



LESNICTVÍ



5

ROČNÍK 26 (LIII)
PRAHA
KVĚTEN 1980
CENA 12 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚĚLSTVÍ

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., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., genmjr. Ing. Václav Růžicka, prof. Ing. Miroslav Stolina, CSc.

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

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1980

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.

PROGNÓZA VÝVOJE POŽADAVKŮ NA SLOŽENÍ LESNÍ VÝROBY SESTAVENÁ METODOU KŘÍŽOVÝCH INTERAKCÍ

J. Bartuněk

BARTUNĚK, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Prognóza vývoje požadavků na složení lesní výroby sestavené metodou křížových interakcí*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 385-407.

Metodickým východiskem prognózy byla aplikace metody křížových interakcí. Časový horizont prognózy — tj. rok 2020 — byl zvolen s ohledem na možnosti použité metody, avšak tak, aby vytvořený časový rámec dovoloval ovlivnit základní ukazatele stavu lesa, zejména pak zastoupení dřevin, délku doby obměny a hospodářský způsob. Studie obsahuje tyto informace o požadavcích společnosti na složení lesní výroby a služeb poskytovaných lesním hospodářstvím ČSSR do roku 2020: analýzu vztahu mezi lesním hospodářstvím a předmětem prognózy, posouzení metodických východisek použitelných k řešení úkolu, zkušenosti z aplikace metody křížových interakcí a některé návrhy na zlepšení této prognostické metody, seznam očekávaných událostí z oblasti předmětu prognózy, výslednou matici křížových interakcí, vyjadřující vzájemné působení očekávaných událostí, stanovení pravděpodobného pořadí realizace očekávaných událostí, transformace pravděpodobnosti realizace očekávaných událostí a využití jejich výsledků k sestavení prognózy, kvantifikace interakcí mezi skupinami očekávaných událostí, synoptický scénář budoucího vývoje předmětu prognózy.

výroba lesní; prognózy; metoda křížových interakcí

Prognostickou činnost, která přichází v úvahu v oblasti řízení lesního hospodářství, můžeme rozdělit do sedmi skupin, přičemž každou z těchto skupin můžeme považovat za dílčí prognózu: 1. základních ukazatelů stavu lesních porostů, 2. technického rozvoje a technologií lesní výroby, 3. potřeby pracovníků a jejich kvalifikace, 4. organizace a řízení lesního hospodářství, 5. potřeby dřeva a ostatních produktů lesní výroby, 6. požadavků společnosti na plnění ostatních užitečných funkcí lesního hospodářství, 7. ekonomických ukazatelů. Souhrn těchto dílčích prognóz tvoří komplexní prognózu rozvoