health condition of fir was observed in the third and seven vegetation forest tier.

The state of air pollution by dry deposition and sulphur dioxide is also given. The localities of the given area exposed to pollution in the greatest degree were found to have the worst health condition of fir stands.

Qualitative and financial losses caused by fir dying-off (logging of dying and dead trees) were calculated, and measures to be taken to utilize wood in a better manner have been proposed.

Substitutional tree species with respect to orographic, hydrographic, climatic and soil conditions to regenerate (or convert) fir stands have been proposed as follows: spruce, beech, oak, larch, pine, Douglas fir and grand fir. Modes of substitution of these woody plants for fir and their further growing are also treated. silviculture; fir; dying-off

BROŽ, A. (Lesní závod Tábor). *Problematik des Tannensterbens im Gebiet der Südböhmischen Staatswälder*. *Lesnictví*, 28, 1982 (9) : 741-756.

Die Tannenbestände des betreffenden Gebietes wurden nach der modifizierten Klassifikation der Forsteinrichtung (ÚHÚL, Zweigstelle České Budějovice) klassifiziert. Es wurden durchschnittliche Gesundheitszustände der Tannenbestände errechnet, ferner auch weitere statistische Charakteristiken in einzelnen Forstwirtschaftsganzen, in den Altersstufen, in den Waldvegetationsstufen, in edaphischen Kategorien, in Gesamtheiten von Waldtypen, in Bestandesmischungen der Weißtanne mit verschiedenen Holzarten und mit Rücksicht auf vorhergehende Erziehung erarbeitet. Die Ergebnisse wurden durch Testen statistischer Hypothesen überprüft.

In den Ergebnissen wurden einige Abhängigkeiten gefunden, die für alle oder für fast alle Forstwirtschaftszonen des Gebietes Gültigkeit haben. Der relativ beste Gesundheitszustand der Weißtanne wurde in der dritten und in der siebten Vegetationsstufe festgestellt.

In der Studie wird auch der Zustand der Luftverunreinigung durch Staub und durch Schwefeldioxid-Immissionen angeführt. Die am meisten durch diese Verunreinigung betroffenen Lokalitäten des Gebietes weisen auch den schlechtesten Gesundheitszustand der Weißtanne auf. In der Arbeit werden auch qualitative und finanzielle Verluste beziffert, zu denen es im betreffenden Gebiet im Zusammenhang mit dem Tannensterben kommt (Nutzung absterbender und abgestorbener Bäume) und es werden Maßnahmen zu einer besseren Ausnutzung des Holzes vorgeschlagen.

Für die Verjüngung (bzw. Umwandlung) von Tannenbeständen werden mit Hinblick auf orographische, hydrographische, klimatische und Bodenbedingungen folgende Ersatzholzarten vorgeschlagen: Fichte, Buche, Eiche, Lärche, Kiefer, Douglasie und *Abies grandis*. Die Arbeit befaßt sich auch mit der Weise, wie die Tanne durch diese Holzarten ersetzt werden soll und wie sie weiter gepflegt werden sollen.

Waldbau; Weißtanne; Tannensterben

BROŽ, A. (Lesní závod Tábor). *La problématique relative au dépérissement du sapin dans la zone des forêts d'Etat de la Bohême méridionale*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 741-756.

Les peuplements de la zone intéressée ont été classés selon la classification modifiée de l'Institut pour l'aménagement des forêts, succursale à České Budějovice. On a calculé les états sanitaires moyens des peuplements de sapin, aussi bien que les caractéristiques statistiques ultérieures dans les cantons forestiers économiques particuliers, dans les catégories d'âge, les étages forestiers de végétation, les catégories édaphiques, les populations des types forestiers, dans les mélanges de sapin et de différentes essences et compte tenu de l'éducation antérieure. Les résultats étaient vérifiés par le testage des hypothèses statistiques.

Dans les résultats on a trouvé certaines dépendances valables pour tous, ou presque pour tous les cantons économiques forestiers de la zone intéressée. L'état sanitaire relativement le meilleur du sapin se trouve dans le troisième et le septième étage forestier de végétation.

Dans l'étude je signale aussi l'état de pollution de l'atmosphère par la retombée de la poussière et l'anhydride sulfureux. Les localités de la zone intéressée, attaquées le plus par cette pollution, accusent également l'état sanitaire le plus mauvais des peuplements de sapin.

Dans le travail on chiffre aussi les pertes qualitatives et financières dans la zone intéressée qui ont lieu par suite du dépérissement du sapin (exploitation des arbres en voie de dépérissement et des arbres dépérissés), tout en proposant les mesures permettant une meilleure utilisation du bois.

Pour la régénération (respectivement la transformation) des peuplements de sapin sont proposées, compte tenu des conditions orographiques, hydrographiques, climatiques et de sol, les essences de substitution suivantes: l'épicéa, le hêtre, le chêne, le pin, le sapin de Douglas et le sapin géant (élancé). Le travail s'occupe aussi du mode de remplacement du sapin par ces essences et de la culture ultérieure de ces dernières.

culture des forêts; sapins; dépérissement

Adresa autora:

Ing. Antonín Brož, Lesní závod Tábor, lesní správa Chotoviny, Zavadilská 2095, 390 01 Tábor

HODNOTENIE RASTU A ZDRAVOTNÉHO STAVU TOPOLOV V BLÍZKOSTI PRIEMYSELNÝCH ZÁVODOV

Š. Kohán

KOHÁN, Š. (Výskumná stanica VÚLH, Košice). *Hodnotenie rastu a zdravotného stavu topoľov v blízkosti priemyselných závodov*. Lesníctví, 28, 1982 (9) : 757-772.

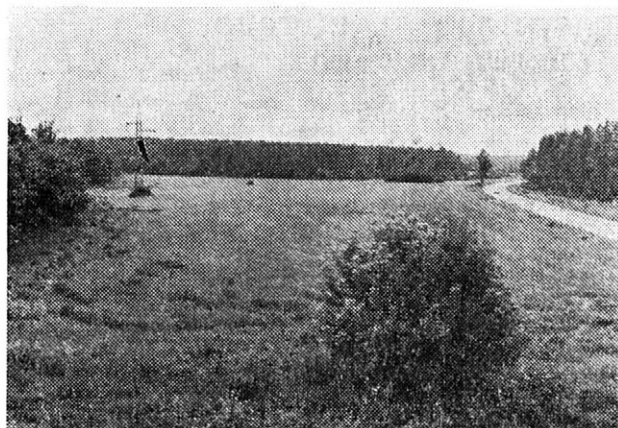
V práci sa hodnotí rast a zdravotný stav topoľových porastov, nachádzajúcich sa v oblasti Východoslovenských železiarní, ovplyvnenej priemyselnými exhaláciami. Výsledky výskumu ukázali, že zo sledovaných topoľov najlepší rast a zdravotný stav, ako aj najvyššiu produkciu dreva dáva topoľ 'T-214'. Za ním nasledujú topoľe 'Robusta', 'Gelrica' a 'Marilandica', kým najhoršie výsledky dáva 'Serotina'. Celoplošná mechanická kultivácia pôdy v daných podmienkach priaznivo vplýva na rast, hmotovú produkciu a na zdravotný stav topoľov 'T-214' a 'Robusta'. Zo sledovaných topoľov možno predbežne odporučiť na pestovanie v širšom okruhu priemyselných závodov najmä odrody 'T-214' a 'Robusta'. Vo vlastnom susedstve prichádzajú do úvahy ďalšie, predovšetkým samčie klony, ktoré neboli na uvedených výskumných plochách sledované.

topole; imisné oblasti; produkcia dreva

Topole sa až donedávna pestovali najmä s cieľom zvýšiť drevnú produkciu a boli takto našej verejnosti známe ako rýchlorastúce dreviny, čiže producenty dreva. Značné zmeny, ktoré technický a ekonomický rozvoj v mnohých krajinách sveta spôsobil, vyžadujú však hodnotiť topole komplexne, s ohľadom na ich celospoločenské funkcie. Niektoré euroamerické odrody, ako aj balzamové topole, resp. ich krížence s čiernym topoľom, sa okrem intenzívneho rastu a vysokej drevnej produkcie vyznačujú aj takými vlastnosťami, ktoré ich umožňujú využívať aj pri ochrane a zlepšovaní životného prostredia, narušeného práve vysokým stupňom technizácie. Medzi tieto priaznivé vlastnosti topoľov patrí najmä ich odolnosť voči priemyselným exhaláciám, značný filtračný účinok, ako aj vysoká fytoncidná aktivita.

Odolnosť topoľov proti priemyselným imisiám sa v poslednej dobe úspešne využíva pri zakladaní trvalej zelene v oblasti veľkých priemyselných centier. V okolí Düsseldorfu, ktoré patrí medzi priemyselne najviac vyvinuté oblasti sveta, dominujú v účelových ochranných výsadbách práve topole. Tamajšie pozorovania a merania potvrdili, že topole dobre odolávajú vplyvom rozličných exhalácií a majú aj značný filtračný účinok (L a n g e 1965). Podobné výsledky sa dosiahli pri použití topoľov v ochranných účelových výsadbách aj v iných krajinách (G ü n t h e r 1956, K e r e s z t e s i 1968).

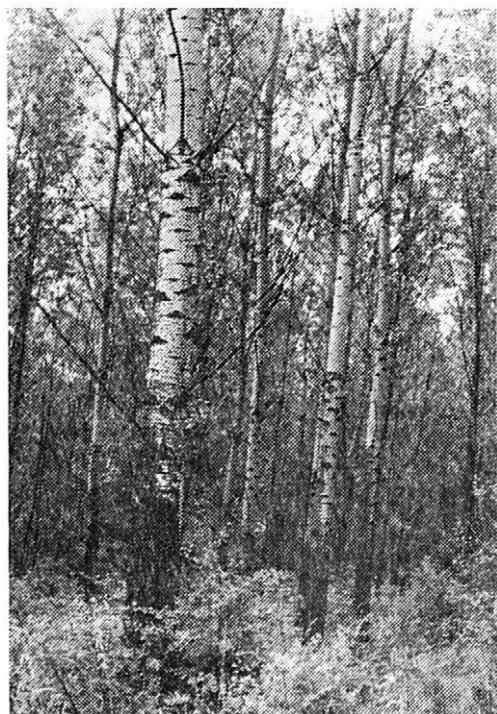
Filtračný účinok topoľov sa okrem viazania nečistôt prejavuje aj v tom, že sú schopné tlmiť zvuk, ktorý pri prekročení hodnoty 70 decibelov [dB] je pre zdravie človeka škodlivý a môže vyvolávať rozličné choroby srdca, ciev, krvného obehu atď. Výsledky meraní ukázali, že napr. už dvojradová topoľová výsadba o výške 7 m znižuje hluk v priemere o 19 decibelov [dB]. Z uvedených priaznivých vlastností topoľov



1. Celkový pohľad na topoľové výsadby v areáli VSŽ Košice. V pozadí porast topoľa 'I-214'. — General view of poplar plantation in the area of the East Slovakian Iron and Steel Works at Košice. In the background the stand of 'I-214' poplar

vyplýva, že robia veľmi dobré služby v obvodě veľkých priemyselných závodov aj so zreteľom na zníženie hluku (Sadowski, Vodzinský 1959).

Fytoncidná aktivita topoľov, ako aj niektorých ďalších drevín, sa prejavuje v tom, že ich listami a púčikmi vylúčené látky, tzv. fytoncidy, sú schopné zničiť vo vzduchu sa nachádzajúce škodlivé mikroorganizmy. Takto je pochopiteľné, že kým napr. 1 m³ vzduchu obsahuje v mestskom znečistenom ovzduší 30 000 až 40 000 mikroorganizmov,



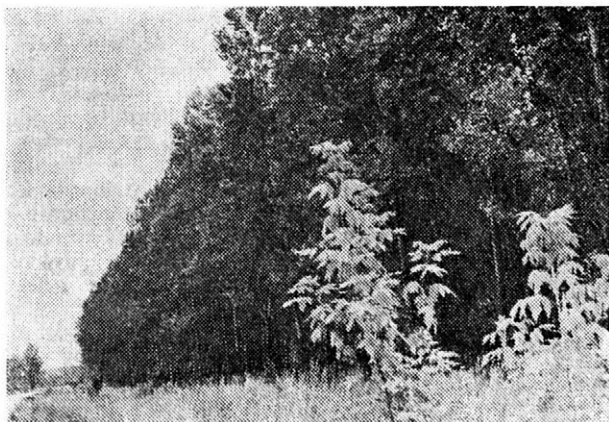
2. Interiér porastu topoľa 'I-214' (18 rokov). — Interior of the stand of 'I-214' poplar (18 years)

v porastoch zložených z drevín s vysokou fytoncidnou aktivitou sa ich počet znižuje na 300 až 400 v 1 m³ vzduchu. Použitie topoľov pri vytváraní trvalej zelene je plne odôvodnené aj z uvedených dôvodov (Keresztesi 1968).

S problematikou využitia topoľov pri rekultivácii a ochrannom zalesňovaní v našich pomeroch sa zaoberali Vojtuš, Mottl (1978). Na základe najnovších výsledkov výskumu navrhujú pre vytvorenie trvalej zelene vhodné odrody čiernych a balzamových topoľov, resp. ich krížencov. Zároveň poukazujú na dôležitosť vykonania potrebných agrotechnických a biotechnických opatrení. S otázkou ochrannej zelene v okolí VSŽ Košice sa zaoberali Jízdny (196) a Kohán (1972).

Topoľové porasty v oblasti Východoslovenských železiarní (VSŽ) tvoria súčasť nížinných lesov, ležiacich na Košickej nížine. Prevažná časť týchto topoľových porastov vytvára ochrannú účelovú

3. Celkový pohľad na porast topoľa 'Robusta'. — General view of the stand of 'Robusta' poplar



zeleň v obvode VSŽ a bola založená po započatí výstavby prevádzok, t. j. od roku 1961. Prehľad základných údajov nížinných lesov podáva tabuľka I, v ktorej okrem zastúpenia drevín uvádzame aj údaje o priemernej bonite a priemernom zakmenení, o zásobe, ako aj o ťažbe (v m³ a v %) podľa jednotlivých drevín. O plošnom zastúpení drevín podľa vekových stupňov nás informuje tabuľka II. Z uvedených tabuliek vidieť, že okrem šľachtených topoľov sú v týchto porastoch zastúpené aj borovica sosna, dub, agát, javor jasanolistý a v nepatrnom rozsahu aj hrab, lipa a jelša. Celková výmera porastnej plochy činí v súčasnosti 484 ha, pričom najvyššie plošné (284,93 ha), ako aj percentuálne (58,87 %) zastúpenie majú šľachtené topole. Najvyššiu zásobu má dub, čo úzko súvisí s jeho vyšším vekom. Naproti tomu sú topoľové porasty zastúpené iba v mladších vekových stupňoch.

Výsledky hodnotenia produkčných pomerov svedčia o veľkej a rýchlej produkcii topoľov. Hoci ich zastúpenie činí v danej oblasti 58,87 %, ich podiel na celkovej ťažbe dosahuje 95,49 %. V prípade duba sa predpisuje iba predrubná ťažba, ktorá predstavuje len 0,85 % celkovej ťažby. Naproti tomu jeho zastúpenie je až 32,20 %. Táto skutočnosť sa vysvetľuje pomerne malým podielom porastov nižších vekových stupňov tejto dreviny, v ktorých sú aktuálne prebierkové zásahy. Rubné ťažby sa v dubových porastoch neplánujú preto, lebo tieto porasty ešte nedosiahli rubný vek. Podiel agátu na celkovej ťažbe dosahuje 3,62 %, kým jeho zastúpenie činí 5,04 %.

Škodlivý vplyv exhalácií (najmä SO₂, SO₃, CO) v širšom obvode Východoslovenských železiarní sa doteraz najmarkantnejšie prejavoval na ihličňanoch. Pokles výškového a hrúbkového prírastku ako aj odumieranie jedincov boli najvýraznejšie v prípade jedle a smreka. Na porastoch borovice sosny sa negatívny vplyv exhalácií prejavoval najmä zrednutím ihličia. Zníženie prírastku a proces odumierania boli však menej výrazné. Zo sledovaných listnáčov sa voči exhaláciám dobrou odolnosťou vyznačovali predovšetkým dub a agát. Naproti tomu lipa sa ukázala ako citlivá drevina voči exhaláciám. Výsledky doterajších pozorovaní ukázali, že vyššia koncentrácia exhalátov urýchľuje proces odumierania. Podobne aj dlhodobé pôsobenie a tým hromadenie exhalácií v asimilačných orgánoch pôsobí predčasné odumieranie jedincov, citlivých voči exhaláciám.

Cieľom nášho príspevku je zhodnotiť rast, objemovú produkciu dreva, ako aj zdravotný stav odrôd 'I-214', 'Robusta', 'Gelrica', 'Marilandica' a 'Serotina', pestovaných v bezprostrednej blízkosti VSŽ na výskumných plochách. Pre úplnosť treba však uviesť, že v zmysle hygienických požiadaviek sa v intravilánoch majú vysadzovať iba samčie topole, čiže zo sledovaných topoľov 'Robusta', 'Gelrica' a 'Serotina'. Naproti tomu samičie topole (v danom prípade 'I-214' a 'Marilandica') sa v intravilánoch neodporúčajú pestovať. Široké uplatnenie pri ochrannom zalesňovaní okolo priemyselných závodov majú aj balzamové topole a ich hybridy s čiernym topoľom. Takéto topole sa však v skúmanej oblasti nevysadzovali, a preto sme ich nemohli ani sledovať a vyhodnocovať.

Porasty, v ktorých sa uvedené výskumné plochy nachádzajú, boli založené v spone 3 X 3 m, po celoplošnej mechanickej príprave pôdy. V prvých troch rokoch po založení porastov sa pôda celoplošne ošetrovala, kým v ďalších troch rokoch sa vykonalo iba individuálne ošetrovanie topoľov, a to okopávaním. V uvedenom období sa uskutočnila aj úprava korún a okliešňovanie topoľov. Biometrické meranie topoľov sa robilo v 18., resp. v 19. roku. Do uskutočnenia merania sa na všetkých plochách vykonali dva prebierkové zásahy. Prvý zásah mal v každom prípade selektívny charakter (s odstránením potlačených, chorých, resp. odumierajúcich jedincov), kým druhý zásah sa robil schematicky, s výberom každého druhého radu v diagonále. Ako to vyplýva z tabuľky III, intenzita zásahov sa pohybovala v rozpätí od 56,8 % do 61,3 %, čím sa pôvodný počet stromov (1111 ks na ha) znížil na 430 až 472 ks na ha. Znížením počtu stromov sa úmerne zväčšili priemerný spon a rastová plocha v medziach od 4,6 X 4,6 do 4,8 X 4,8 m, resp. od 20,83 do 23,25 m².

Okrem jednotlivých odrôd hodnotíme aj vplyv celoplošnej mechanickej prípravy — kultivácie pôdy na rast, objemovú produkciu a zdravotný stav porastov topoľa 'I-214' a 'Robusta' na paralelných výskumných plochách. Na jednej z uvedených výskumných plôch sa topole vysadzovali bez celoplošnej mechanickej prípravy pôdy jamkovou sadbou v spone 3 X 3 m. Ostatné pestovné opatrenia sa vykonávali v podstate rovnakým spôsobom na oboch paralelných plochách. Pri počtárskom spracovaní materiálu sme zisťovali hlavné taxačné veličiny (strednú výšku, strednú hrúbku, objem stredného kmeňa, zásobu, celkovú objemovú produkciu a priemerné prírastky). Hmotu hrubiny sme vypočítali podľa hmotových tabuliek Korsuňa (1967). Rozšírenie významnejších škodcov, resp. chorôb, sme vyjadrili stupňami 0—4 (0 — bez znakov napadnutia, 1 — úplne ojedinelý výskyt, 2 — slabý výskyt, 3 — častý výskyt, 4 — silný výskyt na všetkých jedincoch s nevyhnutnou likvidáciou).

POPIS STANOVIŠTNÝCH POMEROV

Hodnotené výskumné plochy ležia v oblasti Košickej nížiny na území LZ Jasov, ktorý obhospodaruje aj všetky nížinné lesy v areáli Východoslovenských železiární. Topoľové porasty a výskumné plochy sa nachádzajú v I. topoľovej oblasti. Z klimatickej stránky možno túto oblasť charakterizovať ako teplú, mierne vlhkú, s chladnou zimou (Konček, Petrovič 1957). Priemerná ročná teplota, zistená za dlhoročné pozorovacie obdobie (1931—1960) na meteorologickej stanici Košice (letisko) je 8,7 °C, kým vo vegetačnom období 15,7 °C. Priemerný úhrn ročných zrážok dosahuje 636 mm, vo vegetačnom období 410 mm. Na zrážky sú najbohatšie letné mesiace jún, júl, august, avšak s ohľadom na ich prívalový charakter ich vegetácia nemôže v plnej miere využívať. V predmetnej oblasti sú teda po stránke klimatickej vhodné podmienky na pestovanie topoľov.

Z hydrologickej stránky patrí celé územie do povodia Hornádu. Dôležitejšími prítokmi Hornádu v tejto oblasti sú jednak rieka Torysa, jednak Belžanský, Sokoľanský a Idanský potok.

I. Prehľad základných údajov nížinných lesov podľa drevín. — Survey of basic data on lowland forests according to tree species

Dreviny	Zastúpenie drevín		Priemerná bonita	Priemerné zakmenenie	Zásoba m ³ s. k.	Ťažba rubná		Ťažba predrubná		Ťažba spolu	
	v ha	v %				v m ³	v %	v m ³	v %	v m ³	v %
bo	5,56	1,15	3,0	0,65	433	—	—	—	—	—	—
db	155,83	32,20	4,2	0,66	31 695	—	—	95	0,86	95	0,85
hb	4,67	0,96	5,0	0,70	548	—	—	—	—	—	—
jv	5,52	1,14	5,6	0,99	—	—	—	—	—	—	—
ag	24,40	5,04	5,7	0,94	3 008	—	—	405	3,68	405	3,62
jl	0,56	0,12	3,0	0,76	40	—	—	5	0,05	5	0,04
lp	2,53	0,52	3,1	0,76	—	—	—	—	—	—	—
tpš	284,93	58,87	6,8	0,85	25 274	200	100,0	10 489	95,41	10 689	95,49
Spolu	484,00	100,00	—	—	60 998	200	100,0	10 994	100,0	11 194	100,00

II. Plošné zastúpenie drevín podľa vekových stupňov. — Areal representation of tree species according to age tiers

Dreviny		Vekové stupne									Spolu	
		1—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90		91—100
bo	% %	2,28 6,28	1,31 0,55	0,20 0,45	—	—	—	—	—	1,77 3,01	—	5,56 1,15
ihl. Spolu	ha %	2,28 6,28	1,31 0,55	0,20 0,45	—	—	—	—	—	1,77 3,01	—	5,56 1,15
db	ha %	1,16 3,20	1,74 0,73	8,60 19,20	—	—	—	18,59 56,92	12,43 100,00	57,07 96,99	56,24 94,17	155,83 32,20
hb	ha %	—	—	—	—	—	—	1,19 6,44	—	—	3,48 5,83	4,67 0,96
jv	ha %	—	—	5,52 12,32	—	—	—	—	—	—	—	5,52 1,14
ag	ha %	—	—	11,52 25,72	—	—	—	12,88 39,44	—	—	—	24,40 5,04
jl	ha %	—	0,56 0,23	—	—	—	—	—	—	—	—	0,56 0,12
lp	ha %	1,22 3,36	1,31 0,55	—	—	—	—	—	—	—	—	2,53 0,52
tpš	ha %	31,60 87,14	234,38 97,94	18,95 42,31	—	—	—	—	—	—	—	284,93 58,87
list. Spolu	ha %	33,98 93,72	237,99 99,45	44,59 99,55	—	—	—	32,66 100,00	12,43 100,00	57,07 96,99	59,72 100,00	478,44 98,85
Celkom ihl. + lis.	ha %	36,26 100,00	239,30 100,00	44,79 100,00	—	—	—	32,66 100,00	12,43 100,00	58,84 100,00	59,72 100,00	484,00 100,00

III. Prehľad zmeny počtu stromov, sponu a rastovej plochy v závislosti od výchovných zásahov. — Survey of changes in tree number, spacing and growth area in dependence on tending measures

Č. pl.	Dielec	Odroda	Vek	Počet stromov na ha	Priemerný spon m	Rastová plocha m ²	Intenzita	Počet
							prebierkových zásahov	
1.	310a	'I-214'	1	1111	3,0 × 3,0	9,00	—	—
			18	430	4,8 × 4,8	23,25	61,3	2
2.	310a	'Robusta'	1	1111	3,0 × 3,0	9,00	—	—
			18	435	4,8 × 4,8	22,98	60,9	2
3.	311b	'Gelrica'	1	1111	3,0 × 3,0	9,0	—	—
			19	480	4,6 × 4,6	20,83	56,8	2
4.	311b	'Marilandica'	1	1111	3,0 × 3,0	9,00	—	—
			19	456	4,7 × 4,7	21,93	59,0	2
5.	311b	'Serotina'	1	1111	3,0 × 3,0	9,00	—	—
			19	472	4,6 × 4,6	21,18	57,6	2

Po geologickej stránke sú zastúpené prevažne nivné uloženiny. Pedologicky prevládajú glejové pôdne typy na aluviálnych naplaveninách, s hlboko položenou hladinou podzemnej vody (okolo 3 m, aj nižšie). Zrnitostne sú to pôdy stredne ťažké hlinité, minerálne stredne silné a vykazujú mierne kyslé až neutrálnu reakciu. Podľa obsahu humusu prevažujú pôdy mierne až stredne humózne.

Typologicky boli výskumné plochy zaradené do skupiny lesných typov *Carpineto-Quercetum* (Hančinský 1977). Pre budovanie kanálov a ostatných podzemných sietí však hladina podzemnej vody postupne klesá a takto je pre topole stále menej prístupná a využiteľná. Pre zlepšenie vlhovej bilancie pôdy má významnú úlohu najmä sústavné celoplošné obrábanie pôdy, čo je predpokladom úspešného pestovania topoľov v tejto oblasti.

ROZBOR DOSIAHNUTÝCH VÝSLEDKOV

VÝŠKOVÝ A HRÚBKOVÝ RAST TOPOĽOV

Prehľad rastových údajov jednotlivých sledovaných odrôd v absolútnych hodnotách, ako aj v percentuálnom vyjadrení je uvedený v tabuľke IV. Pri percentuálnom vyjadrení sa za 100 % považuje príslušná hodnota najhoršie rastúcej odrody. Okrem strednej výšky, strednej hrúbky a kruhovej plochy na 1 ha sú v tejto tabuľke zachytené aj priemerné ročné prírastky.

Sledovanie rastových údajov jednotlivých odrôd ukazuje, že najväčšiu strednú výšku, strednú hrúbku a kruhovú plochu na ha, ako aj priemerný ročný výškový a hrúbkový prírastok vykazuje topoľ 'I-214'. Za ním nasledujú odrody 'Robusta', 'Gelrica' a 'Marilandica', kým posledné miesto zaujíma topoľ 'Serotina'. Vyššia kruhová plocha na ha

IV. Prehľad rastových údajov rozličných odrôd topoľov. — Survey of growth data on different poplar cultivars

Č. pl.	Dielec	Odroda	Vek	Stredná výška m	PP výškový		Stredná hrúbka cm	PP hrúbkový		Kruhovú plocha m ² /ha	PP na kruh. ploche	
					m	%		cm	%		m ² /ha	%
1.	310a	'I-214'	18	23,76	1,32	151,7	25,28	1,40	138,6	21,844	1,213	166,2
2.	310a	'Robusta'	18	22,34	1,24	142,5	21,26	1,18	116,8	16,008	0,889	121,8
3.	311b	'Gelrica'	19	20,36	1,07	122,9	21,39	1,13	111,8	17,760	0,935	128,1
4.	311b	'Marilandica'	19	18,16	0,96	110,3	20,60	1,08	106,9	15,413	0,811	111,1
5.	311b	'Serotina'	19	16,47	0,87	100,0	19,19	1,01	100,0	13,877	0,730	100,0

V. Prehľad produkcie dreva rozličných odrôd topoľov. — Survey of wood production of different poplar cultivars

Č. pl.	Dielec	Odroda	Vek	Zásoba	Objem prebierok	Celková produkcia dreva	CPP hmotový		Objem stredného kmeňa	PP hmotový stredného kmeňa	
				m ³ /ha			m ³ /ha	%	m ³	m ³	%
1.	310a	'I-214'	18	206,4	50,3	256,7	14,3	269,8	0,480	0,0267	293,4
2.	310a	'Robusta'	18	142,2	38,9	181,1	10,1	190,5	0,327	0,0182	200,0
3.	311b	'Gelrica'	19	142,1	24,6	166,7	8,8	166,0	0,296	0,0156	171,0
4.	311b	'Marilandica'	19	102,1	19,2	121,3	6,4	120,7	0,224	0,0118	129,7
5.	311b	'Serotina'	19	81,6	18,5	100,1	5,3	100,0	0,173	0,0091	100,0

VI. Porovnanie rastu a produkcie dreva topoľov pri rozličnom spôsobe prípravy pôdy.
— Comparison of the growth and volume production of poplars after various modes of soil preparation

Odroda		'I-214'		'Robusta'	
Dielec		307a	310a	309b	310a
Spôsob prípravy pôdy		jamková	celoplošná	jamková	celoplošná
Stredná výška	m	20,88	23,76	18,96	22,34
PP výškový	m	1,16	1,32	1,05	1,24
	%	100,00	113,8	100,00	118,1
Stredná hrúbka	cm	19,92	25,28	18,90	21,26
PP hrúbkový	cm	1,11	1,40	1,05	1,18
	%	100,00	126,1	100,00	112,4
Celková produkcia dreva	m ³ /ha	175,4	256,7	161,6	181,1
CPP hmotový	m ³ /ha	9,7	14,3	8,9	10,1
	%	100,00	147,4	100,00	113,5
Objem stredného kmeňa	m ³	0,287	0,480	0,200	0,327
PP hmotový stredného kmeňa	m ³	0,016	0,027	0,011	0,018
	%	100,00	168,7	100,00	163,6

v prípade topoľa 'Gelrica' v porovnaní s topoľom 'Robusta' sa vysvetľuje vyšším počtom jedincov v príslušnom veku. Ak považujeme príslušné hodnoty topoľa 'Serotina' za 100 %, potom topoľ 'I-214' má o 51,7 % lepší priemerný výškový a o 38,6 % väčší priemerný hrúbkový prírastok, než topoľ 'Serotina'. Ešte väčší je rozdiel medzi uvedenými odrodami s ohľadom na kruhovú plochu na ha, ktorý činí v percentuálnom vyjadrení v prospech topoľa 'I-214' 66,2 %. Zistené poradie zodpovedá v podstate aj výsledkom, ktoré sa dosiahli na populeťách sledovaných v jednotlivých oblastiach Slovenska.

Na paralelných výskumných plochách s topoľmi 'I-214' a 'Robusta' sme sledovali a hodnotili aj vplyv celoplošnej mechanickej prípravy pôdy na rast uvedených odrôd rovnakého veku, t. j. v 18. roku. Výsledky vyhodnotenia nájdeme v tabuľke VI. Pri percentuálnom porovnaní sa za 100 % považuje príslušná veličina sledovaného topoľa na ploche, ktorá bola založená jamkovou sadbou, bez celoplošnej prípravy pôdy. Výsledky hodnotenia ukázali, že celoplošná príprava pôdy mala priaznivý vplyv tak na výškový, ako aj na hrúbkový rast sledovaných dvoch odrôd. Topoľ 'I-214' napr. vykazuje na celoplošne pripravenej pôde o 13,8 % lepší výškový a o 26,1 % väčší hrúbkový prírastok, než na nepripravenej pôde. Podobne aj topoľ 'Robusta' reagoval na celoplošnú prípravu pôdy zväčšením výškového (o 18,1 %), ako aj hrúbkového (o 12,4 %) prírastku. Priaznivý vplyv celoplošnej prípravy pôdy na výškový a hrúbkový rast uvedených dvoch odrôd, pestovaných v danej oblasti ovplyvnenej priemyselnými exhaláciami, sme overili aj testovaním na strednú výšku a na strednú hrúbku topoľov. Ako to vyplýva z tabuľ-

VII. Výsledky testovania pri rozličnom spôsobe prípravy pôdy. — Results of tests performed for various modes of soil preparation

Dielec	Odroda	Spôsob prípravy	Stredná výška v m	Stredná hrúbka v cm	Objem stredného kmeňa v m ³ /ha	<i>t</i>	<i>ta/2; f</i>	Štatistická významnosť rozdielu
Testovanie na strednú výšku								
307a	'I-214'	jamková	20,88	—	—	1,96	16,11	významná
310a	'I-214'	celoplošná	23,76	—	—			
309b	'Robusta'	jamková	18,96	—	—	1,96	30,91	významná
310a	'Robusta'	celoplošná	22,34	—	—			
Testovanie na strednú hrúbku								
307a	'I-214'	jamková	—	19,92	—	1,96	13,84	významná
310a	'I-214'	celoplošná	—	25,28	—			
309b	'Robusta'	jamková	—	18,90	—	1,96	8,88	významná
310a	'Robusta'	celoplošná	—	21,26	—			
Testovanie na objem stredného kmeňa								
307a	'I-214'	jamková	—	—	0,287	1,96	16,61	významná
310a	'I-214'	celoplošná	—	—	0,480			
309b	'Robusta'	jamková	—	—	0,200	1,96	18,14	významná
310a	'Robusta'	celoplošná	—	—	0,327			

ky VII, rozdiely vo výškovom a v hrúbkovom raste sú štatisticky významné. So zreteľom na zvolenú 5% hladinu významnosti, môžeme s 95% istotou tvrdiť, že lepší výškový a hrúbkový rast topoľov na celoplošne pripravenej pôde je dôsledkom vykonania uvedeného agrotechnického zásahu.

Z celkového hodnotenia výškového a hrúbkového rastu topoľov pestovaných v prostredí znečistenom priemyselnými exhaláciami vyplýva, že najlepší výškový a hrúbkový rast vykazuje topoľ 'I-214', potom nasledujú odrody 'Robusta', 'Gelrica', 'Marilandica', kým posledné miesto v tomto ohľade zaujíma topoľ 'Serotina'. Súčasne sa dokázalo, že celoplošná mechanická príprava pôdy priaznivo vplyva v daných podmienkach tak na výškový, ako aj na hrúbkový prírastok topoľov 'I-214' a 'Robusta'. Táto skutočnosť zároveň upozorňuje na nutnosť celoplošnej prípravy pôdy pri topoľových porastoch nachádzajúcich sa v obvodoch veľkých priemyselných závodov.

PRODUKCIA DREVA A HMOTOVÉ PRÍRASTKY

Pri hodnotení výsledkov pestovania jednotlivých odrôd topoľov v oblasti priemyselných závodov má veľký význam aj produkcia dreva. Údaje o zásobe, o zásobe prebierok, ako aj o celkovej produkcii na 1 ha jednotlivých sledovaných odrôd sú uvedené v tabuľke V, kde nájdeme aj hodnoty priemerného ročného prírastku a objemu stredného kmeňa.

Porovnanie jednotlivých sledovaných odrôd ukazuje, že najvyššiu zásobu, celkovú produkciu, najväčší priemerný hmotový prírastok na ha, ako aj maximálny objem stredného kmeňa vykazuje v danom veku topoľ 'I-214'. Naproti tomu najnižšie boli uvedené hodnoty v prípade topoľa 'Serotina'. Kým napr. topoľ 'Serotina' dosahuje v 19. roku celkovú produkciu $100,1 \text{ m}^3$ na 1 ha, resp. priemerný hmotový prírastok $5,3 \text{ m}^3$ na 1 ha, činia tieto veličiny v prípade topoľa 'I-214' v 18. roku $256,7 \text{ m}^3$ (celková produkcia), resp. $14,3 \text{ m}^3$ (priemerný hmotový prírastok) na 1 ha.

Na percentuálne porovnanie produkčnej schopnosti jednotlivých odrôd v daných podmienkach sa osvedčilo najmä hodnotenie priemerného ročného hmotového prírastku. Ak priemerný ročný hmotový prírastok topoľa 'Serotina' považujeme za 100 %, potom hodnota priemerného hmotového prírastku topoľa 'Marilandica' činí 120,7 %, topoľa 'Gelrica' 166,0 %, topoľa 'Robusta' 190,5 %, kým v prípade topoľa 'I-214' s najvyšším priemerným hmotovým prírastkom dosahuje až 269,8 %. Z uvedeného vyplýva, že napr. pestovaním topoľa 'I-214' možno dosiahnuť v daných podmienkach takmer trojnásobne väčší priemerný hmotový prírastok na 1 ha, než napr. pri pestovaní topoľa 'Serotina'. Tento rozdiel sa ešte markantnejšie prejavuje pri porovnaní a hodnotení objemu stredného kmeňa, resp. priemerného ročného prírastku na nej. Topoľ 'I-214' dáva takto nielen väčší hmotový prírastok, ale produkuje zároveň aj kmene s vyššou hmotnosťou, ktoré reprezentujú cennejšie sortimenty. Uvedené poradie sa nemení ani vtedy, ak uvažujeme s hmotnosťou sušiny jednotlivých odrôd na 1 ha.

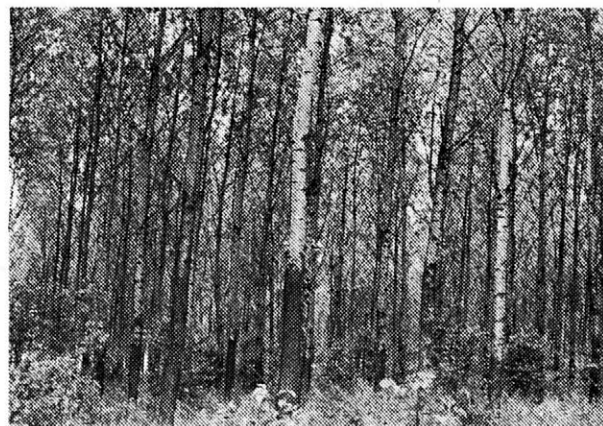
Pre úplnosť treba ešte uviesť, že zistené poradie sledovaných odrôd podľa produkcie dreva, resp. priemerného hmotového prírastku zodpovedá v podstate výsledkom, ktoré sa dosiahli napr. na populeťách v oblasti Východoslovenskej nížiny. Pokiaľ sa však týka rozdielov medzi jednotlivými odrodami so zreteľom na produkciu dreva, resp. na priemerný hmotový prírastok, sú tieto podstatne väčšie v oblasti ovplyvnenej priemyselnými exhaláciami, než v ostatných nížinných oblastiach Slovenska. Táto skutočnosť vyplýva predovšetkým z toho, že niektoré odrody, najmä však odrody s nižšou produkciou dreva (ako napr. 'Serotina'), reagujú na priemyselné exhalácie podstatne intenzívnejším znížením prírastkov, než iné odrody (napr. 'I-214'). Táto okolnosť nás upo-



4. Interiér porastu topoľa 'Robusta' (18 rokov). — Interior of the stand of 'Robusta' poplar (18 years)



5. Celkový pohľad na porast topoľa 'Gelrica'. — General view of the stand of 'Gelrica' poplar



6. Interiér porastu topoľa 'Gelrica' (19 rokov). — Interior of the stand of 'Gelrica' poplar (19 years)



7. Celkový pohľad na porast topoľa 'Marilandica' (19 rokov). — General view of the stand of 'Marilandica' poplar (19 years)

zorňuje na dôležitosť voľby vhodných odrôd pre výsadbu v oblastiach ovplyvnených priemyselnými exhaláciami.

Podobne ako výškový a hrúbkový rast, hodnotili sme aj produkciu dreva, priemerný hmotový prírastok a objem stredného kmeňa topoľov 'I-214' a 'Robusta' pri rozličnom spôsobe prípravy pôdy. Z tabuľky

VI vyplýva, že celoplošná príprava pôdy pozitívne vplývala aj na produkciu dreva a na hmotový prírastok uvedených dvoch odrôd. Výsledky šetrenia sme overili aj testovaním na objem stredného kmeňa topoľov 'I-214' a 'Robusta' (tabuľka VII).

Celkové hodnotenie produkcie dreva a priemerného hmotového prírastku jednotlivých sledovaných odrôd ukázalo, že sa v danej oblasti, ovplyvnenej priemyselnými exhaláciami, najvyššou produkciou dreva a hmotovým prírastkom vyznačuje topoľ 'I-214', kým najhorším v tomto ohľade je 'Serotina'. Poradie sledovaných odrôd zodpovedá v podstate výsledkom, ktoré sa dosiahli na populatách v oblasti Východoslovenskej nížiny. Súčasne sa dokázalo, že celoplošná príprava pôdy pozitívne vplýva na hmotový prírastok topoľov 'I-214' a 'Robusta'. Táto skutočnosť nás upozorňuje na to, že pri zakladaní účelových topoľových výsadiieb v oblasti veľkých priemyselných závodov, ovplyvnených priemyselnými exhaláciami, je potrebné vykonávať uvedené agrotechnické opatrenia.

ZDRAVOTNÝ STAV

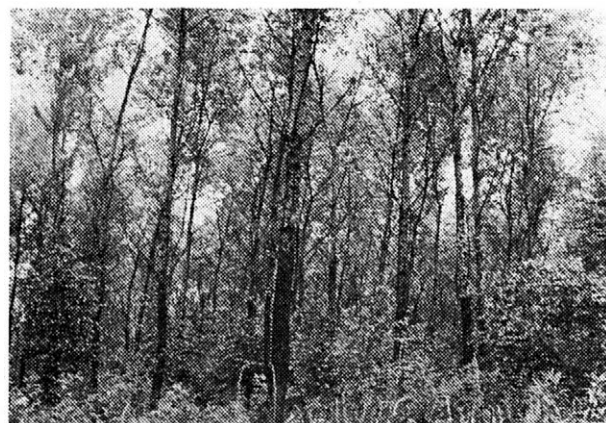
Hodnotenie rozličných odrôd pri pestovaní topoľov v oblasti priemyselných závodov vyžaduje, aby sa okrem rastových pomerov a produkcie dreva hodnotil aj ich zdravotný stav. So zreteľom na kalamitné rozšírenie niektorých škodcov a chorôb topoľov v nedávnej minulosti má hodnotenie zo zdravotnej stránky veľký význam. Pri hodnotení zdravotného stavu si však musíme uvedomiť, že v danom prípade ide o prostredie, ktoré je ovplyvnené priemyselnými exhaláciami.

Prehľad o výskyte významnejších škodcov a chorôb podľa jednotlivých odrôd, resp. spôsobov prípravy pôdy, udáva tabuľka VII. Z tabuľky vidieť, že hnedý miazgotok, ktorý je v súčasnosti najnebezpečnejšou chorobou topoľov na Slovensku, sa v najväčšom rozsahu vyskytuje na topoľoch 'Robusta', 'Gelrica' a 'Serotina', kým na topoľoch 'I-214' a 'Marilandica' sa buď nevyskytuje, alebo vykazuje iba ojedinelý výskyt. Podobne aj huby *Dothichiza populea* a *Micrococcus populi* sú najviac rozšírené na topoľoch 'Robusta' a 'Serotina'. Naproti tomu huba *Marssonina brunnea*, ktorá spôsobuje predčasné opadávanie listov, a tým aj zníženie prírastkov, sa na topoli 'Robusta' vôbec nevyskytla, kým na ostatných topoľoch sa zaznamenal iba jej ojedinelý výskyt. Podobne bol pozorovaný iba ojedinelý výskyt hmyzieho škodcu *Saperda carcharias*, a to na topoľoch 'Robusta', 'Gelrica' a 'Serotina', kým na ostatných sledovaných topoľoch sa nevyskytoval.

Zakladanie porastov topoľa 'I-214' a 'Robusta' na nepripravených pôdach (uvedených pod č. 6 a 7 v tabuľke VIII) v porovnaní s porastmi na celoplošne pripravených pôdach (pod č. 1 a 2) zapríčinilo rozšírenie škodcov a chorôb a takto aj zhoršenie zdravotného stavu topoľov. Celoplošná príprava pôdy má teda v daných podmienkach význam nielen s ohľadom na zvýšenie prírastkov topoľov, ale aj so zreteľom na zvýšenie ich odolnosti voči škodcom a na zlepšenie ich zdravotného stavu.

Z krátkeho hodnotenia vyplýva, že zdravotný stav topoľov môžeme v danej oblasti charakterizovať ako dobrý. Dôležitá je pritom skutočnosť, že aj napriek menej priaznivým pôdnym vlastnostiam, spôsobeným najmä suchším pôdnym prostredím, sú topole pomerne odolné

Č. pl.	Dielec	Odroda	Vek	Hnedý miazgotok	<i>Dothichiza populea</i> + <i>Micrococcus populi</i>	<i>Marssonina brunnea</i>	<i>Saperda carcharias</i>
1.	310a	'I-214'	18	0	1	1	0
2.	310a	'Robusta'	18	2	3	0	1
3.	311b	'Gelrica'	19	2	2	1	1
4.	311b	'Marilandica'	19	1	1	1	0
5.	311b	'Serotina'	19	2	3	1	1
6.	307b	'I-214'	18	1	2	1	0
7.	309b	'Robusta'	18	3	3	0	1



8. Interiér porastu topoľa 'Serotina' (19 rokov). — Interior of the stand of 'Serotina' poplar (19 years)

proti nebezpečným chorobám, najmä proti hnedému miazgotoku. V tomto ohľade má významnú úlohu okolnosť, že sa v prvých rokoch po založení vykonala v sledovaných topoľových porastoch celoplošná mechanická kultivácia pôdy a včas sa uskutočnili aj prebierkové zásahy.

ZHRNUTIE A ZÁVER

V práci sa hodnotí rast a zdravotný stav rozličných odrôd topoľov v oblasti Východoslovenských železiární, ktorá je ovplyvnená priemyselnými exhaláciami a vyznačuje sa suchším pôdnym prostredím a hlbšie položenou hladinou podzemnej vody. Výsledky hodnotenia možno predbežne zhrnúť takto:

Zo sledovaných topoľov najlepší výškový a hrúbkový rast, ako aj najvyššiu produkciu dreva vykazuje 'I-214'. Tento topoľ dosahuje v 18. roku na celoplošne pripravenej pôde priemerný hmotový prírastok 14,3 m³ na ha. Za ním nasledujú topole 'Robusta', 'Gelrica' a 'Marilandica'. V porovnaní s ostatnými topoľmi rastovo značne zaostáva topoľ 'Serotina', ktorý vykazuje priemerný hmotový prírastok iba 5,3 m³ na ha.

Po zdravotnej stránke sa najlepšie osvedčili 'I-214' a 'Marilandica'. Naproti tomu topole 'Serotina' a 'Robusta' sa vyznačujú nižšou odolnosťou voči škodcom a chorobám a majú zhoršený zdravotný stav. Na uvedených topoľoch sa pozoroval častý výskyt húb *Dithichiza populea* a *Micrococcus populi*.

Na rast a zdravotný stav topoľov pozitívne vplýva v daných podmienkach najmä celoplošná mechanická príprava pôdy, ako aj včasné vykonávanie prebierkových zásahov.

Pre širší okruh priemyselných závodov možno zo sledovaných odrôd predbežne odporúčať najmä 'I-214' a 'Robustu'. Vo vlastnom susedstve prichádzajú do úvahy aj ďalšie topole (napr. 'Generosa', 'Candicans', 'Simonii', 'Berolinensis', 'P-275' a iné), ktoré neboli na uvedených výskumných plochách pestované. Poznamenávame však, že výsledky nášho hodnotenia pokladáme za predbežné, ktoré ďalším sledovaním bude potrebné doplniť a presniť.

Došlo dne 4. 1. 1981

Literatúra

- GÜNTHER, H.: Leitfaden für den Pappelanbau. Deutscher Bauernverlag Berlin, 1956, 199 s.
- HANČINSKÝ, L.: Lesnícka typológia v prevádzkovej praxi. Príroda Bratislava, 1977, 223 s.
- JIZDNÝ, M.: Ochraná zeleň v okolí VSŽ. Les. práce, 43, 1964, č. 10, s. 457-461
- KERESZTESI, B.: Magyar erdők. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1968, 275 s.
- KOHÁN, Š.: Výsledky pestovania topoľov v areáli Východoslovenských železniární. Les, 28, 1972, č. 1, s. 3-9
- KONČEK, M. — PETROVIČ, Š.: Klimatické oblasti ČSR. Met. zprávy, 10, 1957, s. 113-119
- KORSUŇ, F.: Hmotové a porostní tabulky pro topol. Lesnícky časopis, 13, 1967, č. 11, s. 977-992
- LANGE, O.: Pappeln als Helfer bei Begrünung von Industriegebieten. Holzzucht, 18, 1965, č. 3-4, s. 24-25
- SADOWSKI, I. — WODZINSKI, L.: Lärmbekämpfung in Städten. Lärmbekämpfung, 3, 1959, č. 1
- VOJTUŠ, M. — MOTTL, J.: Pestovanie topoľov a stromových vrb. Príroda, Bratislava, 1978, 62 s.

КОГАН, Ш. (Вýskumná stanica VŮLH, Košice). Оценка роста и здоровья тополей вблизи промышленных предприятий. Lesnictví, 28, 1982 (9): 757-772.

В работе оцениваются рост и состояние здоровья тополевых насаждений, находящихся в области Восточнословацких сталелитейных заводов, подвергаемой действиям промышленных выбросов. Результаты исследований показали, что из всех обследованных тополей самыми лучшими показателями роста и состояния здоровья, а также наибольшей продукцией древесной массы отличался тополь 'I-214'. За ним следуют тополя 'Robusta', 'Gelrica' и 'Marilandica', тогда как самые худшие результаты имел тополь 'Serotina'. Механическая культивация почвы на всей площади в данных условиях положительно влияет на рост, продукцию массы и на состояние здоровья тополей 'I-214' и 'Robusta'. Из изучаемых тополей можно предварительно рекомендовать для выращивания в более широких окрестностях промышленных предприятий главное 'I-214' и 'Robusta'. В непосредственном соседстве могут приниматься во внимание другие, прежде всего мужские клоны, которые на упомянутых экспериментальных площадях не обследовались.

тополя; области промышленных выбросов; продукция древесины

KOHÁN, Š. (Výskumná stanica VÚLH, Košice). *Evaluation of Growth and Health Condition of Poplars Growing in the Radius of Industrial Enterprises*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 757-772.

Growth and health conditions are evaluated of poplar stands situated in the area of the East Slovakian Iron and Steel Works, exposed to industrial emissions. The 'I-214' poplar trees were found to have the best growth and health condition and the highest volume production out of the studied poplar trees. The sequence of the other poplar trees is 'Robusta', 'Gelrica' and 'Marilandica', the worst results were observed in 'Serotina'. The growth, volume production and health condition of the poplar trees 'I-214' and 'Robusta' were favorably influenced under the given conditions by mechanical cultivation of soil performed on the whole area. Out of the studied poplar-trees, 'I-214' and 'Robusta' can be preliminarily recommended to be grown within the large radius of industrial enterprises. In the vicinity of these enterprises, other, mainly male clones, should be planted that have not been studied on the mentioned research areas.

poplar-trees; immission regions; wood production

KOHÁN, Š. (Výskumná stanica VÚLH, Košice). *Einschätzung des Wachstums und des Gesundheitszustands von Pappeln im Umkreis von Industriebetrieben*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 757-772.

In der Arbeit wird das Wachstum und der Gesundheitszustand von Pappelbeständen eingeschätzt, die sich im Gebiet der Ostslowakischen Eisenwerke befinden, das durch Industrieexhalationen beeinflusst ist. Die Forschungsergebnisse haben gezeigt, daß unter den untersuchten Pappeln das beste Wachstum und den besten Gesundheitszustand, als auch die höchste Massenproduktion die Pappel 'I 214' aufweist. Ihr folgen die Pappeln 'Robusta', 'Gelrica', und 'Marilandica', während die schlechtesten Ergebnisse 'Serotina' liefert. Die Durchführung ganzflächiger mechanischer Kultivation des Bodens in den gegebenen Bedingungen beeinflusst günstig das Wachstum, die Massenproduktion und den Gesundheitszustand der Pappeln 'I 214' und 'Robusta'. Von den untersuchten Pappeln können vorläufig zum Anbau im breiteren Umkreis von Industriebetrieben vor allem 'I 214' und 'Robusta' empfohlen werden. In engster Nachbarschaft kommen weitere, insbesondere männliche Klone in Betracht, die auf den untersuchten Versuchsflächen nicht untersucht wurden.

Pappeln; Immissionsgebiete; Holzproduktion

KOHÁN, Š. (Výskumná stanica VÚLH, Košice). *L'évaluation de la croissance et de l'état sanitaire des peupliers dans le rayon des entreprises industrielles*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 757-772.

Dans le travail on évalue la croissance et l'état sanitaire des peuplements de peupliers qui se trouvent dans la zone des usines sidérurgiques de Slovaquie orientale, influencée par les exhalaisons. Les résultats de la recherche ont montré que sur les peupliers suivis c'est la variété 'I-214' qui accuse la meilleure croissance et le meilleur état sanitaire, donnant aussi la plus grande production quant au volume. Suivent après les peupliers 'Robusta', 'Gelrica' et 'Marilandica'. Les résultats les plus mauvais ont été constatés en cas de peuplier 'Serotina'. Dans les conditions données le travail mécanique du sol, effectué sur la totalité de la surface, influence favorablement la croissance, le volume de production et l'état sanitaire des peupliers 'I-214' et 'Robusta'. En ce qui concerne les peupliers suivis, on peut recommander dans le large rayon des entreprises industrielles, notamment les variétés de peupliers 'I-214' et 'Robusta'. Dans leur voisinage propre entrent en considération encore d'autres variétés, en premier lieu les clones mâles, qui n'étaient pas cependant suivis sur les parcelles expérimentales mentionnées.

peupliers; zones d'immixtion; production du bois

Adresa autora:

Ing. Štefan Kohán, CSc., Výskumná stanica VÚLH, ul. Mladých stavbárov 3, 040 01 Košice

ENERGETICKÉ ZATÍŽENÍ LANOVKÁŘŮ PŘI VÝŠKOVÉ MONTÁŽI LANOVÝCH ZAŘÍZENÍ

J. Petr

PETR, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Energetické zatížení lanovkářů při výškové montáži lanových zařízení*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 773-778.

Fyzické zatížení bylo stanoveno na základě metody registrace tepové frekvence (TF), nepřímé kalorimetrie a ventilometrie v horských porostech se sklonem terénu 42–75 ‰. Studie obsahuje provozní měření celé výškové montáže, kterou podle klasifikace Christensena řadíme na rozhraní kategorie středně těžké a těžké práce. Vlastní úkon montáže je zařazen do kategorie těžké práce se submaximálními hodnotami TF. Modelové měření dávkovanou zátěží s použitím integrálního postupu při měření exergie ve výšce 9,0 a 12,0 m ve srovnání se stejnými úkony ve výšce 0,6 m nad terénem ukazuje, že složce neuropsychické zátěže (vlivem práce ve výšce) lze přisoudit zvýšení minutových hladin TF o +14 ‰ a exergie (vlivem prohloubení a zrychlení plicní ventilace) o +29 ‰. S uplatněním zotavovacích přírážek je fyziologicky zdůvodněný operační čas na úplnou montáž jedné podpěrné botky nosného lana pro montážní výšky 9–12 m 67 minut.

ergonomie lesnická; vyklizovací lanovky; předmytní těžba

Po delším období stagnace soustřeďování dřeva lanovými zařízeními nastává v poslední době opět jejich rychlejší rozvoj. Některé lesní závody (např. LZ Loučná ze Sml) dosahují výborných výsledků a nesporně jsou i dobrým příkladem pro ostatní lesní závody. Proto je v posledních letech věnována práci lanovkových čet systematická pozornost i v ergonomickém výzkumu.

Stanovení exergie operačních částí a celosměnové energetické bilance při montáži a provozu vyklizovacích lanovek v jehličnatých předmytních porostech popisuje J. Petr (1978, 1980), použití vyklizovacích lanovek v mytních porostech v kombinaci s odvětvovacím protahovacím strojem OVP-1 L. Slonek (1980).

Společným problémem s přihlédnutím k odlišnostem vyplývajícím z montážních podmínek v předmytních a mytních porostech zůstává výšková montáž podpěrného systému nosného lana jako jedna z nejobtížnějších a energeticky nejnáročnějších operačních částí. Příspěvek je zaměřen nejen na stanovení exergie při běžném kontinuálním montážním postupu, ale i na pokus energeticky odfiltrovat jednotlivé úkony, které ovlivňují předcházející činnosti i činnost následnou. Závěrem příspěvku je popsán modelový pokus, který se snaží nepřímo kvantifikovat sledováním průběhu tepové frekvence i vliv dávkované práce ve výšce a těsně nad terénem jako komponentu neuropsychické zátěže.

PODMÍNKY MĚŘENÍ A POUŽITÉ METODY

Měření bylo konáno na LZ Karlovice, polesí Vidly v porostě III. věkové třídy, sklon terénu 42–72 ‰. Zkušební osoby tvořili provozní lanovkáři LZ ve věku 46 let (zkuš. osoba č. 1), 29 let (zkuš. osoba č. 2) a 36 let (zkuš. osoba č. 3). Při

sledování energetického výdaje bylo vždy použito kombinace nejméně dvou měřících metod:

metody kontinuálního měření tepové frekvence (TF) telemetrickou aparaturou VAS-400 s odpočtem hodnot v intervalu 50/100 min;

metody nepřímé kalorimetrie Douglasovou metodou s analýzou expirovaných plynů tříkomorovým interferometrem Zeiss — použit parciální i integrální postup;

metody ventilometrie s použitím přesného ventilometru WRIGHT s přímým odpočtem hodnot na dekadické stupnici.

Před zahájením měření byla provedena všechna potřebná přípravná měření jako vstupní funkční a diagnostická prohlídka zkušebních osob včetně zátěžového EKG, zjištění faktoru testu ventilometrů včetně pozdějšího uplatnění korekcí podle BTPS atd.

Výsledky byly zpracovány na počítači ZPA-600 Ústavu výpočetní techniky VŠZ v Brně. Z výpočtu byly sestaveny osobní rovnice ověřené korelačním koeficientem podle stupně volnosti souboru. Ocenění stupně obtížnosti fyzické práce bylo provedeno podle Christensena a Berggmana (Hansen in Čermák 1968).

V dále uvedeném textu jednotlivé symboly značí: b — brutto hodnota (u TF, kJ), n — netto hodnota (u TF, kJ), s — směrodatná odchylka, N — počet měření úplných operací, cyklů nebo operačních úkolů.

Detailní popis interpretace výsledků je uveden v příspěvku autora v Lesnictví 26, 1980, č. 6.

VÝSLEDKY

Výškovou montáž lze charakterizovat jako činnost v horní hranici kategorie práce těžké s vysokými hladinami úrovně tepové frekvence ($142\text{--}153\text{ TF}\cdot\text{min}^{-1}$). Výrazný podíl dynamické práce přechází ve vysoké statické zatížení hlavně dolních končetin. Je to práce riziková, vyžadující specializovaný výcvik a výběr vhodných osob adaptovaných na práci ve výškách. Patří k nejnamáhavějším úkonům při montáži a demontáži lanových zařízení.

I. Střední hodnoty exergie při provozním měření výškové montáže podpěrných botek. — Mean values of exergy during operational measurements of the assembly of supporting shoes at a great height

Zkušební osoba č.	1	2	3
TF. min^{-1} b.	119,3	128,4	113,6
TF. min^{-1} n.	41,3	58,4	43,6
s	5,90	12,67	12,0
kJ. min^{-1} b.	28,60	25,98	21,22
kJ. min^{-1} n.	23,81	20,98	16,75
s	3,18	4,74	5,48
N	26	27	4

Skladba měřených operačních částí a úkonů při montáži podpěrného systému nosného lana uvedených v tabulce I:

Příprava k výstupu: oblečení předepsané trhačské soupravy (stupačky, ochranný pás, rukavice, popř. kukla); přechod ke stromu a obepnutí lana ochranného pásu; připevnění montážního kopného lanka a měřického pásma na opasek.

Výstup: výstup do projektem stanovené výše; fixace v pracovní pozici.

II. Střední hodnoty exergie při montáži podpěrných kladek systému vratného a tažného lana. — Mean values of exergy during the assembly of supporting pulleys of the system of recurrent and traction ropes

Zkušební osoba č.	1	2	3
TF.min ⁻¹ b.	123,5	—	111,5
TF.min ⁻¹ n.	45,5	—	41,5
s	0,50	—	6,5
kJ.min ⁻¹ b.	30,73	—	20,63
kJ.min ⁻¹ n.	25,94	—	16,16
s	0,28	—	2,36
N	2	—	2

Montáž: očištění stromu od větví v místě montáže; spuštění montážního lanka, vytažení ochranného límce, montážního úvazku a botkového podpěrného lana; upevnění límce, úvazku a vložení botkového lana, popř. jeho uvolnění přes přesleny větví.

Sestup: sestup ze stromu na zem, odpoutání a odstoupení od stromu.

Do popsaných prací není zahrnuto přinesení všech montážních dílů a další činnost pomocníka (který musí být z bezpečnostních důvodů vždy přítomen), jako např. rozvinutí botkového podpěrného lana, pouštění montážních dílů na konopné lanko apod.

Montážní práce podpěrného systému vratného a tažného lana lze charakterizovat obdobně jako předcházející činnost s tím rozdílem, že jde o montážní práce v nižších výškách (2–5 m), kde lze použít i přenosného žebříčku (tabulka II).

Cílem činnosti je upoutat podpěrné kladky o hmotnosti 9,2–12,4 kg v určené výši pomocí montážního úvazku a ochranného límce. Z provozních měření vyplývá, že tuto činnost lze zařadit do horní hranice práce středně těžké.

MODELOVÉ MĚŘENÍ VÝSKOVÉ MONTÁŽE

Výsledky získané provozním měřením nedovolují stanovení exergie samostatně pro jednotlivé operační úkony. Proto jsme uskutečnili modelové měření s respektováním všech zásad pro unifikovaná měření, tj. dávková práce se stejnou intenzitou vykonaná stejnou osobou.

Hypotetický předpoklad modelového měření integrálním měřicím postupem vždy z klidového stavu vycházel z úvahy, že rozdíl exergie, zvláště pak úrovně srdeční frekvence, provedený ve výšce 8–11 m a ve výšce 0,6 m by měl v tomto případě zobrazit složku neuropsychické zátěže, vyplývající z práce ve výšce.

Pro tento pokus byla postavena pomocná konstrukce s plošinou ve výšce 8,0 m a 11,0 m, kde technik prováděl přepínání Douglasových vaků pro odběr exspirovaných plynů. Plošina sloužila též k odpočinku zkušební osobě před zjišťováním izolovaného úkonu montáže.

Stejně bylo postupováno i při modelové montáži ve výšce 0,6 m nad terénem, kde např. při simulaci úkonu vytahování montážních částí

konopným lankem bylo lanko zatěžováno dynamometrem přes směrovou kladku, upevněnou u paty stromu. Výška v m byla v obou případech měřena od chodidel zkušební osoby po půdní povrch. Výsledné hodnoty jsou zřejmé z tabulky III.

III. Modelové měřní izolované výškové montáže. — Model measuring of the isolated assembly at a great height

Výška montáže (m)	0,6	8,0 ; 11,0
Operační čas (cmin)	6,01	5,68
$\varnothing$ TF .min ⁻¹ b.	109,0	133,1
Rx (TF)	99,0–117	128,0–147,1
$\varnothing$ kJ .min ⁻¹	19,48	28,86
Sa TF b.	655,0	756,00
Sa kJ b.	117,07	163,92

Rozdíl v Sa TF činí 101 tep, tj. 17,7 tepu za minutu, a v exergii Sa kJ 46,85, tj. 8,24 kJ .min⁻¹. Při kategorizaci obtížnosti práce podle Christensena dochází při práci ve výšce k posunu o jeden stupeň tj. z kategorie středně těžké do těžké a podle pracovní hypotézy lze i celé zvýšení přisoudit složce neuropsychické zátěže.

IV. Exergie jednotlivých úkonů při výškové montáži. — Exergy of different operations of the assembly at a great height

	Příprava	Výstup	Montáž	Sestup
Operační čas (cmin)	2,77	3,42	4,92	2,07
rychlost m .min ⁻¹	—	2,80	—	4,46
TF .min ⁻¹ b.	99,5	142,0	132,2	135,5
Rx (TF)	94,6–103,2	127,3–154,0	124,7–140,4	123,3–146,2
kJ .min ⁻¹ b.	13,52	31,13	28,53	25,81

Modelový strom smrk, $d_{1,3} = 29$ cm, výška montáže 9,5 m nad terénem.

DISKUSE

Výšková montáž jedné podpěrné botky nosného lana vyžadující výstup na dva stromy spotřebuje 26,40 min času s výdajem 616,45 kJ. S nutným přechodem mezi stromy vychází spotřeba času 30,0 min při průměrném výdaji 25,62 kJ .min⁻¹, čemuž odpovídá oddychová přírážka EZ — 72 % (Bena 1966), tj. celá operace trvá 51,60 min. Vytažení botky s vloženým nosným lanem, ustavení v projektované výšce a ukotvení podpěrného lana botky trvá průměrně 12,60 min s $\varnothing$ hodnotami 124 TF .min⁻¹ ($R_x = 112–134$) a exergií 24,53 kJ .min⁻¹, tj. výdaj 299,65 kJ. Oddechová přírážka EZ = 23,2 %, celkový čas = 15,52 min.

Pro kalkulaci montážních prací je tedy nutno počítat se spotřebou

67,1 min. operačního času, což odpovídá i 1 h provozně kalkulované spotřeby času.

Montáž vyžaduje z bezpečnostních a technologických důvodů přítomnost dvou pracovníků, jejichž zatížení je nerovnoměrné. Možným řešením je jejich vzájemné střídání při montáži více botek, popř. pověření pomocníka přenosem montážních dílů v terénu.

ZÁVĚR

Uvedené výsledky byly získány při montáži Vln a Vld v předmýtních porostech. Pro modelová měření byl vybrán málo sbíhavý strom s tloušťkou $d_{1,3} = 29$ cm. Je pravděpodobné, že spotřeba operačního času i celková exergie při montáži v mýtních porostech větších dimenzí bude vyšší, což zatím nelze pro nedostatek podkladů přesněji určit.

Výškovou montáž podpěrných botek nosného lana u lanových zařízení nasazených v předmýtních jehličnatých porostech jako celek lze zařadit na rozhraní kategorie středně těžké a těžké práce. Vlastní montážní úkon je zařazen do kategorie práce těžké.

Při modelovém měření izolovaného úkonu výškové montáže integrální metodou lze složce neuropsychického zatížení přičíst zvýšení hladin TF o 14 %, resp. zvýšení exergie o 29 %, zřejmě jako následek prohloubení a zrychlení plicní ventilace.

Pro provozní využití lze jako fyziologicky zdůvodněnou spotřebu operačního času úplné montáže podpěrné botky nosného lana kalkulovat 67 minut.

Došlo dne 15. 10. 1981

Literatura

- BENA, E. — HUBAČ, M. — HYŠKA, P. — ZELENÝ, A.: Fiziologie práce. 1966, Bratislava, Vydavateľstvo Práca, s. 209
ČERMÁK, K.: Fyziologie, hygiena a bezpečnost práce v lesnictví. 1968, ÚVTI — Studijní informace, č. 5-6
PETR, J.: Ergonomie soustředování dříví lanovkami v předmýtních porostech. Požadavky na pracovní místo operátora těžebních strojů. 1978, Brno, DZZ C-08-333-102/01-E1, LF VŠZ v Brně, s. 90
PETR, J.: Exergie dvoučlenných posádek při montáži a provozu vyklizovacích lanovek v předmýtních porostech. Lesnictví 26, 1980, č. 6, s. 499-509
SLONEK, L.: Ergonomie výroby dřeva v lanovkových terénech s použitím odvětvové OVP-1. 1980, Brno, DZZ-C-08-333-102/01-E02. LF VŠZ v Brně, s. 117

ПЕТР, Й. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Энергетическая нагрузка трелевщиков при высотной сборке трелевочных установок. Лесnictví, 28, 1982 (9): 773-778.

Физическая нагрузка устанавливалась на базе метода регистрирования частоты пульсов (ЧП), косвенной калориметрии и вентиляметрии в горных лесонасаждениях с 42—75 %-ным уклоном местности. Работа содержит производственные измерения всей высотной сборки, которую в соответствии с классификацией по Христенсену относят на границу между категориями среднетяжелого и тяжелого труда. Собственно сборка относится к категории тяжелого труда с субмаксимальными значениями ЧП. Модельное измерение дозированной нагрузки с применением интегрального метода при измерении эксергии на высоте 9,0 и 12,0 м, по сравнению с теми же рабочими приемами на высоте 0,6 м над землей, свидетельствует о том, что элементу нейropsychической нагрузки (вследствие работы в высоте) можно присудить повышение минутных уровней ЧП на +14 %, а эксергии (вследствие углубления и ускорения дыхания) на +29 %. С использованием надбавок срока на отдых физиологически обоснованное операционное время на полную сборку одного опорного башмака несущего каната для установки на высоте от 9 до 12 метров составляет 67 минут.

эргономия лесная; трелевочные канатные дороги; рубка промежуточного пользования

PETR, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Physical Load of Cablewaymen Assembling Cableways at a Great Height*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 773-778.

Physical load was determined by recording the pulse rate, by indirect calorimetry and ventilometry in mountainous forest stands with a terrain slope of 42—75 %. Measurements were performed directly in the course of the entire cableway assembly at a great height; this type of assembly belongs to the category of medium-hard and hard labors according to Christensen's classification. The operation itself belongs to the category of hard labor with the submaximum values of the pulse rate. Model measurements by the dosed load and application of the integral procedure in the course of measuring the exergy at a height of 9.0 and 12.0 m have demonstrated, in comparison with the same operations performed at a height of 0.6 m above the terrain, that by the neuropsychic stress (resulting from work at a height) per-minute levels of the pulse rate increased by +14 % and exergy (due to increased and accelerated pulmonary ventilation) by +29 %. Adding time for recovery, physically adequate time of the complete assembly of a supporting shoe of the carrying rope at a height of 9—12 m makes 67 minutes.

forest ergonomics; skidding cableways; intermediate cutting

PETR, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Energetische Belastung der Seilbahnmonteure bei der Höhenmontage von Seileinrichtungen*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 773-778.

Die physische Belastung wurde auf der Basis der Methode der Pulsschlagfrequenzregistrierung ermittelt, der indirekten Kalorimetrie und Ventilometrie in Gebirgsbeständen mit Geländeneigung von 42—75 %. Die Studie enthält eine Betriebsmessung der ganzen Höhenmontage, die wir nach der Klassifikation von Christensen auf die Grenze der mittelschweren und der schweren Arbeit einordnen können. Die eigentliche Verrichtung der Montage ist in die Kategorie der schweren Arbeit mit submaximalen Werten der Pulsschlagfrequenz eingeordnet. Die Modellmessung mit dosierter Belastung unter Anwendung des Integralverfahrens bei der Messung der Exergie in der Höhe 9,0 und 12,0 m im Vergleich zu gleichen Leistungen in der Höhe 0,6 m über dem Gelände zeigt, daß man der Komponente der neuropsychischen Belastung (durch den Einfluß der Arbeit in der Höhe) eine Erhöhung der Minutenniveaus der Pulsschlagfrequenz um +14 % und der Exergie (durch den Einfluß der Vertiefung und Beschleunigung der Lungenventilation) um +29 % zuerkennen kann. Mit der Anwendung der Erholungszuschläge beträgt die physiologisch begründete Operationszeit für die vollständige Montage eines Stützschuhs des Tragseils für Montagehöhen von 9—12 m 67 Minuten.

forstliche Ergonomie; Rückungsseilbahnen; Vornutzung

PETR, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *La charge énergétique des monteurs des transporteurs aériens lors du montage en hauteur des installations à câble*. Lesnictví, 28, 1982 (9) : 773-778.

La charge physique a été déterminée sur la base de la méthode d'enregistrement de la fréquence du pouls, sur celle de calorimétrie indirecte et de ventilométrie dans les peuplements de montagne, accusant la pente du terrain de 42—75 %. L'étude comprend la mesure de service du montage entier en hauteur, ce dernier étant rangé, selon la classification de Christensen, sur la limite de la catégorie de travail moyennement lourd et lourd. L'opération propre du montage est classée dans la catégorie de travail lourd, avec les valeurs submaximales de la fréquence du pouls. La mesure modèle avec la charge dosée en utilisant le procédé intégral pour la mesure de l'exergie à la hauteur de 9,0 et 12,0 m, comparativement aux mêmes opérations à la hauteurs de 0,6 m au-dessus du terrain, montre qu'on peut adjuger (par suite de l'influence du travail en hauteur) au facteur de la charge neuropsychique une augmentation des niveaux de fréquence du pouls par minute de +14 % et une augmentation de l'exergie (par suite de l'approfondissement et de l'accélération de la ventilation pulmonaire) de +29 %. En adjoignant le supplément de rétablissement, le temps d'opération physiologiquement justifié pour le montage complet d'une bottine de support du câble porteur pour les hauteurs de montage de 9—12 m, est de 67 minutes.

ergonomie forestière; transporteurs aériens d'évacuation; coupe intermédiaire

Adresa autora:

Ing. Jiří Petr, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

XVII. SVETOVÝ KONGRES IUFRO V JAPONSKU

Medzinárodný zväz lesníckych výskumných organizácií (International Union of Forestry Research Organisations — IUFRO) je v súčasnosti najdôležitejším združením pre lesnícky výskum a súčasne jedným z najstarších medzinárodných vedeckých združení. V roku 1892 bol v Eberswalde založený Medzinárodný zväz lesníckych výskumných ústavov, ktorý mal I. kongres v roku 1893 vo Viedni. Rozšírenie činnosti zväzu viedlo k jeho premenovaniu na VII. kongrese v roku 1929 v Stockholme na Medzinárodný zväz lesníckych výskumných organizácií a na XV. kongrese v roku 1971 v Gainesville (USA) k terajšej organizácii zväzu.

Úlohou IUFRO bolo a je zaistiť medzinárodnú spoluprácu v lesníckom výskume, t. j. zjednocovať lesnícke vedy, umožňovať zdokonaľovanie, porovnávanie a rozvíjanie výskumných metód a ich výsledkov. Vlastná medzinárodná spolupráca a riešenie medzinárodných výskumných programov prebieha v rámci jednotlivých špecializácií v odborných, projektových a pracovných skupinách. Kongresy, ktoré sa konajú každých 5 rokov, sú príležitosťou na zhodnotenie stavu výskumu a dosiahnutých výsledkov v jednotlivých krajinách, miestom pre kritické diskusie na širšom fóre a dávajú možnosť vytvoriť nové vzťahy medzi hraničnými vednými odbormi.

V roku 1981 združovalo IUFRO okolo 500 členských organizácií (univerzít, výskumných ústavov), s približne 10 000 vedeckými pracovníkmi z 91 krajín (z toho ČSSR — 6, BLR — 1, NDR — 2, MLR — 1, PLR — 2, RSR — 2, ZSSR — 3, Juhoslávia — 6). Medzinárodná spolupráca v IUFRO prebieha prostredníctvom vyše 200 vedeckovýskumných jednotiek organizovaných v 6 oddeleniach. Oddelenia sa ďalej členia na odborné (tematické) skupiny, projektové skupiny a pracovné skupiny, ktoré v rokoch medzi kongresmi organizujú semináre a sympóziá. V súčasnosti je v rámci IUFRO týchto 6 oddelení: 1 — Lesné prostredie a pestovanie lesa, 2 — Lesné dreviny a ochrana lesov, 3 — Lesnícka činnosť a technika, 4 — Plánovanie, ekonomika, prírastok a výnos, riadenie a lesná politika, 5 — Lesné produkty, 6 — Všeobecná problematika (rekreácia, kra-

jina, štatistika, terminológia, informácie, vzdelávanie a dejiny).

Na čele IUFRO je výkonný výbor (Executive Board — EB), ktorý tvoria: prezident, viceprezident, 6 koordinátorov oddelení, 9 členov zvolených podľa geografických oblastí a 2 ďalší členovia menovaní prezidentom. Výkonný výbor sa volí na kongrese medzinárodným zhromaždením (International Council — IC), ktoré tvoria reprezentanti členských krajín (z každej krajiny jeden zástupca). Administratívno-organizačnú funkciu vykonáva stály sekretariát, ktorý je od roku 1973 pri Výskumnom ústave lesného hospodárstva vo Viedni.

PRIEBEH XVII. SVETOVÉHO KONGRESU A JEHO VÝSLEDKY

XVII. svetový kongres IUFRO bol v dňoch 6.—17. septembra 1981 v Kyote (Japonsko) a prebiehal v znamení hesla Výskum dnes pre lesy zajtrajška. Kongres otvoril dňa 7. 9. 1981 prezident IUFRO Prof. Walter Liese, ktorý bol do tejto funkcie zvolený v roku 1976 na XVI. svetovom kongrese v Oslo. Vlastné rokovanie prebiehalo podľa jednotlivých oddelení IUFRO v kongresových skupinách (sekciiach), ktoré mali túto náplň:

Oddelenie 1: Lesné ekosystémy, Klasifikácia stanovišťa a krajiny, Vplyv prostredia vrátane lesných požiarov, Bystriny, sneh a lavíny, Zakladanie porastov, ošetrovanie, meliorácie a produkcia sadeníc, Pestovanie tropických lesov, Poľové hospodárstvo.

Oddelenie 2: Fyziológia, Proveniencia, šľachtenie a genetika, Patológia, znečisťovanie ovzdušia, Entomológia, Pesticidy, Škody spôsobené obratlovcami.

Oddelenie 3: Ťažba a doprava, Hospodárenie v horských oblastiach, Hospodárenie pri zakladaní a ošetrovaní porastov, Plánovanie a kontrola hospodárenia, Ergonómia, Ťažba a využitie dreva, Hospodárenie v tropických lesoch.

Oddelenie 4: Dendrometria, prírastok a ťažba, Inventarizácia drevných zásob, Ekonomika na národnej a medzinárodnej úrovni a lesná politika, Úpravnícke

plánovanie a riadenie, ekonomika prebierok, systémy riadenia, Ekonomika rekreačných lesov a životné prostredie.

Oddelenie 5. Kvalita, vlastnosti a využitie tropického dreva, Spracovateľské metódy dreva pre drevársku výrobu, Produkcia a využitie bambusu a podobných drevín, Energia z lesnej biomasy, Ochrana dreva, Chemické látky z dreva.

Oddelenie 6: Rekreačia a krajinárstvo, Statistické metódy, matematika, samočinné počítače, diaľkové ovládanie, Nový vývoj vo vedeckých informáciách a terminológii, Aspekty lesníctva v industrializovanom svete od XVII. storočia, Riadenie lesníckeho výskumu, aplikácia výsledkov výskumu.

Okrem uvedeného sa konalo viacero ďalších podujatí, stretnutí a porád, ako napr.: Medzinárodného zväzu lesníckych spoločností (IUSF), IUFRO/MAB sympózium, Medzinárodného ústavu pre aplikovanú systémovú analýzu, Medzinárodnej spoločnosti pre anatómiu dreva, Medzinárodnej akadémie drevárskej vedy, IUFRO/FAO, Skupiny pre prírastok a produkciu biomasy s medzinárodným energetickým úradom (IEA) a ďalšie.

Počas XVII. svetového kongresu IUFRO sa konali dve schôdze medzinárodného zhromaždenia (IC) a to 6. 9. 1981 a 10. 9. 1981. Na prvej schôdzi podal prezident IUFRO Prof. W. Liese správu o činnosti výkonného výboru a sekretariátu. Na druhej schôdzi boli prerokované doplnky k štatútu IUFRO, schválená deklarácia a odporúčania XVII. kongresu a zvolený nový výkonný výbor (EB).

ODPORÚČANIE XVII. SVETOVÉHO KONGRESU IUFRO

Drevo je najväčšia obnoviteľná surovina sveta a svetové požiadavky na drevo a ďalšie lesné produkty a funkcie lesa narastajú s rastom populácie a zlepšovaním životnej úrovne.

Les je medzná plocha krajiny sveta, ktorá produkuje hodnoty a poskytuje služby, pričom podiel pripadajúci na lesnícke využívanie sa stále znižuje.

Ak sa neprijmu vhodné opatrenia, bude zvýšená exploatácia v mnohých oblastiach ohrozovať nielen poskytovanie produktov a služieb z lesa v budúcnosti, ale aj lesné zdroje, poľnohospodársku produkciu, zásoby vody a životné prostredie.

Rozdelenie lesov v pomere k obyvateľstvu je nevyvážené a pretrvávajú nedostatočné pochopenie ekológie prirodze-

ných a umelých lesov, najmä v niektorých tropických oblastiach.

Existuje značný potenciál na zvýšenie produktivity lesov a pre integráciu rôznych požiadaviek na krajinu.

Lesnícky výskum je povinný rozvíjať potenciál lesov, prekonávať obmedzenia a ťažkosti a znižovať hlad, chudobu a nezamestnanosť, čím trpia ľudia v mnohých oblastiach.

DEKLARÁCIA XVII. SVETOVÉHO KONGRESU IUFRO

Prvoradou úlohou výskumu je získať pľnšie pochopenie ekológie v lesoch sveta, zvyšovať ich kvalitatívnu a kvantitatívnu produktivitu, zvýšiť využitie lesa a spracovanie dreva. Osobitne naliehavé je to v tropických oblastiach.

Medzinárodná výskumná služba v integrovanej krajine sa musí podporovať najmä v tropických oblastiach.

Lesnícky výskum musí brať do úvahy sociálne, kultúrne, pracovné a ekonomické faktory v rôznych oblastiach.

Osobitne je to potrebné pre výskum produkcie palivového dreva v odlesnených oblastiach a pre výskum využitia lesnej biomasy na energiu vo svete.

Mala by byť vždy tesná spolupráca medzi plánovanými cieľmi, lesnými hospodármi a výskumnými pracovníkmi v národnom i medzinárodnom rámci, aby sa zabezpečila formulácia rámcových výskumných programov a efektívne využívanie výsledkov výskumu.

S ohľadom na finančnú náročnosť musia vlády a ďalšie podporné organizácie poskytovať odôvodnené finančné prostriedky pre lesnícky výskum, aby umožnili lesníckym výskumníkom prispievať efektívne k pokroku ľudstva.

VÝKONNÝ VÝBOR IUFRO NA ROKY 1982—1986

Prezident: Prof. Dr. Dušan Mlinšek, Biotehnická fakulta, YU — 61 000 Ljubljana, Jugoslavia

Viceprezident: Dr. Robert Buckman, Deputy Chief, Forestry Research, USDA Forest Service, Washington, DC 200013, USA

Severná Európa: Prof. Dr. Ulf Sundberg, Skogshögskolan S — 770 73 Ganperberg, Sweden

Stredná Európa: Dr. W. Bosshard, Director Eidg. Anst. für Forstliche Ver-

suchswesen CH — 8903 Birmensdorf, Switzerland

Východná Európa: Prof. Dr. Zygmunt Patalas, Director Forest Research Institute PL — 02366 Warszawa, Poland

Stredozemné more: M. Ali Semizoglu, Director Research Institute for Poplar and Fast Growing Forest Trees P. K. 44, Kocaeli (Izmit), Turkey

Severná Amerika: Dr. J. H. Cayford, Director-General of Research Canadian Forest Service, Ottawa, Canada

Latinská Amerika a Karibská oblasť: Dr. Paulo Galvão, Coordinator Empresa Brasileira de Pesquisas Agrárias — EMBRAPA, Ministério da Agricultura Brasília, Brazil

Afrika: M. Sene El Hadj, Chef du Service Forestier du Sénégal, Dakar/Senegal

Ázia: Dr. Sumihiko Asakawa, Forestry + Forest Products Research Institute, Tskuba Norin Kenkyu Danchi-Nai Ibaraki, 305, Japan

Oceánia: Dr. Salleh Mohd Nor, Director Forest Research Institute Kepong, Selangor, Malaysia

Koordinátori oddelení:

Oddelenie 1: Prof. Dr. Richard K. Hermann, Department of Forest Management Oregon State University, Corvallis Oregon 97331, USA

Oddelenie 2: Dr. Edwin Donaubauer, Forstliche Bundesversuchsanstalt Schönbrunn-Tirolergarten, A — 1131 Wien, Austria

Oddelenie 3: Prof. Dr. Marten Bol, Agricultural University Department of Forest Technique "Hinkeloord", Wageningen, Netherlands

Oddelenie 4: Prof. Dr. Richard Plochmann, Forstwissenschaftliche Fakultät, D — 8000 München, FRG

Oddelenie 5: Dr. William E. Hillis, CSIRO, Division of Building Research Forest Products Laboratory, Highett, Victoria 3180, Australia

Oddelenie 6: Prof. Dr. Lars Strand, Agricultural University, N — 1432 Aas-NLH, Norway

Členstvo z titulu funkcie:

Predchádzajúci prezident: Prof. Dr. Walter Liese, Bundesforschungsanstalt für Forest und Holzwirtschaft, 2050 Hamburg 80, FRG

Sekretár IUFRO: Hofrat Dipl.-Ing. Otmar Bein, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Schönbrunn-Tirolergarten, A — 1131 Wien, Austria

Zástupca FAO: Dr. Marco A. Flores Rodas, Forestry Department

FAO, Via delle Terme di Caracalla, I — 00100 Rome, Italy

Členovia menovaní prezidentom:

Dr. Nicolai A. Moiseev, Director of All-Union Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), Institutskaja 15, 141 200 Puškino, USSR

Prof. Dr. Ricardo Morandini, Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Viale S. Margherita 80, Arezzo, Italy

Súčasťou kongresu boli aj odborné exkurzie v dňoch 13.—17. septembra 1981, ktorých tematické zameranie bolo takéto: Obhospodarovanie prirodzených lesov v chladnom pásme a v umele založených porastoch *Cryptomeria japonica*, Hnojenie lesných porastov, Kontrola erózie a hydrológia lesa, Lesníctvo vo veľmi studenom pásme, Lesníctvo v teplom pásme, Lesnícka patológia, Lesnícka entomológia a zver, Systémy lesných ciest a mechanizácia lesného hospodárstva v horských oblastiach, Prírastok a ťažba, Hospodárska úprava lesov a diaľkový prieskum, Drevársky priemysel, Drevené stavby, Rekreačia v lese, Tradičná drevárska technológia a moderný drevársky priemysel, Lesníctvo a prírodné parky.

Počas odbornej exkurzie na trase: Kyoto — Imaru — Nagoya — M. Fudji — Danto — Shizuoka — Amagi — Hakone — Kanagawa — Tokyo, ako aj z kongresovaných materiálov bolo možné získať poznatky o japonskom lesnom hospodárstve, ktorého stručná charakteristika je opísaná v ďalšej časti článku.

LESNÉ HOSPODÁRSTVO V JAPONSKU

Lesy pokrývajú 25 000 000 ha, čo činí 68 % celkovej pôdy v Japonsku. Lesnatosť je veľmi vysoká, no vzhľadom na veľkú hustotu obyvateľstva pripadá na jedného obyvateľa len 0,2 ha. Preto sa venuje podpore, ochrane a kontrole lesného hospodárstva veľká pozornosť, aby lesy mohli plniť všetky funkcie.

V Japonsku je väčšina lesov veľmi mladých, lebo ich značné rozlohy boli vyrúbané počas II. svetovej vojny a počas povojnového ekonomického oživenia, pričom rekonštrukcia lesov sa začala až po roku 1950. Teraz sa vynakladá veľké úsilie na zalesňovanie a vytvorenie vysokoproduktívnych lesov.

Úsilie o zvyšovanie produktivnosti lesov je vyjadrené v dlhodobom pláne zalesňovania plôch vhodných pre lesné

hospodárstvo krypromeriou japonskou a cypruštekom tupolistým (*Cryptomeria japonica* a *Chamaecyparis obtusa*). V lesoch, ktoré sa umele neobnovujú, sa robí kvalitatívny výber. Rozloha umele založených lesov každoročne narastá a v roku 1976 dosiahla 9 380 000 ha. Väčšina týchto novozaložených lesov (70 %) vznikla počas posledných 20 rokov.

Z celkovej lesnej pôdy v Japonsku je 7 900 000 ha (31 %) štátnych lesov, 2 500 000 ha (10 %) sú lesy obecné a 14 800 000 ha (59 %) patrí individuálnym vlastníkom, spoločnostiam, cirkvi a kláštorom.

Počet spoločne obhospodarovaných a súkromných lesov je 2 600 000, pričom 90 % z tohto sú individuálni vlastníci, väčšinou roľníci. Priemerná rozloha súkromných lesov je 2,6 ha.

Počet pracujúcich v lesnom hospodárstve bol v roku 1978 okolo 200 000, ale pracovné sily sú prevažne starší ľudia a je nedostatok mladých robotníkov.

Požiadavky na drevnú surovinu v posledných rokoch sú okolo 103 mil. m³. Domáca produkcia však v roku 1978 pokrývala len 32 % požiadaviek. Preto sa vyše 71 mil. m³ dovážalo z iných krajín.

Spomedzi spoločností dodávajúcich a spracujúcich drevo a výrobky z dreva je 20 800 piliarskych závodov, 670 preglejkárenských závodov, 550 drevárskych predajní a 16 800 obchodných zariadení, z ktorých väčšina sú malé alebo stredné spoločnosti.

Štátna správa robí opatrenia na zintenzívnenie pestovania a ochrany lesov systémom podpôr peňažnými prostriedkami a pôžičkami, ktoré sa používajú na zabezpečenie kvalitného semena a sadenic, ošetrovanie kultúr, výchovu porastov a ochranu proti nálezom a chorobám. Veľká pozornosť je venovaná propagácii a výchove majiteľov lesov, zameraná na potrebu intenzívnej starostlivosti o lesy a zdokonaľovanie technológie a techniky.

Veľká pozornosť sa venuje aj racionalizácii a modernizácii lesného hospodárstva a vypracúvajú sa projekty zamerané na zdokonaľovanie lesného hospodárstva a zvyšovanie produktivity drevárskeho priemyslu. V predchádzajúcich obdobiach išlo o projekty zalesňovania, mechanizácie a výstavby lesných ciest a zväznic. Súčasný projekt (od roku 1980) zahŕňa plán vytvorenia integrovaného systému využitia domácich surovinných zdrojov v celom procese od produkcie cez distribúciu a spracovanie. Okrem toho tu ide aj o zlepšovanie prírodného prostredia a zvyšovanie záujmu ľudí o prácu v lesníctve.

ORGANIZÁCIA A RIADENIE LESNÉHO HOSPODÁRSTVA

Administratívnu funkciu v starostlivosti o lesy a lesné hospodárstvo v Japonsku má Správa lesov (Forestry Agency) Ministerstva poľnohospodárstva, lesníctva a rybárstva.

Správa lesov sa stará o všestranné využitie lesov, zvyšovanie trvalej produkcie a jej úlohou je: dohľad a podpora riadenia miestnych orgánov na zvyšovanie rozvoja súkromných lesov a drevárskeho priemyslu; riadenie a kontrola štátnych lesov.

Štátne lesy riadia a kontrolujú oblasti správy lesov, lesné závody, lesné správy a poľesia, ktorých ústredím je Správa lesného hospodárstva ministerstva.

Správa lesného hospodárstva riadi aj Výskumný ústav lesnícky a drevársky a Výskumný ústav šľachtenia lesných drevín. Schéma organizačnej štruktúry Správy lesného hospodárstva v Japonsku je na obr. 1.

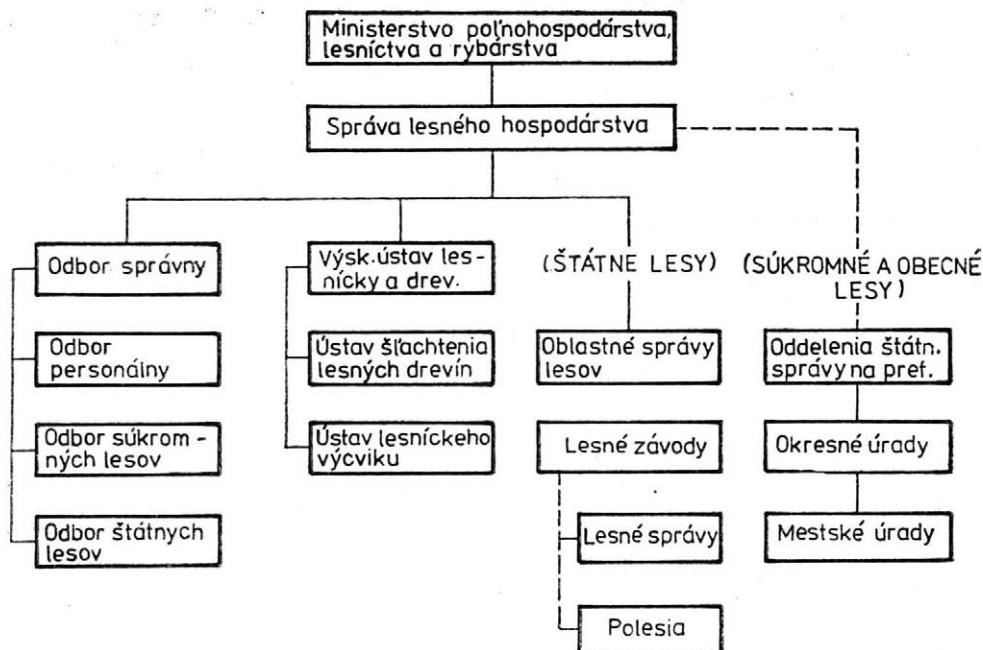
Významnú úlohu pri zabezpečovaní úloh lesného hospodárstva v Japonsku má Spoločnosť majiteľov lesov a Lesné družstvá.

Úlohou Spoločnosti majiteľov lesov je zdokonaľovať systém lesníckej činnosti a zlepšovať ich sociálne a ekonomické postavenie. Činnosť spoločnosti sa sústreďuje na výchovu ľudí a na pomoc pri odborných prácach. V súčasnosti je v spoločnosti 2000 organizácií, v ktorých je organizovaných 1 780 000 členov (60 %) s celkovou rozlohou okolo 80 % súkromných lesov v Japonsku; 1400 organizácií spoločnosti má pracovné skupiny (57 000 členov) na zalesňovanie a ťažbu. Pracovné skupiny napr. zalesňujú okolo 40 % súkromných lesov.

Lesné družstvá obhospodarujú niektoré horské lesy a lesné pôdy využívané pre poľnohospodárstvo. Pôvodná výmera týchto lesov bola okolo 2 000 000 ha. V súčasnej dobe sa rozloha lesných družstiev stabilizovala na 920 000 ha, ktoré sú veľmi efektívne lesnícky a poľnohospodársky využívané; štátna správa podporuje hospodárenie v nich a rieši aj komplikované príbuzenské a užívateľské vzťahy.

PLÁNOVANIE LESNÉHO HOSPODÁRSTVA

Plánovanie lesného hospodárstva v Japonsku je predpísané zákonnými predpismi a považuje sa za nástroj zabezpe-



1. Organizačná štruktúra Správy lesného hospodárstva v Japonsku

čenia dostatočných surovinových zdrojov dreva i plnenia ostatných funkcií lesov. Plány lesného hospodárstva sa vypracúvajú pre jednotlivé skupiny vlastníkov lesov a pre jednotlivé úrovne riadenia. Podľa zákonných predpisov vláda schvaľuje Základný plán lesného hospodárstva s ohľadom na lesné zdroje a Dlhodobý výhľad ponuky a dopytu dôležitých drevenárskych výrobkov. Na základe týchto dvoch dokumentov minister schváli každých 5 rokov štátny plán lesného hospodárstva na obdobie 15 rokov.

Súčasnou štátneho plánu lesného hospodárstva je v neštátnych lesoch Oblasťný plán schválený guvernérom prefektúry každých 5 rokov na obdobie 10 rokov, ktorý vychádza z hospodárskych plánov majiteľov lesov, v štátnych lesoch Základný hospodársky plán schválený generálnym riaditeľom Správy lesného hospodárstva, ktorý tvoria oblasťné hospodárske plány schválené guvernérom prefektúry.

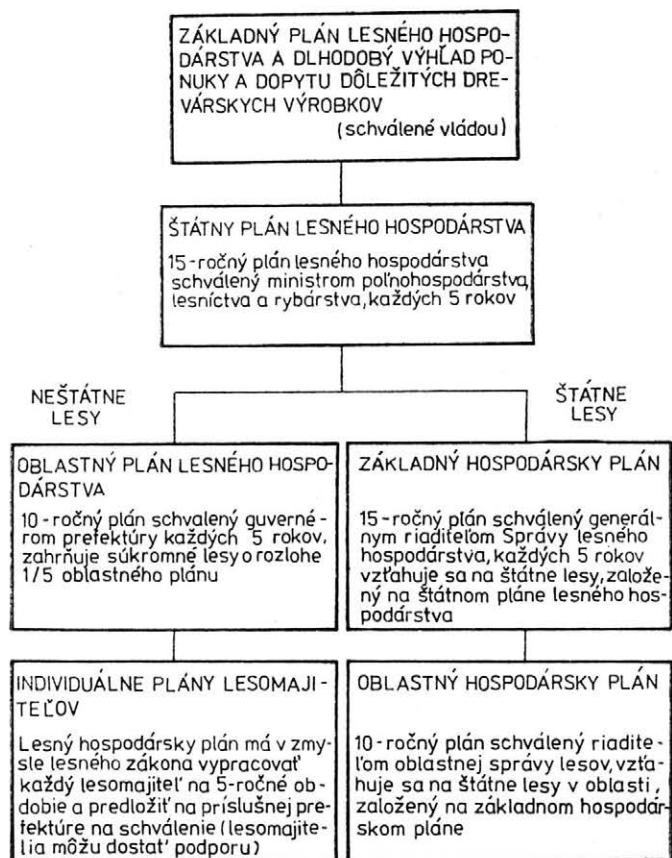
Hospodárske plány udávajú smerné čísla vývoja lesa a obsahujú smernice pre fažbu, obnovu, výchovu, výstavbu lesných ciest a ochranu lesa. Vlastníci lesov sú zaviazaní dodržiavať oblasťné plány, hoci nie sú nútení podľa zákona tak robiť. Individuálni vlastníci lesov vyhotovujú dobrovoľne svoje vlastné

hospodárske plány a žiadajú o ich schválenie guvernérom. Vlastníci, ktorí hospodária podľa hospodárskych plánov, sú uprednostňovaní pri poskytovaní subvencií a úľav z daní.

Systém plánovania lesného hospodárstva v Japonsku je druh systému smerných čísel a okrem toho má charakter skôr podpory žiadúceho hospodárenia než vylúčenia nežiadúceho hospodárenia. Systém plánovania lesného hospodárstva v Japonsku je schematicky znázornený na obr. 2.

ZÁVER

XVII. svetový kongres IUFRO v Japonsku bol ďalším krokom k zlepšeniu medzinárodnej spolupráce v lesníckom výskume. Kongres jednoznačne zdôraznil ekologický princíp vo svetovom lesnom hospodárstve a potrebu opatrení na zvyšovanie kvality a kvantity produkcie, všestranné využívanie lesov a komplexné spracovanie dreva. Poukázal ďalej na potrebu využitia lesnej biomasy pri riešení energetického problému na svete a podporovania lesníckeho výskumu, aby mohol ešte viac prispievať k pokroku ľudstva.



Budúci XVIII. svetový kongres IUFRO bude v Juhoslávii v roku 1986. Bude preto účelné nadviazať aktívnu spoluprácu s vedúcimi jednotlivých oddelení a pracovných skupín IUFRO, podieľať sa na organizovaní medzinárodných

podujatí, podporovať prehĺbenie medzinárodnej spolupráce, využívať dosiahnuté výsledky lesníckych a drevárskych vied a prispievať vlastným podielom do pokladnice svetovej vedy.

Literatúra

- MATSUI, M.: Forest Administration in Japan. Journal of Forestry, July 1980, s. 417-419
- Forestry in Japan, Forestry Agency, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1981
- Forestry Technology in Japan, Forestry Agency, Japan Forest Technical Association
- Administration of Forests and Forests in Japan, Forestry Agency, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1978

Člen korespondent ČSAV prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., Vysoká škola lesnícka a drevárska, 960 53 Zvolen

VÝSLEDKY RESORTNÍHO VÝZKUMU V LESNICTVÍ ZA LETA 1976—1980

Hlavní úkol: Zvyšování produkce dřeva hnojením v lesních porostech.
Koordinátor: Ing. J. Materna, CSc.

Obhájené zprávy:

Hnojení lesních kultur. Ing. J. Ledinský, VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Zvyšování účinnosti hnojení ve starších porostech. Ing. J. Materna, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Vliv hnojení v lesních porostech na kvalitu vody. Ing. V. Lochman, RNDr. A. Lettl, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Vliv hnojení ve smrkových porostech na typech jedlo-bučin. Doc. Ing. R. Čvančara, CSc., VLÚ VŠZ Kostelec n. Č. lesy.

Hlavní úkol: Biotechnika semenných plantáží modřínu a borovice. Koordinátor: Ing. Z. Zavadil, CSc.

Obhájené zprávy:

Biotechnika semenných plantáží modřínu. Ing. Z. Zavadil, CSc., Ing. J. Materna, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Semenné plantáže borovice. Ing. Z. Zavadil, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Pěstování hybridní osiky. Koordinátor: Ing. J. Mottl, CSc.

Obhájené zprávy:

Ověření vegetativně namnožených selektovaných hybridů. Ing. Z. Prudič, CSc., Dr. S. Štěrba, VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Generativní hybridizace vybraných rodičovských párů osiky a selekce stávajících hybridů. Doc. Ing. J. Pospíšil, CSc., LF VŠZ Brno.

Hlavní úkol: Výzkum kritérií určujících vhodnost lesního osiva pro dlouhodobé skladování. Koordinátor: Ing. J. Machaníček, CSc.

Obhájené zprávy:

Výzkum faktorů ovlivňujících dlouhodobé skladování semen (smrk, borovice, buk, modřín). Ing. J. Machaníček, CSc., Ing. B. Urošević, DrSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Rentgenologické stanovení jakosti bukvic. Ing. J. Machaníček, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Metody biologické ochrany proti hmyzím lesním škůdcům. Koordinátor: Ing. J. Kudler, CSc.

Obhájené zprávy:

Výzkum interakcí v systému potrava-hostitel-patogen. Ing. J. Kudler, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Výzkum použití patogenních biopřípravků proti listožravým škůdcům. Ing. M. Švestka, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Možnosti použití nově syntetizovaných látek proti listožravým a savým škůdcům. Ing. R. Hochmut, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Nově syntetizované neinsekticidní látky aplikované na škůdce z řádu brouků. Ing. V. Novák, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Výzkum vlivu ptactva na snížení hustoty populací hmyzích škůdců v periodicky ohrožovaných oblastech. Ing. V. Tichý, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Ochrana porostů méně toxickými látkami. Koordinátor: Ing. V. Novák, CSc.

Obhájené zprávy:

Ochrana proti kůrovcům. Ochrana proti klikorohu borovému. Ochrana proti listožravému hmyzu. Ochrana proti ostatním druhům škodlivého lesního hmyzu. Ing. V. Novák, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Velkovýrobní technologie pěstování sadebního materiálu. Koordinátor: Ing. V. Dušek, CSc.

Obhájené zprávy:

Pěstování obalených sazenic se zaměřením na větší dimenze a zkrácení výrobní doby. Ing. V. Dušek, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.
Řešení soustavy mechanizačních prostředků pro výrobu sazenic ve specializovaných školkách. Ing. J. Drochytka, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Zvýšení technické a technologické úrovně při manipulaci se sazenicemi od sklizně po výsadbu. Ing. V. Štaud, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Pěstování semenáčků v polyetylenových krytech. Doc. Ing. J. Pospíšil, CSc., LF VŠZ Brno.

Vliv klimatických faktorů na růst semenáčků lesních dřevin. Ing. V. Chalupa, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Hnojení sazenic lesních dřevin. Ing. J. Ledinský, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Studium výskytu hub v substrátech a možnosti ochrany proti patogenním druhům hub. Ing. V. Jančařík, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Studium výskytu plevelů v substrátech a obranná opatření. Ing. O. Válková, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Ochrana sítí proti semenožravému ptactvu. Ing. V. Tichý, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Ekonomika velkovýrobní technologie pěstování sadebního materiálu. Dr. Ing. J. Zvolánek, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Nové progresivní technologie výroby dřeva v jehličnatých porostech. Koordinátor: Ing. A. Švenda, CSc.

Obhájené zprávy:

Progresivní těžební technologie v jehličnatých myšních těžbách. Odvětvování jehličnatých myšních stromů pomocí pojízdné soupravy na bázi kolového traktoru. Ing. M. Dressler, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Stroj pro kácení se současným přiblížením a odvětvováním v OVP-1. Zařízení pro drobení klestu v progresivních technologiích myšních těžeb. Zvyšování technické úrovně výbavy traktorů. Ing. J. Popelka, VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Zvyšování technické úrovně výbavy lanových systémů a lanovek. Ing. M. Dressler, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Nové progresivní technologie výroby dřeva v jehličnatých probírkách a prořezávkách. Ing. A. Švenda, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Odvětvovací stroj pro dlouhé dříví v probírkách. Těžební stroj pro odvětvování se současnou výrobou 2m vlákniny na přibližovací lince v jehličnatých probírkách. Ing. Z. Rémán, VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Těžební stroj pro kácení v jehličnatých probírkách se současným vytažením stromu k přibližovací lince. Ing. J. Popelka, VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Výzkum technologií výroby dřeva v jehličnatých probírkách v netraktorových terénech s velkým sklonem. Ing. Z. Rémán, VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Rozvoj manipulačně expedičních skladů ve vztahu k novým progresivním technologiím výroby dřeva v jehličnatých porostech. Prof. Ing. F. Piškula, CSc., LF VŠZ Brno.

Příprava výroby pro progresivní těžební technologie. Ing. I. Adámek, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Přejímka surového jehličnatého dřeva podle hmotnosti. Koordinátor: JUDr. Ing. J. Bozděch, CSc.

Hlavní úkol: Soustava vnitropodnikového řízení založeného na ekonomických vztazích. Koordinátor: Ing. Z. Bludovský, CSc.

Obhájené zprávy:

Soustava ekonomického řízení lesních závodů. Centralizace vybraných ekonomických agend v podnikovém měřítku. Řídicí systém podniků Státních lesů. Vzorové normativy početních stavů a struktury počtu THP pro lesní závody. Zásady ekonomického řízení vnitropodnikových útvarů. Ing. Z. Bludovský, CSc., VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Stanovení komplexního ukazatele použitelného pro účely měření produktivity práce, nákladovosti a pro regulaci mezd v lesním hospodářství. Koordinátor: Ing. V. Khun.

Hlavní úkol: Stanovení vlivu výrobních podmínek na ekonomickou úroveň lesních závodů. Koordinátor: Ing. V. Khun.

Obhájené zprávy:

Kvantifikace ukazatelů vlivu výrobních podmínek na ekonomickou úroveň lesních závodů. Kritéria pro zařazení provozních jednotek lesního hospodářství do kategorií podle náročnosti výroby. Ing. V. Khun, VÚLHM Jiloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Optimalizace investiční vybavenosti podniku Státních lesů.
Koordinátor: Ing. Z. Bludovský, CSc.

Obhájené zprávy:

Reprodukce budov a bytového fondu u Státních lesů. Ing. Z. Bartoš, CSc., LF VSZ Brno.

Stanovení normy spotřeby materiálu a nákladů na údržbu a opravy prашných lesních cest. Dr. Ing. J. Zvolánek, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Prognózy a koncepce lesního hospodářství. Koordinátor: Ing. V. Novotný, CSc.

Obhájené zprávy:

Prognóza rozvoje lesního hospodářství. Ing. V. Novotný, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Koncepce rozvoje lesního hospodářství ČSR. Ing. Z. Poleno, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Prognóza rozvoje vzájemných vztahů mezi lesním hospodářstvím a dřevozpracujícím průmyslem. Koordinátor: Ing. V. Novotný, CSc.

Obhájené zprávy:

Řešení matematického modelu pro řešení vztahů na samočinném počítači. Zpracování koncepce rozvoje vzájemných vztahů mezi lesním hospodářstvím a dřevozpracujícím průmyslem. Ing. V. Novotný, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Šlechtění vybraných dřevin (smrk a douglaska) a zakládání jejich semenných plantáží. Koordinátor: Ing. A. Šika, CSc.

Obhájené zprávy:

Šlechtění smrku. Ing. B. Vinš, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Semenné plantáže smrku. Ing. Z. Zavadil, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Šlechtění douglasky. Ing. A. Šika, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Semenné plantáže douglasky. Ing. Z. Zavadil, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Optimalizace chovu zvěře z hlediska potřeb hospodářských a celospolečenských (v jehličnatých porostech). Koordinátor: Ing. M. Liška.

Obhájené zprávy:

Biologická opatření směřující ke snížení škod způsobovaných spárkatou zvěří. Ing. J. Lochman, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Stanovení zdravotního stavu, preventivní a léčebná opatření ve vytypovaných oblastech s chovem spárkaté zvěře. MVDr. J. Páv, Ing. M. Liška, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Výzkum prostředků z hlediska racionalizace ochrany lesa proti škodám zvěří. Ing. M. Říbal, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Ekonomické zhodnocení projektovaných opatření. Ing. B. Fanta, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Sledování vlivu chovatelských zásahů na kvalitu a vývoj populací srnčí zvěře. Ing. Z. Fišer, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Šlechtění kvalitní srnčí zvěře. Ing. F. Husák, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Opatření na záchranu bílé jelení zvěře. MVDr. J. Páv, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Opatření k stabilizaci stavů tetřevovitých ve vybraných oblastech. Ing. V. Hanuš, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Zlepšení hnízdních podmínek kachny divoké. RNDr. M. Bouchner, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Opatření pro dosažení optimální početnosti zajíců vzhledem k podmínkám lesního hospodářství. Ing. I. Semizorová, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Vliv chemizace na lovnou zvěř. RNDr. J. Janda, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Chov zvěře z ekonomického a celospolečenského hlediska. Ing. B. Fanta, CSc., VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Optimalizace hodnot a skladby normativních prvků spotřeby času prací lesního hospodářství v 6. pětiletce. Koordinátor: Ing. M. Klouda.

Obhájené zprávy:

Optimalizace hodnot a skladby normativních prvků spotřeby času při odvozu dlouhého dříví. Optimalizace hodnot a skladby normativních prvků spotřeby času při ručním odkornování dlouhého dříví a výrobě rovnaného dříví u pařezu. Optimalizace hodnot a skladby normativních prvků spotřeby času při práci shrnovačů. Optimalizace hodnot a skladby normativních prvků spotřeby času při vybraných pra-

cích mechanizované obnovy lesa. Optimalizace hodnot a skladby normativních prvků spotřeby času vybraných prací na manipulačních a expedičních skladech dřeva lesního hospodářství (VK-16, ML-25 a nakládání dřeva na železniční vagóny). Ing. M. Klouda, Ing. M. Nozar, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Racionalizace a ekonomika těžby a využití stromové hmoty. Koordinátor: Ing. K. Syrovátka.

Obhájené zprávy:

Racionalizace a ekonomika těžby a dopravy dřeva. Ing. K. Syrovátka, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Výzkum možnosti a standardizace sortimentů při progresivních technologiích těžby dřeva. Realizace příjmu a evidence dřeva při nových progresivních těžebních technologiích. Ing. A. Šetela, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Posouzení možnosti efektivního využití odpadového dřeva a mimodřevní produkce. Ing. J. Kocman, VÚLHM Jíloviště - Strnady.

Hlavní úkol: Zlepšení genetickej základne lesných drevín. Koordinátor: Ing. Milina Kočiová, CSc.

Obhájené zprávy:

Výskum modifikácie rastu a kvality proveniencií smreka v rôznych podmienkach. Doc. Ing. M. Holubčík, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum rastu kvality proveniencií jedle. Šlachtenie borovice sosny na Slovensku. Ing. A. Laffers, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum rastu a kvality smrekovca v rôznych podmienkach Slovenska. Ing. M. Kočiová, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum rastu a kvality proveniencií duba v podmienkach Slovenska. Dr. Ing. J. Korenek, CSc., VÚLH Zvolen.

Introdukcia douglasky, hodnotenie proveniencií douglasky z hľadísk produkcie, kvality, odolnosti. Doc. Ing. M. Holubčík, CSc., VÚLH Zvolen.

Šlachtenie brestov so zreteľom na odolnosť voči grafioze. Výskum reprodukčných procesov a hybridizácie druhov rodu *Abies*. Ing. L. Greguss, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum premenlivosti a genetických parametrov čiastkových populácií smreka. Doc. Ing. M. Holubčík, CSc., VÚLH Zvolen.

Testovanie potomstiev populácií a výberových stromov. Ing. M. Kočiová, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum genetických a fyziologických faktorov ovplyvňujúcich vývoj a zdatnosť sadbového materiálu. Doc. RNDr. G. Steinhübel, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum mrazuvzdornosti sadeníc s ohľadom na technológiu ich výroby. Ing. P. Križan, CSc., VÚLH Zvolen.

Hlavní úkol: Výskum zdrojov semien lesných drevín a ich najefektívnejšie využitie. Koordinátor: Ing. J. Hoffmann, CSc.

Obhájené zprávy:

Výskum optimálnej štruktúry porastov uznaných pre zber semien — smrek obyčajný. Ing. J. Piovarči, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum obhospodarovania semenných sádov. Ing. J. Hoffmann, CSc., VÚLH Zvolen.

Príprava a zakladanie semenných porastov. Ing. L. Lehotský, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum nových technológií spracovania semien a ich centrálnej predsejbovej prípravy. Ing. F. Simančík, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum kvality semenáčikov pestovaných v pravidelnom spone na papierovej fólii. Ing. M. Humlová, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum dozrievania a dormancie semien lesných drevín. Ing. F. Simančík, CSc., VÚLH Zvolen.

Inventarizácia zdrojov ostatnej materiálovej produkcie vrátane ďalšieho využitia a zlepšenia. Ing. J. Pleva, CSc., VÚLH Zvolen.

Hlavní úkol: Výskum progresivních metod pestování sadbového materiálu. Koordinátor: Ing. A. Löffler, CSc.

Obhájené zprávy:

Výskum pestovania semenáčikov na umelých substrátoch a kontrola ich zdravotného stavu. Ing. J. Lipták, CSc., VÚLH Zvolen.

Optimalizácia minerálnej výživy semenáčikov a sadeníc hlavných druhov drevín. Ing. A. Löffler, CSc., VÚLH Zvolen.

Ochrana semenáčikov a sadeníc pestovaných na voľných záhonoch. RNDr. A. Hešková, CSc., VÚLH Zvolen.
Progresívne agrochemické metódy ničenia buriny v škôlkárskych strediskách. Ing. J. Varínský, CSc., VÚLH Zvolen.
Výskum pestovania semenáčikov a sadeníc s obaleným koreňovým systémom. Ing. J. Lipták, CSc., VÚLH Zvolen.
Výskum fyziologických diferencií medzi sadenicami pestovanými rôznymi spôsobmi. Doc. RNDr. G. Steinhübel, CSc., VÚLH Zvolen.
Mechanizácia technologických postupov pri výrobe sadbového materiálu. Ing. A. Gajdoš, VÚLH Zvolen.

Hlavní úkol: Selekcia topoľov, vrb a vybraných drevín pre pestovanie v nížinných lesoch. Koordinátor: Ing. M. Vojtuš, CSc.

Obhájené zprávy:

Selekcia topoľov, vrb a vybraných drevín pre oblasť nížinných lesov. Ing. K. Preliková, VÚLH Zvolen.
Optimalizácia technológií pestovania topoľov a vrb na typologickom podklade. Ing. Š. Kohán, CSc., VÚLH Zvolen.
Pestovanie lesných porastov a ozeľňovanie krajiny na území vodohospodárskych úprav. Ing. J. Cifra, CSc., VÚLH Zvolen.

Hlavní úkol: Progresívne a racionálne postupy prác pri výstavbe lesnej dopravnej siete a zahrádzaní bystrín. Koordinátor: Ing. V. Dindeský, CSc.

Obhájené zprávy:

Výskum stabilizácia neúnosného podložia lesných ciest chemickými prípravkami RRP-235 a stabilom. Ing. V. Hybbová, VÚLH Zvolen.
Výstavba vozoviek lesných ciest obalovanou drvinou za studena. Ing. D. Fertál, CSc., VÚLH Zvolen.
Výskum metodiky postupov komplexného sprístupnenia porastov. Ing. R. Lindnerová, VÚLH Zvolen.
Výskum rozvoja stavebno-geologického prieskumu na lesných cestách. Ing. D. Kubíny, CSc., VÚLH Zvolen.
Výskum zhutňovania zemín pri stavbe lesných ciest. Ing. D. Dindeský, CSc., VÚLH Zvolen.
Projektovanie lesných ciest. Doc. Ing. J. Beneš, CSc., VŠZ Brno.
Nové stavebné hmoty pre výstavbu lesných ciest a zahrádzanie bystrín. Doc. Ing. J. Beneš, CSc., VŠZ Brno.

Hlavní úkol: Zdokonalenie a modernizácia metód riadenia a výrobných procesov v lesnom hospodárstve. Koordinátor: Ing. M. Voško, CSc.

Obhájené zprávy:

Metódy operačnej analýzy pre vypracovanie projektu koncentrovanej výroby. Ing. M. Voško, CSc., VÚLH Zvolen.
Posudzovanie ekonomických výsledkov hospodárenia vo vzťahu k stavu lesa. Ing. Š. Strogončík, VÚLH Zvolen.
Výskum merania, evidovania, plánovania, financovania a stimulovania výroby sadeníc v škôlkach a substrátoch. Ing. B. Baka, VÚLH Zvolen.
Výskum merania, evidovania, plánovania a stimulovania obnovy lesa. Ing. M. Voško, CSc., VÚLH Zvolen.
Výpočtová technika v riadení lesného podniku, podsystému základné fondy a priestriedky. Ing. D. Klubica, VÚLH Zvolen.
Rezortný systém riadenia lesného hospodárstva a stavebná činnosť — podklady pre TP systém. Ing. L. Sláma, CSc., OPV ASŘ ZSSR.

Hlavní úkol: Výskum otázok ekonomiky práce. Koordinátor: Ing. J. Ďurkovič.

Obhájené zprávy:

Evidencia drevnej hmoty. Ing. J. Ďurkovič, VÚLH Zvolen.

Hlavní úkol: Problémy pracovnej sily a sociálneho rozvoja v lesnom hospodárstve. Koordinátor: Ing. E. Starek, CSc.

Obhájené zprávy:

Metodika sociálneho plánovania pre podmienky podnikov Štátnych lesov v SSR. Doc. Ing. F. Macko, CSc., VŠLD Zvolen.

Výskum pracovných síl vzhľadom na požiadavky modernizácie výroby a riadenia v lesnom hospodárstve. Prof. Ing. J. Porubíak, CSc., VŠLD Zvolen.
Sociologický prieskum práce pri nových technológiách a ich priemet na výuku v LOU. Ing. M. Lacko, CSc., VÚLH Zvolen.
Konceptia a rozvoj sociálnej starostlivosti o pracujúcich v lesnom hospodárstve do roku 1990. Ing. E. Starek, VÚLH Zvolen.

Hlavní úkol: Zdokonaľovanie ekonomických nástrojov, plánovanie a hodnotenie ekonomických výsledkov lesnej výroby. Koordinátor: Ing. J. Gally, CSc.

Obhájené zprávy:

Zdokonalenie merania objemu výroby v lesnom hospodárstve. Ing. J. Pelcner, CSc., VÚLH Zvolen.

Objektivizácia ekonomických výsledkov lesnej výroby vo vzťahu k vnútrozávodným organizačným jednotkám. Ing. J. Zíhľavník, CSc., VÚLH Zvolen.

Modely vnútrozávodového riadenia lesného hospodárstva a ekonomické vzťahy v nich. Ing. J. Gally, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum rentability výroby sortimentov surového dreva vzhľadom na tvorbu cien v lesnom hospodárstve. Ing. J. Rubický, CSc., VÚLH Zvolen.

Ekonomická analýza povojnového vývoja lesného hospodárstva v krajinách RVHP. Prof. Ing. E. Hromada, CSc., VŠLD Zvolen.

Zhodnotenie poznatkov o vplyve diferenciálnej renty na lesné hospodárstvo. Ing. V. Václav, CSc., VÚLH Zvolen.

Hlavní úkol: Meranie a hodnotenie drevnej produkcie porastov a stromov. Koordinátor: Prof. Dr. Ing. J. Halaj, DrSc.

Obhájené zprávy:

Výskum a konštrukcia rastových tabuliek hlavných drevín ČSSR. Prof. Dr. Ing. J. Halaj, DrSc., VÚLH Zvolen.

Výskum a konštrukcia objemových a sortimentačných tabuliek pre hrab a brezu. Ing. V. Čermák, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum automatizovaného systému hospodárskej úpravy lesov. Člen korešpondent ČSAV prof. Ing. A. Priesol, DrSc., VŠLD Zvolen.

Hlavní úkol: Hospodárska úprava lesov. Koordinátor: Ing. C. Greguš, CSc.

Obhájené zprávy:

Výskum metód HÚL pre cyklus obnov lesného hospodárskeho plánu 1981—1990. Ing. C. Greguš, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum metodiky určovania prevádzkových cieľov. Ing. J. Faith, CSc., VÚLH Zvolen.

Racionalizácia zisťovania porastových zásob (z hľadiska využitia diferencovaných rastových tabuliek ČSSR). Ing. M. Dezorzo, VÚLH Zvolen.

Priestorové rámce pre hospodárskoprávnické plánovanie, kontrolu a evidenciu hospodárenia. Doc. Ing. L. Polák, CSc., LF VŠZ Brno.

Uplatňovanie podrastového hospodárskeho spôsobu na výskumnej základni Biely Váh. Ing. C. Greguš, CSc., VÚLH Zvolen.

Racionalizácia meračských prác využitím lesníckej buzoly. Ing. F. Doušek, CSc., LF VŠZ Brno.

Hlavní úkol: Výskum funkcií lesa a zásad obhospodarovania lesov s integrovanými funkciami. Koordinátor: doc. Dr. R. Intribus.

Hlavní úkol: Postupy hospodárenia v imisnej oblasti Žiar nad Hronom. Koordinátor: Ing. E. Sobocký, CSc.

Obhájené zprávy:

Reakcia lesných drevín na súčasnú a perspektívnu imisnú situáciu. Ing. E. Sobocký, CSc., VÚLH Zvolen.

Identifikácia škodlivého účinku imisií pomocou listových analýz. Ing. B. Maňkowská, VÚLH Zvolen.

Vplyv biotických činiteľov na poškodenie lesných drevín. Doc. RNDr. J. Patočka, CSc., VÚLH Zvolen.

Vplyv imisií na zmenu pôdnych vlastností. Ing. E. Bublinec, CSc., VÚLH Zvolen.

Výskum hustoty kultúr. Ing. B. Piskun, CSc., VÚLH Zvolen.

Výchova listnatých porastov v rastovej fáze žrdovín. Ing. L. Štefančík, CSc., VÚLH Zvolen.
 Optimalizácia ťažbovo-obnovných postupov. Ing. J. Mikuška, CSc., VÚLH Zvolen.
 Technológia a technika ťažby v poškodených porastoch jedle. Ing. J. Jančo, CSc., VÚLH Zvolen.
 Výskum prirodzenej obnovy porastov v imisnom území. Ing. H. Zajac, CSc., VÚLH Zvolen.
 Zásady hospodárskoprávnického plánovania v imisnej oblasti Žiar nad Hronom. Ing. C. Greguš, CSc., VÚLH Zvolen.
 Zásady pre úpravu prevádzkových cieľov smerníc hospodárenia. Ing. J. Grék, VÚLH Zvolen.
 Ekonomické zhodnotenie návrhu lesotechnických opatrení v imisnej oblasti Žiar nad Hronom. Ing. M. Voško, CSc., VÚLH Zvolen.

Hlavní úkol: Ochrana lesa proti abiotickým činiteľom, hubovým chorobám a lesným škodcom na Slovensku. Koordinátor: Ing. J. Konôpka, CSc.

Obhájené zprávy:

Výskum zefektívnenia ochrany lesa proti podkôrnemu a drevokaznému hmyzu. Ing. J. Jamnický, CSc., VÚLH Zvolen.
 Výskum chemických a biologických metód ochrany smreka proti hubovým chorobám. RNDr. J. Hečko, CSc., VÚLH Zvolen.
 Výskum chemických a biologických metód ochrany rýchlorastúcich drevín proti hubovým chorobám. Ing. R. Leontovýč, CSc., VÚLH Zvolen.
 Výskum škodcov a chorôb kultúr a ochrana proti nim. Doc. RNDr. J. Patočka, CSc., VÚLH Zvolen.
 Výskum obhospodarovania lesov z hľadiska ich ochrany voči abiotickým škodlivým činiteľom. Ing. J. Konôpka, CSc., VÚLH Zvolen.
 Výskum problematiky ochrany lesov z hľadiska ich integrovaných funkcií. Doc. Ing. M. Čapek, DrSc., VÚLH Zvolen.

Hlavní úkol: Poľovná fauna ako súčasť prírodného prostredia na Slovensku. Koordinátor: doc. Ing. P. Hell, CSc.

Obhájené zprávy:

Výskum zásad poľovného hospodárenia v lesoch s integrovanými funkciami na modelových objektoch. Ing. A. Ladzianský, VÚLH Zvolen.
 Výskum zlepšenia prikrmovania raticovej zveri. Ing. K. Sabadoš, CSc., VÚLH Zvolen.
 Výskum zlepšenia prikrmovania raticovej zveri. Ing. K. Sabadoš, CSc., Ing. P. Hell, CSc., MVDr. J. Farkaš, VÚLH Zvolen.
 Výskum umelého chovu hlucháňa a tetreva. Antropické vplyvy na vzácne druhy stavovcov v TANAPE. Ing. K. Sabadoš, CSc., VÚLH Zvolen.
 Vplyv intenzifikácie poľnohospodárstva na ekológiu a chov malej zveri. Ing. M. Durdík, VÚLH Zvolen.
 Rajonizácia chovu bažanta na Slovensku. Ing. D. Címbal, VÚLH Zvolen.
 Výskum optimalizácie rozčlenenia poľovnej plochy SSR na poľovné revíry. Model organizácie a riadenia poľovníctva v SSR. Doc. Ing. P. Hell, CSc., VÚLH Zvolen.
 Výskum opatrení na tlmenie strongylatóz. MVDr. J. Farkaš, VÚLH Zvolen.

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

Chráněné oblasti, národní parky a přírodní rezervace jsou dnes zřizovány ve všech státech pro studie teoretické i praktické vyhodnocování. Publikace o chráněných oblastech SSSR je cennou monografií dané problematiky vzniklou spoluprací vědeckých pracovníků. Má 240 stran textu a 48 stran barevných a černobílých fotografií z typických chráněných oblastí.

Je zde popsáno celkem 138 chráněných oblastí a přírodních rezervací z 15 republik SSSR. Každá chráněná oblast je dobře popsána a charakterizována. Pod názvem každé oblasti je uvedeno, pod kterou nadřízenou složku patří (např. Hlavní správu ochrany přírody a rezervací, ministerstvo lesů a myslivosti). Je uvedena rozloha v ha, charakteristika geomorfologická a reliéfní, hydrografická, poměry klimatické, geologické a půdní, dále pak poměry vegetační a živočišstvo se speciálními poukazy a výčty vzácných druhů. Zejména u lesů jsou uvedeny podrobné seznamy dřevin a pak výčet vzácných dřevin nebo endemitů. U některých oblastí jsou uvedeny i programy řešených vědeckých výzkumů v daném území.

Nejvíce chráněných oblastí je v Rus-

ké SSR, a to celkem 55. Jsou velmi účelně rozmístěny podle šířkové pásmitosti od subtropů až do arktických oblastí a podle výškové pásmitosti od nížin až po velehory. Podobné rozmístění chráněných oblastí je i v jiných republikách. V Ukrajinské SSR se nalézají 13 chráněných oblastí, v Bělorusku 4, v Uzbekistanu 12, v Kazašsku 6, v Gruzinu 16, v Azerbajdžanu 10, v Lotyšsku 2, v Moldávii 2, v Litvě 4, v Kirgizii 2, v Tadžikistanu 2, v Arménii 2, v Turkestanu 4 a v Estonsku 4.

Rozloha jednotlivých chráněných oblastí je velmi rozdílná a pohybuje se v rozmezí 4000—1 100 000 ha. Největší plošné rozlohy mají chráněné objekty hlavně v horských polohách a pak na Dálném východě. Některé rezervace mají speciální vědeckovýzkumné zaměření zejména na některé vzácné druhy dřevin, zvířet, ptáků a vzácných nerostů, např. mineralogická rezervace ilymská.

Tato cenná publikace podává dobrý přehled a charakteristiku chráněných oblastí SSR. Možno ji doporučit botanikům, zoologům, lesníkům, pedagogům, klimatologům a zejména pracovníkům v ochraně přírody.

Prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

• Podepsáno k tisku 14. 7. 1982.

Lettl A., Materna J.: Vliv zvlhčení vyschlé půdy smrkového porostu na mikrobiální biocenózu	715
Šindelář J.: Perspektivy využití modřinu japonského (<i>Larix leptolepis</i> Gord.) v lesním hospodářství ČSSR	725
Brož A.: Odumírání jedle v oblasti Jihočeských státních lesů	741
Kohán Š.: Hodnotenie rastu a zdravotného stavu topoľov v blízkosti priemyselných závodov	757
Petr J.: Energetické zatížení lanovkářů při výškové montáži lanových zařízení	773

Aktuality

Priesol A.: XVII. svetový kongres IUFRO v Japonsku	779
Bludovský Z.: Výsledky resortního výzkumu v lesnictví za leta 1976—1980	785
Pelíšek J.: Kolektiv: Chráněné oblasti SSSR. 1980, Moskva	792

Příloha

Matematické metody v lesnictví

Páv B.: Mnohonásobná korelace a regrese v lesnictví	55
---	----

СОДЕРЖАНИЕ

Леттл А., Матерна Я.: Влияние увлажнения высохшей почвы под еловым насаждением на микробный биоценоз	724
Шинделарж Й.: Перспективы использования лиственницы японской (<i>Larix leptolepis</i> Gord.) в лесном хозяйстве ЧССР	739
Брож А.: Проблематика отмирания пихты в области Южночешских государственных лесов	755
Коган Ш.: Оценка роста и здоровья тополей вблизи промышленных предприятий	771
Петр Й.: Энергетическая нагрузка трелевщиков при высотной сборке трелевочных установок	777

Новости

Приесол А.: XVII всемирный конгресс ИЮФРО в Японии	779
Блудевски З.: Результаты ведомственного научного исследования в лесоводстве за 1976—1980 гг.	785
Пелишек Й.: Коллектив: Охраняемые области СССР. 1980, Москва	792

Приложение

Математические методы в лесном хозяйстве

Пав Б.: Многократные корреляции и регрессии в лесном хозяйстве	55
--	----

CONTENTS

Lettl A., Materna J.: The Effect of Moistening Dry Soil in Spruce Stand on Microbial Biocenosis	724
Šindelář J.: Prospects of Using Japanese Larch (<i>Larix leptolepis</i> Gord.) in the Forestry of the CSSR	740
Brož A.: Fir Dying-off in the Area of South-Bohemian State Forests	755
Kohán Š.: Evaluation of Growth and Health Condition of Poplars Growing in the Radius of Industrial Enterprises	772
Petr J.: Physical Load of Cablewaymen Assembling Cableways at a Great Height	778

Topical News

Priesol A.: The XVII IUFRO World Congress in Japan	779
Bludovský Z.: The Results of Sylvicultural Research for the Years 1976 to 1980	785
Pelíšek J.: Corporate Author: Protected Regions in the USSR. 1980, Moscow	792

Supplement

Mathematical Methods in Forestry

Páv B.: Multiple Correlation and Regression in Forestry	55
---	----

Lettl A., Materna J.: Einfluß der Anfeuchtung des ausgetrockneten Bodens eines Fichtenbestandes auf die mikrobielle Biozönose	724
Šindelář J.: Perspektiven der Ausnützung der Japanischen Lärche (<i>Larix leptolepis</i> Gord.) in der Forstwirtschaft der CSSR	740
Brož A.: Problematik des Tannensterbens im Gebiet der Südböhmischen Staatswälder	755
Kohán S.: Einschätzung des Wachstums und des Gesundheitszustands von Pappeln im Umkreis von Industriebetrieben	772
Petr J.: Energetische Belastung der Seilbahnmonteure bei der Höhenmontage von Seileinrichtungen	778
Aktualitäten	
Priesol A.: XVII. Weltkongreß IUFRO in Japan	779
Bludovský Z.: Ergebnisse der Ressortuntersuchungen in der Forstwirtschaft von 1976 bis 1980	785
Pelišek J.: Autorenkollektiv: Schutzgebiete der UdSSR. 1980, Moskau	792
Beilage	
Mathematische Methoden in der Forstwirtschaft	
Páv B.: Mehrfache Korrelation und Regression in der Forstwirtschaft	55

TABLE DES MATIÉRES

Lettl A., Materna J.: L'influence de l'humidification du sol sec d'un peuplement d'épicéa sur la biocénose microbienne	An 724
Šindelář J.: Les perspectives de l'utilisation du mélèze <i>Larix leptolepis</i> Gord. dans l'économie forestière en CSSR	An 740
Brož A.: La problématique relative au dépérissement du sapin dans la zone des forêts d'Etat de la Bohême méridionale	756
Kohán S.: L'évaluation de la croissance et de l'état sanitaire des peupliers dans le rayon des entreprises industrielles	772
Petr J.: La charge énergétique des monteuses des transporteurs aériens lors du montage en hauteur des installations à câble	778
Actualités	
Priesol A.: Le XVIIe Congrès mondial de l'I. U. F. R. O. au Japon	779
Bludovský Z.: Les résultats de la recherche de ressort dans l'économie forestière de 1976 à 1980	785
Pelišek J.: Collectif: Les régions protégées en U. R. S. S. 1980, Moscou	792
Annexe	
Les méthodes mathématiques en sylviculture	
Páv B.: La corrélation et la régression multiples en sylviculture	55

LESNICTVÍ č. 10/1982

otiskuje tyto práce:

- Šarman J.: Příspěvek k poznání dynamiky kvantity a kvality povrchového humusu smrkového porostu
- Jiráček J., Pokorný P.: Kulturní a degradační stadia chudých dubových jedlin na hydromorfních půdách Třeboňské pánve
- Tokár F.: Vplyv prvej a druhej prebiecky na statické a dynamické zmeny štruktúry, kvality a vývoja rovnorodých porastov gaštanu jedlého (*Castanea sativa* Mill.)
- Hrubešová E.: Zkušenosti s biofyzikální metodou při určování vodou ohrožovaných míst v trase lesní cesty
- Novotná V.: Návrh aplikace ekonomicko-matematických ukazatelů při analýze úrazovosti v lesním hospodářství

Lesnictví č. 10/1982 stojí 12,— Kčs. Objednávky přijímá

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

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

B. Páv:

Mnohonásobná korelace a regrese v lesnictví

PŘÍLOHA LESNICTVÍ 28 (LV), 1982, Č. 9

Mnohonásobná korelace a regrese mají své uplatnění v nejrůznějších lesnických oborech jako v dendrometrii, hospodářské úpravě lesů, pěstění a šlechtění dřevin a dokonce i v ochraně lesů při prognózování škůdců a chorob (P. Benedex 1979).

Mnohonásobná korelace je rozšířením jednoduché korelace (B. Páv, 1978) na více než dvě náhodné proměnné a umožňuje nám analyzovat vztahy mezi těmito veličinami.

Mnohonásobná regrese poskytuje obecně regresní plochu, v případě lineární regrese rovinu (resp. nadrovinu v prostorech více než trojrozměrných), pomocí níž můžeme odhadnout průměrnou hodnotu závislé náhodné proměnné, jsou-li dány hodnoty dvou nebo více nezávislých náhodných proměnných, např. objem kmene v závislosti na jeho tloušťce a výšce nebo zásobu porostu na 1 ha vzhledem k věku, bonitě a hustotě porostu.

Obecný tvar regresní roviny je

$$x_1 = a_{1,23} \dots + b_{12,3} \dots x_2 + b_{13,2} \dots x_3 + \dots,$$

kde x_1 je závislá náhodná proměnná, $x_2, x_3, \dots$ jsou nezávislé náhodné proměnné a a, b jsou regresní koeficienty (význam indexů si vysvětlíme později).

Poněvadž koeficient korelace měří sílu lineárního vztahu, slouží také jako míra dobrého přímknutí rovnice lineární regrese, a to jak v jednoduché, tak i mnohonásobné korelaci a regresi.

V jednoduché lineární regresi jsou vztahy úplně popsány dvěma přímkami regrese. V mnohonásobné regresi o třech náhodných proměnných jsou tři roviny regrese. Máme-li čtyři náhodné proměnné, existují čtyři regresní roviny. Obecně je tolik rovin regrese, kolik je proměnných. Ve speciálních případech můžeme logicky zamítnout některé z těchto regresních rovin jakožto rovin bez praktického významu.

Uvažujeme-li jen dvě náhodné proměnné, koeficient korelace mezi x_2 jako závislou a x_1 jako nezávislou náhodnou proměnnou je též jako koeficient korelace mezi náhodnou proměnnou x_1 jako závislou a x_2 jako nezávislou. Koeficient mnohonásobné korelace, např. mezi x_1 jako závislou náhodnou proměnnou a x_2, x_3 jako nezávislými náhodnými proměnnými není též jako koeficient mnohonásobné korelace mezi náhodnou proměnnou x_2 jako závislou a x_1, x_3 jako nezávislými náhodnými proměnnými. Dále žádný z těchto dvou koeficientů se nerovná, s výjimkou pouhé náhody, koeficientu mnohonásobné korelace mezi závislou náhodnou proměnnou x_3 a nezávislými náhodnými proměnnými x_1 a x_2 . V mnohonásobné korelaci je tolik různých koeficientů korelace, jako je rovin regrese.

Nejjednodušší forma analýzy korelace a regrese záleží na předpokladu, že vztah mezi náhodnými proměnnými je lineární. V některých případech, kde vztah je zřejmě nelineárního charakteru, není tento předpoklad v souladu se skutečností.

Při jednoduché korelaci jsme se seznámili s mírou nelineárního vztahu, tzv. korelačním poměrem, který záleží ve srovnání variace kolem průměrů sloupcových (nebo řádkových) s celkovou variací (B. Páv, 1978). Toho lze také užít, když existuje nelineární vztah mezi třemi nebo více proměnnými, tehdy mluvíme o poměru mnohonásobné korelace.

Jako míru dobrého přimknutí plochy regrese k empirickým datům lze použít tzv. index mnohonásobné korelace, který záleží ve srovnání variace kolem regresní plochy s celkovou variací. Stejně lze použít indexu korelace jako míry dobré přiléhavosti regresní křivky k empirickému materiálu při jednoduché korelaci.

MNOHONÁSOBNÁ LINEÁRNÍ REGRESE

Uvažujme nejprve tři náhodné proměnné x_1 , x_2 a x_3 , pak můžeme zapsat rovnice rovin regrese takto

$$\begin{aligned}x'_1 &= a_{1.23} + b_{12.3} x_2 + b_{13.2} x_3, \\x'_2 &= a_{2.13} + b_{21.3} x_1 + b_{23.1} x_3, \\x'_3 &= a_{3.12} + b_{31.2} x_1 + b_{32.1} x_2.\end{aligned}\tag{1}$$

Čárkované symboly jsme zavedli pro odhadnuté hodnoty proměnných x_i pomocí rovin regrese. Konstanta $a_{i.jk}$ je v rovnici, kde náhodná proměnná x_i se považuje za závislou a náhodné proměnné x_j , x_k za nezávislé, a o ní platí, že $a_{i.jk} = a_{i.kj}$, tj. nezáleží na pořadí indexů za tečkou. Koeficient $b_{ij.k}$ je při nezávislé náhodné proměnné x_j v regresní rovnici, v níž x_i je závislá náhodná proměnná a x_k druhá nezávislá náhodná proměnná, a o něm platí, že $b_{ij.k} \neq b_{ji.k}$. Koeficientům $b_{ij.k}$ se říká koeficienty dílčí (parciální) regrese.

Rovnice (1) rovin regrese převedeme na jiný tvar translací

$$z_i = x_i - \bar{x},\tag{2}$$

tj. vyjádřením náhodných proměnných pomocí odchylek od jejich průměrů. V nových rovnicích nebudou konstanty a , poněvadž všechny roviny regrese půjdou nyní bodem, jehož souřadnice jsou dány průměrem tří náhodných proměnných.

Tak dostaneme

$$\begin{aligned}z'_1 &= b_{12.3} z_2 + b_{13.2} z_3, \\z'_2 &= b_{21.3} z_1 + b_{23.1} z_3, \\z'_3 &= b_{31.2} z_1 + b_{32.1} z_2\end{aligned}\tag{3}$$

a tyto rovnice přepíšeme do třetího tvaru tak, že odchylky náhodných proměnných od jejich průměrů vyjádříme ve směrodatných odchylkách jako jednotkách. Pak bude

$$\begin{aligned}\frac{z'_1}{\sigma_1} &= \beta_{12.3} \frac{z_2}{\sigma_2} + \beta_{13.2} \frac{z_3}{\sigma_3}, \\ \frac{z'_2}{\sigma_2} &= \beta_{21.3} \frac{z_1}{\sigma_1} + \beta_{23.1} \frac{z_3}{\sigma_3}, \\ \frac{z'_3}{\sigma_3} &= \beta_{31.2} \frac{z_1}{\sigma_1} + \beta_{32.1} \frac{z_2}{\sigma_2},\end{aligned}\tag{4}$$

kde

$$b_{ij.k} = \beta_{ij.k} \frac{\sigma_i}{\sigma_j},$$

jak vyplývá z porovnání systémů rovnic (3) a (4), vynásobíme-li předtím jednotlivé rovnice v (3) směrodatnou odchylkou σ_i .

Koeficienty β můžeme vyčíslit pomocí jednoduchých koeficientů korelace. Vycházíme z maximálně věrohodných odhadů, které nám poskytuje metoda nejmenších čtverců. Máme tedy najít minima součtů

$$\sum_i (z_i - z'_i)^2 = \sum_i \left(\frac{z_i}{\sigma_i} - \beta_{ij.k} \frac{z_j}{\sigma_j} - \beta_{ik.l} \frac{z_k}{\sigma_k} \right)^2.$$

Má-li být uvažovaný součet minimální, musí se rovnat nule parciální derivace tohoto součtu podle β , tudíž

$$\begin{aligned} \sum \frac{z_2}{\sigma_2} \left(\frac{z_1}{\sigma_1} - \beta_{12.3} \frac{z_2}{\sigma_2} - \beta_{13.2} \frac{z_3}{\sigma_3} \right) &= 0, \\ \sum \frac{z_3}{\sigma_3} \left(\frac{z_1}{\sigma_1} - \beta_{12.3} \frac{z_2}{\sigma_2} - \beta_{13.2} \frac{z_3}{\sigma_3} \right) &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Provedeme-li roznásobení v každé rovnici a dělíme-li každou rovnici počtem pozorování n , dostaneme

$$\begin{aligned} \frac{\sum z_1 z_2}{n \sigma_1 \sigma_2} - \beta_{12.3} \frac{\sum z_2^2}{n \sigma_2^2} - \beta_{13.2} \frac{\sum z_2 z_3}{n \sigma_2 \sigma_3} &= 0, \\ \frac{\sum z_1 z_3}{n \sigma_1 \sigma_3} - \beta_{12.3} \frac{\sum z_2 z_3}{n \sigma_2 \sigma_3} - \beta_{13.2} \frac{\sum z_3^2}{n \sigma_3^2} &= 0, \end{aligned}$$

neboli

$$\begin{aligned} r_{12} - \beta_{12.3} - \beta_{13.2} r_{23} &= 0, \\ r_{13} - \beta_{12.3} r_{23} - \beta_{13.2} &= 0. \end{aligned}$$

Řešením rovnic dostáváme

$$\begin{aligned} \frac{\begin{vmatrix} r_{12} & r_{23} \\ r_{13} & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} \\ r_{23} & 1 \end{vmatrix}} &= \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{1 - r_{23}^2} = \beta_{12.3}, \\ \frac{\begin{vmatrix} 1 & r_{12} \\ r_{23} & r_{13} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{23} \\ r_{23} & 1 \end{vmatrix}} &= \frac{r_{13} - r_{12} r_{23}}{1 - r_{23}^2} = \beta_{13.2}. \end{aligned} \quad (6)$$

Pro ostatní dvě regresní roviny vypočteme

$$\begin{aligned} \beta_{21.3} &= \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{1 - r_{13}^2}, & \beta_{23.1} &= \frac{r_{23} - r_{12} r_{13}}{1 - r_{13}^2}, \\ \beta_{31.2} &= \frac{r_{13} - r_{12} r_{23}}{1 - r_{12}^2}, & \beta_{32.1} &= \frac{r_{23} - r_{12} r_{13}}{1 - r_{12}^2}. \end{aligned}$$

Jsou-li jednoduché koeficienty korelace známe, můžeme vypočítat všechna β . Potom z nich můžeme odvodit b (viz (4)), z těch a průměrů pak a . Například

$$b_{12.3} = \beta_{12.3} \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \quad \text{a} \quad b_{13.2} = \beta_{13.2} \frac{\sigma_1}{\sigma_3} \quad (7)$$

a příslušná rovnice regresní roviny bude

$$z'_1 = b_{12.3} z_2 + b_{13.2} z_3,$$

kterou můžeme po dosazení podle (2) přepsat na tvar

$$x'_1 = \bar{x}_1 - b_{12.3} \bar{x}_2 - b_{13.2} \bar{x}_3 + b_{12.3} x_2 + b_{13.2} x_3,$$

takže odtud

$$a_{1.23} = \bar{x}_1 - b_{12.3} \bar{x}_2 - b_{13.2} \bar{x}_3. \quad (8)$$

Podobně odvodíme

$$a_{2.13} = \bar{x}_2 - b_{21.3} \bar{x}_1 - b_{23.1} \bar{x}_3,$$

$$a_{3.12} = \bar{x}_3 - b_{31.2} \bar{x}_1 - b_{32.1} \bar{x}_2.$$

Při užívání těchto rovnic nám pomáhá symetrie v pozici indexů.

Koeficienty regrese, které dostaneme při rozboru mnohonásobné korelace, poskytují často mnohem více informace než koeficient korelace vzhledem k tomu, že udávají průměrné změny jedné proměnné k jednotkovým změnám v druhé proměnné, zatímco vliv ostatních proměnných je vyloučen.

$$R = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{vmatrix}.$$

Nechť R_{ij} je subdeterminantem (minorem) k r_{ij} se znaménkem $(-1)^{i+j}$. To tedy znamená, že např.

$$R_{12} = - \begin{vmatrix} r_{21} & r_{23} \\ r_{31} & r_{33} \end{vmatrix}, \quad R_{13} = \begin{vmatrix} r_{21} & r_{22} \\ r_{31} & r_{32} \end{vmatrix}.$$

Z teorie jednoduché korelace je známo, že

$$r_{11} = r_{22} = r_{33} = 1 \quad \text{a} \quad r_{12} = r_{21},$$

takže můžeme koeficienty β (viz (6)) např. psát

$$\beta_{12.3} = - \frac{R_{12}}{R_{11}}, \quad \beta_{13.2} = - \frac{R_{13}}{R_{11}}.$$

Odtud plyne, že rovnice (4) pak dostávají tvar

$$\frac{z_1}{\sigma_1} R_{11} + \frac{z_2}{\sigma_2} R_{12} + \frac{z_3}{\sigma_3} R_{13} = 0,$$

$$\frac{z_2}{\sigma_2} R_{22} + \frac{z_3}{\sigma_3} R_{23} + \frac{z_1}{\sigma_1} R_{21} = 0,$$

$$\frac{z_3}{\sigma_3} R_{33} + \frac{z_1}{\sigma_1} R_{31} + \frac{z_2}{\sigma_2} R_{32} = 0.$$

Pro explikaci například první rovnice dává nejpravděpodobnější hodnotu z_1 (tedy

i x_1) pro určité hodnoty z_2 a z_3 (x_2 a x_3) za předpokladu, že skutečná regrese je dosti blízká lineární.

Zobecnění pro případ více proměnných dostáváme již snadno. Uvažujeme-li k náhodných proměnných, pak hyperrovina x_1 při nezávislých náhodných proměnných $x_2, x_3, \dots, x_k$ má rovnici

$$\frac{z_1}{\sigma_1} R_{11} + \frac{z_2}{\sigma_2} R_{12} + \dots + \frac{z_k}{\sigma_k} R_{1k} = 0, \quad (9)$$

kde R_{1j} je minorem prvku r_{1j} v determinantu

$$R = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & r_{kk} \end{vmatrix}$$

Příklad 1: Za účelem konstrukce objemových (hmotových) tabulek pro habr (hroubí) bylo třeba podle metodiky (B. Páv, 1966) vyjádřit matematicky nepravou výtvarnici jako funkci výčetní tloušťky a výšky. Vyjdeme-li z mnohonásobné lineární regrese (viz (1)), můžeme tento vztah obecně vyjádřit jako

$$f = a_{1.23} + b_{12.3} d + b_{13.2} h,$$

kde f = nepravá výtvarnice, d = výčetní tloušťka a h = výška.

Na základě empirického materiálu (tabulka I) jsme si specifikovali tyto hodnoty:

aritmetické průměry	$\bar{f} = 468,35$	$\bar{d} = 22,35$	$\bar{h} = 20,13$
směrodatné odchylky	$\sigma_1 = 70,15$	$\sigma_2 = 8,32$	$\sigma_3 = 5,07$
kovariance	$\sigma_{12} = 374$	$\sigma_{23} = 30$	$\sigma_{13} = 227$
korelační koeficienty	$r_{12} = 0,64$	$r_{23} = 0,73$	$r_{13} = 0,64$
počet pozorování	$n = 326$		

Podle (6) si pak snadno vyčíslíme hodnoty koeficientů

$$\beta_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{1 - r_{23}^2} = \frac{0,64 - 0,64 \cdot 0,73}{1 - 0,73^2} = 0,37,$$

$$\beta_{13.2} = \frac{r_{13} - r_{12} r_{23}}{1 - r_{23}^2} = \frac{0,64 - 0,64 \cdot 0,73}{1 - 0,73^2} = 0,37.$$

Z hodnot β si snadno odvodíme hodnoty koeficientů parciální regrese (viz (7))

$$b_{12.3} = \beta_{12.3} \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = 0,37 \frac{70,15}{8,32} = 3,12,$$

$$b_{13.2} = \beta_{13.2} \frac{\sigma_1}{\sigma_3} = 0,37 \frac{70,15}{5,07} = 5,12.$$

Dosazením vypočtených hodnot koeficientů parciální regrese do (8) dostáváme

$$a_{1.23} = \bar{f} - b_{12.3} \bar{d} - b_{13.2} \bar{h} = 468,35 - 3,12 \cdot 22,35 - 5,12 \cdot 20,13 = 295,55.$$

I. Nepravé výtvarnice hroubí habru f (uvedeno jako násobek 10^3)

d \ h	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8	199	199	235	265	214	369	292	336		
9			400	367	351	426	293	373		
10		253	380	422	371	407	362	419	395	427
11		442	411	412	429	421	414	401	483	447
12	511		370	398	470	411	407	398	427	423
13		362	390	398	394	425	422	428	421	444
14			413	379	390	399	442	430	447	428
15				377	401	428	381	435	463	462
16			398	456	413	409	391	423	451	460
17				496	407	447	443	476	433	492
18				646	436	427	415	428	435	476
19						448	444	414	432	504
20					448	332	393	426	453	438
21					393		352	536	428	420
22							433	426	385	516
23						418			484	465
24							445	391		445
25							413		418	497
26								450		459
27									467	
28								436	324	
29									403	504
30										
31									376	
32										
33										
34										507
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										

Finální tvar hledané regresní roviny pak bude

$$f = 295,55 + 3,12 d + 5,12 h.$$

Nalezená rovina, která poskytuje v jistém smyslu a v daném oboru funkcí nejlepší vyrovnání empirického materiálu, výtvarnice opravdu vyrovnává, jak si můžeme zkusmo

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
494											
456	475										
352	451	467	514								
456	450	418	414	458							
482	475	467		530							
450	509	489	461		490						
460	498	467	505	459	531	561	441				
484	451	485	436	475	507						
473	478	467	494	483	451						
459	468	476	542	498	458	516					
438	482	480	486	495	467	489	450				
509	447	484	515	475	447	511					
453	482	510	480	514	501	485	507				
451	497	495	491	488	466	459	432	524			
483	477	482	473	486	495	496	480	473	550		
519	535	449	472	488	502	486	535	481	513		
461	522	520	497	502	467	585	529	515		448	
570	357	458	491	498	522	568	472	543	486		
442	497	454	519		550	632	552	536	493	574	
552	536		512	530	582	515	521	540	410		
	547	627	490	484	518	543	511	494	521		
				635	512	604	494	531	514	587	
622	583		513		412	550	540	527	556	499	
					549	506	422	557	512		513
543		536	518		516	406	494	441	437	551	
		481			550	478	534	592	533		
			506	566		616	541	538	522		
			567					450	614		436
						657		548	673		607
				558							
										407	

ověřit několika výpočty. Např. pro zvolené dvojice hodnot $d = 10$ a $h = 10$, $d = 20$ a $h = 20$, $d = 30$ a $h = 30$ dostáváme hodnoty výtvarnice $f = 378, 460$ a 543 . (Výtvarnice f jsou uváděny jako násobek 10^3 , abychom pro jednodušší manipulaci eliminovali při výpočtech desetinnou čárku.)

Způsob objektivního posouzení dobrého přimknutí regresní roviny k empirickým datům si vyložíme v další kapitole.

Bývá často důležité znát, jak je určitý jev ovlivněn několika jinými, např. jak je ovlivněn objem kmene jeho tloušťkou a výškou nebo jak množství srážek s lesnatostí ovlivňují výpar vody v určité oblasti nebo do jaké míry závisí přírůst sazenic současně na zálivce, hnojení a hustotě výsadby apod. Bývá tedy důležité měřit korelaci mezi závislou náhodnou proměnnou a několika nezávislými náhodnými proměnnými simultánně. Za dobrou míru mnohonásobné korelace se považuje koeficient mnohonásobné korelace, který se definuje analogicky jako koeficient korelace pro dvě proměnné. Vyjdeme z jednoho tvaru (Janko, 1949) pro čtverec koeficientu korelace (koeficient determinace), kterému často dáváme přednost, protože má více smyslu, tedy z tvaru

$$r_{12}^2 = 1 - \frac{\sigma_{1.2}^2}{\sigma_1^2}, \quad (10)$$

kde σ_1^2 = celkový rozptyl a $\sigma_{1.2}^2$ = rozptyl kolem regresní přímky

$$x_1' = a + b_{12} x_2. \quad (10a)$$

Při třech proměnných budeme mít pro čtverec koeficientu korelace analogický výraz

$$r_{1.23}^2 = 1 - \frac{\sigma_{1.23}^2}{\sigma_1^2}, \quad (11)$$

pro čtyři proměnné

$$r_{1.234}^2 = \frac{\sigma_{1.234}^2}{\sigma_1^2}, \quad (12)$$

kde $\sigma_{1.23}^2$ = rozptyl kolem regresní roviny

$$x_1' = a_{1.23} + b_{12.3} x_2 + b_{13.2} x_3 \quad (11a)$$

a $\sigma_{1.234}^2$ = rozptyl kolem regresní nadroviny

$$x_1' = a_{1.234} + b_{12.34} x_2 + b_{13.24} x_3 + b_{14.23} x_4. \quad (12a)$$

Souhrnně můžeme říci, že pro dvě náhodné proměnné vztah nezávislé proměnné x_2 k závislé proměnné x_1 je aproximován rovnicí (10a) a $\sigma_{1.2}^2$ je mírou stupně, v němž přímka tento vztah nepopisuje. Podobně je aproximován rovnicí (11a) vztah dvou nezávislých náhodných proměnných x_2 a x_3 k třetí závislé náhodné proměnné x_1 a $\sigma_{1.23}^2$ je mírou stupně, v jakém rovina tento vztah nevystihuje. Stejně jako je vyjádřen vzorcem (12a) vztah tří nezávislých náhodných proměnných x_2, x_3, x_4 k čtvrté závislé náhodné proměnné x_1 a $\sigma_{1.234}^2$ měří stupeň, v jakém nadrovina vztah nevyjadřuje. V každém případě tedy čtverec směrodatné chyby odhadu $\sigma_{1.2}^2, \sigma_{1.23}^2, \sigma_{1.234}^2$ měří nevysvětlenou část rozptylu. Jak je patrné z definice koeficientu jednoduché i mnohonásobné korelace, nevysvětlená čtvercová variabilita je vyjádřena zlomkem celkového rozptylu σ_1^2 kolem průměru. Odečte-li se od 1, dostaneme odůvodněný podíl rozptylu vlivem uvažovaných proměnných.

Zůstaňme nyní u případu tří proměnných. Koeficient $r_{1.23}$ měří stupeň těsnosti vztahu mezi náhodnou proměnnou x_1 a mezi náhodnými proměnnými x_2 a x_3 vzatými simultánně. Také se můžeme na tuto charakteristiku dívat jako na míru dobrého přilnutí regresní roviny x_1' k množině hodnot x_1 . Podobně $r_{2.13}$ měří těsnost vztahu mezi proměnnou x_2 a proměnnými x_1, x_3 vzatými simultánně, $r_{3.12}$ měří vztah mezi x_3 a x_1, x_2 uvažovanými simultánně. Můžeme se tedy na ně dívat jako na míry dobrého přilnutí k jejich rovinám regrese.

Nyní si všimneme rozptylu kolem roviny regrese $\sigma_{1.23}^2$, který je definován jako průměr čtverců odchylek skutečných hodnot x od odhadnutých x' daných regresní rovinou. Symbolicky jej můžeme zapsat jako

$$\sigma_{1.23}^2 = \frac{1}{n} \sum (x_1 - x'_1)^2,$$

kde n — počet empirických hodnot.

Po zavedení transformace $x_i - \bar{x}_i = z_i$ upravíme rozptyl $\sigma_{1.23}^2$ takto

$$\sigma_{1.23}^2 = \frac{\sigma_1^2 \sum [(x_1 - \bar{x}_1) - (x'_1 - \bar{x}_1)]^2}{\sigma_1^2 n} = \frac{\sigma_1^2 \sum \left(\frac{z_1}{\sigma_1} - \frac{z'_1}{\sigma_1} \right)^2}{n} = \sigma_1^2 \frac{\sum d^2}{n}, \quad (13)$$

kde

$$d = \frac{z_1}{\sigma_1} - \frac{z'_1}{\sigma_1}.$$

Pomocí rovnice regrese x_1 na x_2 a x_3 v (4) dostaneme

$$d = \frac{z_1}{\sigma_1} - \beta_{12.3} \frac{z_2}{\sigma_2} - \beta_{13.2} \frac{z_3}{\sigma_3}. \quad (14)$$

Pak celou rovnici násobíme d , čímž dostáváme

$$d^2 = \frac{z_1}{\sigma_1} d - \beta_{12.3} \frac{z_2}{\sigma_2} d - \beta_{13.2} \frac{z_3}{\sigma_3} d.$$

Všechny takto získané čtverce sečteme a dospíváme k tomuto výsledku

$$\sum d^2 = \frac{\sum z_1 d}{\sigma_1} - \beta_{12.3} \frac{\sum z_2 d}{\sigma_2} - \beta_{13.2} \frac{\sum z_3 d}{\sigma_3}.$$

Z rovnic (14) a (5) je patrné, že

$$\frac{\sum z_2 d}{\sigma_2} = \frac{\sum z_2}{\sigma_2} \left(\frac{z_1}{\sigma_1} - \beta_{12.3} \frac{z_2}{\sigma_2} - \beta_{13.2} \frac{z_3}{\sigma_3} \right) = 0$$

a rovněž

$$\frac{\sum z_3 d}{\sigma_3} = \frac{\sum z_3}{\sigma_3} \left(\frac{z_1}{\sigma_1} - \beta_{12.3} \frac{z_2}{\sigma_2} - \beta_{13.2} \frac{z_3}{\sigma_3} \right) = 0.$$

Tudíž

$$\sum d^2 = \frac{\sum z_1 d}{\sigma_1}$$

a po dosazení za d z výrazu (14) dostáváme

$$\sum d^2 = \frac{\sum z_1^2}{\sigma_1^2} - \beta_{12.3} \frac{\sum z_1 z_2}{\sigma_1 \sigma_2} - \beta_{13.2} \frac{\sum z_1 z_3}{\sigma_1 \sigma_3}.$$

Vydělíme-li celou rovnici počtem pozorování n a vyjádříme-li součty na pravé straně pomocí známých veličin, pak platí

$$\frac{\sum z_1^2}{n} = \sigma_1^2, \quad \frac{\sum z_1 z_2}{n \sigma_1 \sigma_2} = r_{12}, \quad \frac{\sum z_1 z_3}{n \sigma_1 \sigma_3} = r_{13}$$

a dospíváme k výsledku

$$\frac{\Sigma d^2}{n} = 1 - \beta_{12.3} r_{12} - \beta_{13.2} r_{13}.$$

Z poslední rovnice a z rovnice (13) konečně plyne

$$\sigma_{1.23}^2 = \sigma_1^2 (1 - \beta_{12.3} r_{12} - \beta_{13.2} r_{13}).$$

Podobně dostaneme pro rozptyly kolem ostatních rovin regrese tyto relace

$$\sigma_{2.13}^2 = \sigma_2^2 (1 - \beta_{21.3} r_{12} - \beta_{23.1} r_{23})$$

a

$$\sigma_{3.12}^2 = \sigma_3^2 (1 - \beta_{31.2} r_{13} - \beta_{32.1} r_{23}).$$

Lze dokázat, že rozptyl $\sigma_{1.23}^2$ je možno psát ve tvaru

$$\sigma_{1.23}^2 = \sigma_1^2 \frac{R}{R_{11}}. \quad (15)$$

(Vysvětlení symbolů R a R_{11} je v předchozí kapitole.)

Odmocnina z výrazu (15), tj.

$$\sigma_{1.23} = \sigma_1 \left(\frac{R}{R_{11}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

se nazývá směrodatnou chybou odhadu x_1 pomocí hodnot x_2 a x_3 .

Vraťme se ke koeficientu korelace. Koeficient mnohonásobné korelace $r_{1.23}$ je vždy větší než, nebo alespoň roven r_{12} a r_{13} . Plyne to z jednoduché úvahy, že x_1 lze odhadnout lépe (nebo alespoň ne hůře) ze dvou proměnných x_2 a x_3 než pouze z x_2 nebo jen z x_3 . Podobně $r_{2.13}$ je větší než nebo alespoň roven r_{13} a r_{23} .

Vzhledem k (15) můžeme koeficient mnohonásobné korelace (viz (11)) vyjádřit pomocí determinantů ve tvaru

$$r_{1.23} = \left(1 - \frac{R}{R_{11}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

a cyklickou záměnou indexů dostaneme

$$r_{2.31} = \left(1 - \frac{R}{R_{22}} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad r_{3.12} = \left(1 - \frac{R}{R_{33}} \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Přepíšeme-li rovnici (15) na tvar

$$\sigma_{1.23}^2 = \sigma_1^2 \left[1 - \left(1 - \frac{R}{R_{11}} \right) \right],$$

dostaneme

$$\sigma_{1.23}^2 = \sigma_1^2 [1 - r_{1.23}^2].$$

Z poslední rovnice plyne

$$-1 \leq r_{1.23} \leq 1.$$

Kdybychom zahrnuli dost činitelů do mnohonásobné korelace a nedopouštěli se chyb (např. při pozorování), blížil by se koeficient mnohonásobné korelace jedničce, neboť vypočtený koeficient, menší než jedna, nám říká, do jaké míry jsou odhaleny příčiny změn závislé proměnné.

Rovnice pro koeficienty mnohonásobné korelace při třech proměnných, jimž říkáme korelační koeficienty druhého řádu, můžeme zobecnit na koeficienty mnohonásobné korelace $(k-1)$ řádu náhodné proměnné x_1 s ostatními $(k-1)$ náhodnými proměnnými. Vzorec pro koeficient mnohonásobné korelace $(k-1)$ řádu bude mít tvar

$$r_{1.234 \dots k} = \left(1 - \frac{R}{R_{11}}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Příklad 2: Vrátime-li se k zadání v příkladu 1, můžeme si z daných veličin stanovit hodnotu koeficientu mnohonásobné korelace $r_{1.23}$ pro stanovení síly vztahu mezi výtvarnicí jako závislou náhodnou proměnnou a tloušťkou a výškou jako skupinou nezávislých náhodných proměnných.

Nejdříve si vypočítáme determinanty

$$R = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0,64 & 0,64 \\ 0,64 & 1 & 0,73 \\ 0,64 & 0,73 & 1 \end{vmatrix} =$$

$$= 1 + 0,64^2 \cdot 0,73 + 0,64^2 \cdot 0,73 - 0,64^2 - 0,73^2 - 0,64^2 = 0,2459$$

a

$$R_{11} = \begin{vmatrix} r_{22} & r_{23} \\ r_{32} & r_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0,73 \\ 0,73 & 1 \end{vmatrix} = 1 - 0,73^2 = 0,4671.$$

Potom si již snadno vyčíslíme korelační koeficient, který je

$$r_{1.23} = \left(1 - \frac{R}{R_{11}}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(1 - \frac{0,2459}{0,4671}\right)^{\frac{1}{2}} = 0,69.$$

Hodnota mnohonásobného korelačního koeficientu nám říká, že výtvarnice je ve význačné korelaci s tloušťkou a výškou kmene, i když zde zřejmě působí ještě jiné faktory, které však můžeme těžko zjišťovat.

Numerická hodnota uvažovaného korelačního koeficientu nás zároveň informuje, že regresní rovina, kterou jsme vypočítali v příkladu 1, nám dobře vyrovňuje empirická data.

KOEFICIENT DÍLČÍ (PARCIÁLNÍ) KORELACE

Doposud jsme se zabývali koeficientem mnohonásobné korelace, který měří těsnost vztahu mezi závislou náhodnou proměnnou a nezávislými náhodnými proměnnými jakožto skupinou. Tento koeficient je rovněž mírou dobrého přimknutí roviny regrese k pozorovaným datům.

Vypočtený koeficient mnohonásobné korelace nás informuje, do jaké míry byly nalezeny příčiny změn závislé proměnné. Když však je koeficient mnohonásobné korelace znám, soustředíme svou pozornost na poměrnou důležitost každého z uvažovaných faktorů, neboť při statistické analýze nám obvykle nestačí změřit jen společný vliv všech činitelů. Koeficient mnohonásobné korelace neříká nic o relativní důležitosti každého faktoru. Jeho velká hodnota neznamena, že je velmi těsný vztah mezi závislou náhodnou proměnnou a každou nezávislou náhodnou proměnnou, v mnohých případech může být vysoký koeficient mnohonásobné korelace výsledkem velmi těsného vztahu jen mezi dvěma činiteli a ostatní nemusejí být prakticky významní. Stává se často, že zřejmý vztah mezi dvěma proměnnými je ve skutečnosti výsledkem jejich jednotlivé vázanosti s třetí

proměnnou, která má obvykle vliv na obě. Např. při bioklimatickém měření korelace mezi teplotou a vlhkostí vzduchu může být způsobena do značné míry korelací každé z nich se slunečním zářením. Jinými slovy pohyby teploty a vlhkosti jsou způsobeny především jejich tendencí stoupat a klesat s intenzitou slunečního záření a nikoliv přímým vztahem mezi teplotou a vlhkostí.

Statistický obrat, jehož se užívá k odhalení toho, jak mnoho je korelace mezi jednou náhodnou proměnnou a druhou, když třetí náhodná proměnná nebo určitý počet ostatních náhodných proměnných se nechává konstantní, se nazývá dílčí (parciální) korelace. Náhodnou proměnnou ovšem nemůžeme podržet konstantní ve fyzikálním smyslu. Myšlenka podržet konstantní jednu ze tří či více proměnných je zcela myšlenkou statistickou. Záleží v tom, že se eliminuje vliv třetí proměnné či více proměnných z každé ze dvou proměnných, mezi nimiž se hledá dílčí korelace. Blíže to vysvětlíme takto:

Najde se regresní přímka x'_1 vzhledem k x_3 a potom se vypočtou odchylky skutečně pozorovaných hodnot x_1 od těch, které dává přímka regrese $x'_1 = a_{13} + b_{13} x_3$. Odchylky od regresní přímky představují variaci v x_1 , která zbude, když byl eliminován lineární vztah proměnné x_3 . Podobně se vypočítá přímka regrese x'_2 vzhledem k x_3 a stanoví se rezidua skutečných hodnot x_2 od hodnot, které dává přímka regrese $x'_2 = a_{23} + b_{23} x_3$. Tyto odchylky od přímky regrese představují variaci v x_2 , která zbude, když byl vyloučen lineární vliv proměnné x_3 . Počítáme-li pak koeficient korelace reziduálních odchylek v x_1 a x_2 , dostaneme koeficient parciální korelace mezi x_1 a x_2 , když se ponechá x_3 konstantní, poněvadž vliv x_3 na každou z nich byl eliminován.

Koeficient dílčí korelace lze algebraicky vyčíslit pomocí koeficientů jednoduché lineární korelace takto:

Lze snadno dokázat, že odchylku skutečné hodnoty x_1 od přímky regrese x'_1 na x_3 můžeme psát jako $z_1 - z'_1$ (hodnoty z jsou měřeny od příslušných průměrů) nebo

$$z_1 - r_{13} \frac{\sigma_1}{\sigma_3} z_3, \quad (16)'$$

kde (16) je jiný tvar pro regresní přímku, který známe z jednoduché korelace (J. Janko 1949).

Podobně odchylka skutečné hodnoty x_2 od přímky regrese x'_2 na x_3 lze psát jako $z_2 - z'_2$ nebo

$$z_2 - r_{23} \frac{\sigma_2}{\sigma_3} z_3.$$

Směrodatné odchylky těchto reziduí od průměrek regrese jsou již nám známé $\sigma_{1,3}$ a $\sigma_{2,3}$.

Podle vzorce pro jednoduchý koeficient korelace utvoříme koeficient dílčí korelace $r_{12,3}$ mezi x_1 a x_2 , když x_3 je konstantní:

$$r_{12,3} = \frac{\sum (z_1 - z'_1)(z_2 - z'_2)}{N \sigma_{z_1 - z'_1} \sigma_{z_2 - z'_2}} = \frac{\sum \left(z_1 - r_{13} \frac{\sigma_1}{\sigma_3} z_3 \right) \left(z_2 - r_{23} \frac{\sigma_2}{\sigma_3} z_3 \right)}{N \sigma_{1,3} \sigma_{2,3}}.$$

Po rozvedení čitatele a po dosazení za $\sigma_{1,3}$ a $\sigma_{2,3}$ (viz (10)) ve jmenovateli dostaneme

$$r_{12,3} = \frac{\sum z_1 z_2 - r_{23} \frac{\sigma_2}{\sigma_3} \sum z_1 z_3 - r_{13} \frac{\sigma_1}{\sigma_3} \sum z_2 z_3 + r_{13} r_{23} \frac{\sigma_1 \sigma_2}{\sigma_3^2} \sum z_3^2}{N \sigma_1 \sqrt{1 - r_{13}^2} \sigma_2 \sqrt{1 - r_{23}^2}},$$

což můžeme upravit jako

$$r_{12.3} = \frac{\frac{\sum z_1 z_2}{N \sigma_1 \sigma_2} - r_{23} \frac{\sigma_2}{\sigma_2} \cdot \frac{\sum z_1 z_3}{N \sigma_1 \sigma_3} - r_{13} \frac{\sigma_1}{\sigma_1} \cdot \frac{\sum z_2 z_3}{N \sigma_2 \sigma_3} + r_{13} r_{23} \frac{\sigma_1 \sigma_2}{\sigma_1 \sigma_2} \cdot \frac{\sum z_3^2}{N \sigma_3^2}}{\sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}}$$

a pomocí symbolů pro korelační koeficienty jednodušeji přepsat na tvar

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{23} r_{13} - r_{13} r_{23} + r_{13} r_{23}}{\sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}},$$

takže ve finální úpravě máme vzorec pro koeficient dílčí (parciální) korelace

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{\sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}}. \quad (17)$$

Podobné formule dostaneme pro dílčí korelaci mezi x_1 a x_3 , když x_2 se ponechává konstantní a mezi x_2 a x_3 při x_1 konstantním:

$$r_{13.2} = \frac{r_{13} - r_{12} r_{23}}{\sqrt{1 - r_{12}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}},$$

$$r_{23.1} = \frac{r_{23} - r_{12} r_{13}}{\sqrt{1 - r_{12}^2} \sqrt{1 - r_{13}^2}}.$$

Z rovnice (17) vidíme, že nejsou-li x_1 a x_2 v korelaci s x_3 , tj. je-li

$$r_{13} = 0 \text{ a } r_{23} = 0, \text{ pak } r_{12.3} = r_{12}.$$

Podobně, je-li

$$r_{12} = 0 \text{ a } r_{23} = 0, \text{ pak } r_{13.2} = r_{13}$$

a je-li

$$r_{12} = 0 \text{ a } r_{13} = 0, \text{ pak } r_{23.1} = r_{23}.$$

Koeficient parciální korelace lze také psát pomocí nám již známé symboliky ve tvaru

$$r_{12.3}^2 = \frac{R_{11} R_{22} - R}{R_{11} R_{22}}.$$

Rozvinutím hodnot R můžeme dokázat, že platí identita

$$R_{11} R_{22} - R = (-R_{12})^2,$$

takže dostáváme

$$r_{12.3} = \frac{-R_{12}}{(R_{11} R_{22})^{1/2}}.$$

Odvozené koeficienty dílčí korelace se nazývají koeficienty korelace prvního řádu, kdežto jednoduché koeficienty r_{12} , r_{23} , ... se nazývají koeficienty korelace nultého řádu. Jde-li o více než tři náhodné proměnné, např. čtyři proměnné, mluvíme o koeficientech korelace druhého řádu (např. $r_{12.34}$), při pěti proměnných dostáváme koeficienty korelace třetího řádu (např. $r_{12.345}$) atd.

Nakonec si ještě vypíšeme koeficienty parciální korelace druhého řádu. Jelikož lze dokázat, že nezáleží na pořadí indexů za tečkou, tj. platí např.

$$r_{12.34} = r_{12.43},$$

pak je celkem šest možných parciálních korelací druhého řádu pro čtyři proměnné:

$$\begin{aligned} r_{12.34} &= \frac{r_{12.3} - r_{14.3} r_{24.3}}{\sqrt{(1 - r_{14.3}^2)(1 - r_{24.3}^2)}}, & r_{13.24} &= \frac{r_{13.2} - r_{14.2} r_{34.2}}{\sqrt{(1 - r_{14.2}^2)(1 - r_{34.2}^2)}}, \\ r_{14.23} &= \frac{r_{14.2} - r_{13.2} r_{34.2}}{\sqrt{(1 - r_{13.2}^2)(1 - r_{34.2}^2)}}, & r_{23.14} &= \frac{r_{23.1} - r_{24.1} r_{34.1}}{\sqrt{(1 - r_{24.1}^2)(1 - r_{34.1}^2)}}, \\ r_{24.13} &= \frac{r_{24.1} - r_{23.1} r_{34.1}}{\sqrt{(1 - r_{23.1}^2)(1 - r_{34.1}^2)}}, & r_{34.12} &= \frac{r_{34.1} - r_{32.1} r_{42.1}}{\sqrt{(1 - r_{32.1}^2)(1 - r_{42.1}^2)}}. \end{aligned}$$

Obecný vzorec pro dílčí korelaci řádu $(n-2)$ pro n proměnných lze psát takto:

$$r_{12.34 \dots n} = \frac{r_{12.34 \dots n-1} - r_{1n.34 \dots n-1} r_{2n.34 \dots n-1}}{\sqrt{(1 - r_{1n.34 \dots n-1}^2)(1 - r_{2n.34 \dots n-1}^2)}},$$

což je koeficient korelace mezi náhodnými x_1, x_2 , když ostatní $(n-2)$ proměnné se ponechávají konstantní.

Příklad 3: V příkladu 2 jsme si vypočítali koeficient mnohonásobné korelace, kterým jsme změřili velikost vztahu mezi výtvarnicí kmene na jedné straně a tloušťkou a výškou jako skupinou na straně druhé. Nyní budeme studovat vliv jednotlivých faktorů, tj. zvlášť tloušťky a zvlášť výšky na výtvarnici. O tom, jak velká je korelace mezi výtvarnicí a tloušťkou, když výšku ponecháme konstantní, nebo mezi výtvarnicí a výškou, když tloušťku ponecháme konstantní, nás informuje koeficient parciální korelace.

Podle zadání v příkladu 1 koeficient dílčí korelace mezi výtvarnicí a tloušťkou při konstantní výšce bude

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13} r_{23}}{\sqrt{1 - r_{13}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}} = \frac{0,64 - 0,64 \cdot 0,73}{\sqrt{1 - 0,64^2} \sqrt{1 - 0,73^2}} = 0,32.$$

Koeficient dílčí korelace mezi výtvarnicí a výškou při konstantní tloušťce bude

$$r_{13.2} = \frac{r_{13} - r_{12} r_{23}}{\sqrt{1 - r_{12}^2} \sqrt{1 - r_{23}^2}} = \frac{0,64 - 0,64 \cdot 0,73}{\sqrt{1 - 0,64^2} \sqrt{1 - 0,73^2}} = 0,32$$

neboli tentýž jako v předchozím případě, což potvrzuje výsledek jednoduché korelace, kdy koeficient korelace mezi výtvarnicí a tloušťkou byl roven koeficientu korelace mezi výtvarnicí a výškou ($r_{12} = r_{13} = 0,64$).

Vzhledem k tomu, že hodnoty koeficientů jednoduché korelace jsou dvojnásobkem hodnot koeficientů parciální korelace, vyplývá, že tloušťka s výškou jsou v tak silné korelaci, že vztah je téměř vzájemně jednoznačný (změny výšky se odráží ve změnách tloušťky a naopak). Tuto indukci nám potvrzuje i koeficient mnohonásobné korelace (viz příklad 2), který měří simultánní závislost výtvarnice na tloušťce a výšce a jehož hodnota není o mnoho vyšší než hodnoty koeficientů jednoduché korelace.

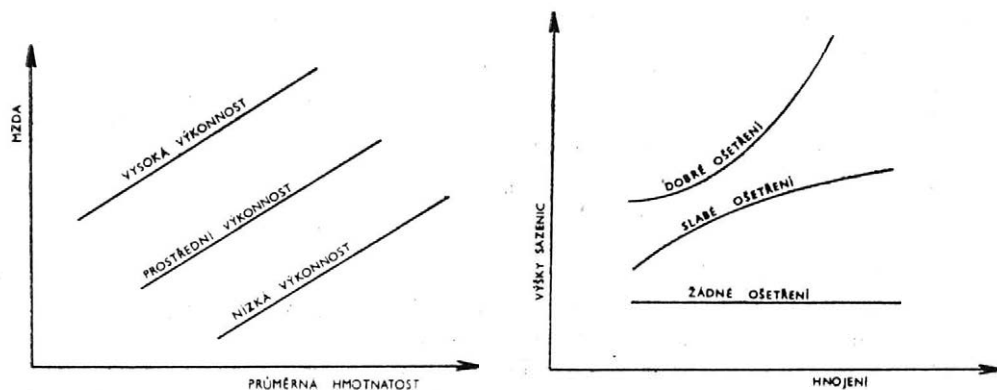
Závěrem můžeme říci, že parciální vliv tloušťky a dílčí vliv výšky na výtvarnici existuje, avšak je mnohem menší než simultánní působení obou faktorů, jak jsme se přesvědčili v příkladu 2, kde hodnota koeficientu mnohonásobné korelace mezi výtvarnicí a skupinou faktorů, kterou tvořila tloušťka a výška, byla $r_{1.23} = 0,69$.

MNOHONÁSOBNÁ NELINEÁRNÍ REGRESE

Analýza pomocí mnohonásobné lineární regrese je založena na předpokladu, že vztahy mezi náhodnými proměnnými jsou lineární, tzn. že se předpokládá, že poměrná

změna v jedné proměnné, vyjádřená pomocí druhé, je stejná pro všechny hodnoty. Druhým omezením, dosti vážným, je předpoklad, že vlivy nezávislých náhodných proměnných na závislou náhodnou proměnnou se uvažují odděleně a prostě se sčítají. Tehdy mluvíme o vztahu aditivním. Přesněji můžeme říci, že vztah mezi jednou nezávislou a jednou závislou proměnnou se nazývá aditivní, když tento vztah je týž bez ohledu na velikost druhých nezávislých proměnných.

Příklad 4: Za účelem studia faktorů, které mají vliv na výdělek dřevorubců, rozdělil se soubor pozorovaných těžebních skupin do tří podsouborů podle pracovního výkonu. Z pozorování vyplynulo, že vztah mzdy k průměrné hmotnosti stromů v porostu byl aditivní. Znázorníme-li si vztah graficky, dostaneme obraz (obr. 1), v němž tři přímky mají přibližně tytéž směrnice, což značí, že vliv hmotnatosti na mzdu byl týž bez ohledu na to, zda výkonnost byla vysoká, střední nebo nízká.



1. Vztah mzdy k průměrné hmotnosti stromů v porostu a pracovní výkonnosti
2. Vztah výšky sazenic k hnojení a ošetření

Jsou případy, kdy se mění vlivy nějaké náhodné proměnné při různých hodnotách druhé náhodné proměnné. Pak vlivy těchto dvou náhodných proměnných nejsou aditivní, ale musí se uvažovat současně a spojeně. Můžeme říci, že když vliv nějaké nezávislé proměnné není konstantní pro všechny druhé nezávislé proměnné, tedy mění se s hodnotami druhé nezávislé proměnné, vztahy jsou simultánní. Povahu simultánního vztahu si můžeme demonstrovat na příkladu.

Příklad 5: Zkoumal se vztah mezi výškou sazenic, ošetřením a hnojením. Při bližším studiu se zjistilo, že jde o vztah simultánní. Tento vztah je znázorněn na obr. 2, z něhož můžeme vyčíst, že při zvyšujících se dávkách hnojiva může výška zůstat stejná, popř. stoupat pomalu nebo rychle, což záleží na tom, nejsou-li sazenice ošetřeny nebo jsou-li ošetřeny jen málo, popř. dobře.

V rovnicích mnohonásobné lineární regrese jsme sčítali jednotlivé členy, které jsou součinem koeficientů regrese a nezávislých náhodných proměnných. Často však rovnice, která by lépe vyhovovala, by obsahovala proměnné ve zcela jiné kombinaci. Např. by v některém případě mohla být vhodnou rovnice

$$x_1 = \frac{b_{12.3} x_2}{b_{13.2} x_3 - a}$$

Z rovnice vidíme, že hodnota zlomku na pravé straně závisí na obou nezávislých proměnných.

ných x_2 a x_3 neboli vliv změn v hodnotě proměnné x_2 na proměnnou x_1 závisí na hodnotě x_3 a obráceně.

Na uvedeném příkladu vidíme, že vztah x_2 a x_3 k x_1 není aditivní, nýbrž simultánní. Simultánní vztah nezávislých náhodných proměnných k závislé může mít formu součinu, podílu, mocniny nebo jiné složitější funkce. Jedním z nejjednodušších vyjádření simultánního vztahu je rovnice

$$x_1 = a + bx_2 + cx_3 + dx_2 x_3.$$

Simultánní vztah je zde vyjádřen součinem dvou nezávislých proměnných x_2 , x_3 . Této rovnici se také říká rovnice lineární simultánní regrese, protože při konstantním x_3 se výraz redukuje na lineární vztah mezi x_1 a x_2 . Nejjednodušší metodou, jak zpracovat simultánní vztah x_2 , x_3 , je považovat jej za čtvrtou náhodnou proměnnou.

Mnohé simultánní nebo i aditivní vztahy nejsou lineární. Pro jednoduchou nelineární simultánní regresi se užívá funkcí typu

$$x_1 = a + bx_2 + cx_3 + dx_2^2 + ex_3^2 + fx_2 x_3.$$

Vzájemné působení náhodných proměnných x_2 a x_3 na x_1 , pro něž jsme dosud užívali součinu $x_2 x_3$, může být vystiženo také jinými formami, jako

$$\frac{x_2}{x_3}, \quad \frac{x_2^2}{x_3}, \quad \frac{\log x_2}{x_3}, \quad \frac{x_2 x_3}{x_2 - x_3}$$

nebo ještě složitějšími.

Když začínáme řešit regresní problém, nelze napřed říci, který z výrazů nejlépe vystihne zkoumaný vztah. Charakter simultánní relace se velmi nesnadno odhaduje a popisuje. Srovnáme-li koeficient mnohonásobné korelace vypočítaný užitím aditivní analýzy s koeficientem mnohonásobné korelace vypočítaným při aplikaci simultánní analýzy a druhý bude větší, usuzujeme ze srovnání obou koeficientů, že simultánní rovnice popisuje vztah přesněji než rovnice aditivní.

Příklad 6: Pro zpřesnění výpočtu objemu (hmoty) hroubí habru pokusili jsme se vyjádřit vztah mezi kmenovou výtvarnicí a výškou a tloušťkou simultánní rovnicí

$$f = a_{1.234} + b_{12.34} d + b_{13.24} h + b_{14.23} dh,$$

kteřou nahrazujeme aditivní rovnicí v příkladu 1.

Základní data v prvním příkladu musíme doplnit hodnotami charakteristik vztahu-jících se k nové (čtvrté) náhodné proměnné

$$u = dh.$$

Touto novou transformací nám regresní plocha v třírozměrném prostoru (kteřou dále matematicky analyzujeme) přejde na regresní nadrovinu ve čtyřrozměrném prostoru.

Z tabulky I jsme vypočítali

$$\begin{aligned} \bar{u} &= 480,27, & \sigma_{14} &= 12\,080,52, & r_{14} &= 0,65, \\ \sigma_4 &= 264,32, & \sigma_{24} &= 2\,081,28, & r_{24} &= 0,95, \\ & & \sigma_{34} &= 1\,173,52, & r_{34} &= 0,88. \end{aligned}$$

Dříve než budeme počítat a dále se zabývat novou regresní plochou, spočítáme si koeficient mnohonásobné regrese, který nám změří sílu vztahu mezi závislou náhodnou

proměnnou f a skupinou nezávislých náhodných proměnných d , h a u . Za tím účelem si vyčíslíme determinant

$$R = \begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0,64 & 0,64 & 0,65 \\ 0,64 & 1 & 0,73 & 0,95 \\ 0,64 & 0,73 & 1 & 0,88 \\ 0,65 & 0,95 & 0,88 & 1 \end{vmatrix},$$

jehož hodnotu stanovíme podle schématu

$$\begin{aligned} R &= r_{11} R_{11} + r_{12} R_{12} + r_{13} R_{13} + r_{14} R_{14} = \\ &= \begin{vmatrix} 1 & 0,73 & 0,95 \\ 0,73 & 1 & 0,88 \\ 0,95 & 0,88 & 1 \end{vmatrix} - 0,64 \begin{vmatrix} 0,64 & 0,73 & 0,95 \\ 0,64 & 1 & 0,88 \\ 0,65 & 0,88 & 1 \end{vmatrix} + \\ &+ 0,64 \begin{vmatrix} 0,64 & 1 & 0,95 \\ 0,64 & 0,73 & 0,88 \\ 0,65 & 0,95 & 1 \end{vmatrix} - 0,65 \begin{vmatrix} 0,64 & 1 & 0,73 \\ 0,64 & 0,73 & 1 \\ 0,65 & 0,95 & 0,88 \end{vmatrix} = \\ &= 0,011 - 0,64 \cdot 0,013 + 0,64 \cdot (-0,009) - 0,65 \cdot (-0,013) = 0,003. \end{aligned}$$

Mnohonásobný koeficient korelace pak je

$$r_{1.234} = \left(1 - \frac{R}{R_{11}}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(1 - \frac{0,003}{0,011}\right)^{\frac{1}{2}} = 0,85.$$

Poměrně vysoká hodnota koeficientu mnohonásobné korelace nám říká, že funkce f lineární simultánní regrese empirický materiál dobře vyrovňuje, a to lépe než regresní rovina v příkladu 1 (viz příklad 2, kde $r_{1.23} = 0,69$).

Upravený tvar regresní nadroviny, na níž po transformaci $u = dh$ funkce f přechází, pak podle (9) bude

$$\frac{z_1}{\sigma_1} R_{11} + \frac{z_2}{\sigma_2} R_{12} + \frac{z_3}{\sigma_3} R_{13} + \frac{z_4}{\sigma_4} R_{14} = 0,$$

kde $z_1 = f - \bar{f}$, $z_2 = d - \bar{d}$, $z_3 = h - \bar{h}$, $z_4 = u - \bar{u}$

a R_{1j} je minorem příslušným prvku r_{1j} v determinantu R .

Dosadíme-li za minory R_{1j} , směrodatné odchylky a průměry do výše uvedené regresní hyperroviny, dostaneme tento specifický tvar

$$\frac{f - 468,35}{70,15} 0,011 + \frac{d - 22,35}{8,32} (-0,013) + \frac{h - 20,13}{5,07} (-0,009) + \frac{u - 480,27}{264,32} 0,013 = 0.$$

Po úpravě rovnice a po dosazení za $u = dh$ dostáváme

$$f = 9,935 d + 11,284 h - 0,309 dh + 167,91.$$

Pro lepší představu regresní plochy tuto podrobněji matematicky analyzujeme, i když pro jednodušší záznam v obecném znění. Vyšetřovaná prostorová plocha souřadnou rovinu (df) protíná v přímce $f = a_{1.234} + b_{12.34} d$ a rovinu (hf) v přímce $f = a_{1.234} + b_{13.24} h$. Třetí souřadnou rovinu (dh) protíná pak v křivce

$$a_{1.234} + b_{12.34} d + b_{13.24} h + b_{14.23} dh = 0.$$

Křivka je rovnosou asymptotickou hyperbolou se středem

$$S\left(-\frac{b_{13}}{b_{14}}, -\frac{b_{12}}{b_{14}}\right), \text{ poloosou } a = \sqrt{2 \left| -\frac{a_1}{b_{14}} + \frac{b_{12} b_{13}}{b_{14}^2} \right|}$$

a asymptotami rovnoběžnými se souřadnými osami $h = -\frac{b_{12}}{b_{14}}$ a $d = -\frac{b_{13}}{b_{14}}$.

Vedeme-li plochu řezy rovnoběžné s rovinou (fh), dostaneme pro $d = \text{konst.}$ přímky

$$f = A_1 + B_1 h,$$

kde $A_1 = a_1 + b_{12}$ a $B_1 = b_{13} + b_{14} d$.

Podobně roviny rovnoběžné s rovinou (fd) nám protínají plochu pro $d = \text{konst.}$ v přímce

$$f = A_2 + B_2 d,$$

kde $A_2 = a_1 + b_{13} h$ a $B_2 = b_{12} + b_{14} h$.

Řežeme-li plochu rovnoběžně s rovinou (dh) ve vzdálenosti f od počátku, dostaneme rovněž rovnosou asymptotickou hyperbolu jako při řezu rovinou (dh) (viz výše) se stejným středem i asymptotami, jen jinou poloosou $a = \sqrt{2 \left| \frac{f - a_1}{b_{14}} + \frac{b_{12} b_{13}}{b_{14}^2} \right|}$.

$$a = \sqrt{2 \left| \frac{f - a_1}{b_{14}} + \frac{b_{12} b_{13}}{b_{14}^2} \right|}$$

ZÁVĚR

Mnohonásobná korelace nám pomáhá analyzovat složité vztahy mezi více než dvěma veličinami, tj. odhaluje a klasifikuje jejich závažnost. Mnohonásobná regrese umožňuje nám pak tyto vztahy v jistém smyslu nejlepším způsobem matematicky formulovat.

Protože v běžných statistických učebnicích a příručkách se o mnohonásobné korelaci a regresi podrobně nepojednává, předkládáme tento příspěvek, abychom mezeru doplnili. Obtížnost výpočtů, které se při demonstrování metodách vyskytují a které dříve odrazovaly od aplikace, odstraňuje nyní moderní výpočetní technika.

Literatura

- BENEDEX, P.: Prediction of pestes, diseases and losses. Principles and computer applications. EPPO Bull., r. 9, 1979, č. 3, s. 323–332
 CRAMÉR, H.: Mathematical Methods of Statistics. Princeton University, 1957
 DUNIN-BARKOVSKIJ, I. V. — SMIRNOV, N. V.: Teorija verojatnostej i matematičeskaja statistika v technike. Moskva, 1955
 HALD, A.: Statistical Theory with Engineering Applications. John Wiley and Sons New York, 1952
 JANKO, J.: Matematická statistika I. ČVUT Praha, 1949
 KORF, V.: Dendrometrie. SZN Praha, 1972
 PÁV, B.: Matematická statistika v lesnictví (II. část). Příloha časopisu Lesnictví, r. 24 (LI), 1978, č. 5
 PÁV, B.: Metodika konstrukce hmotových tabulek. Lesnický časopis, r. 12 (XXXIX), 1966, č. 7
 ŠIDÁK, Z.: Současné vývojové směry matematické statistiky. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, r. XVIII, 1973, č. 3, s. 116–122
 ŠMELKO, Š. — WOLF, J.: Štatistické metódy v lesníctve. Príroda Bratislava, 1977

Ing. Bohdan Páv, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnádý, 255 01 Praha 5 - Zbraslav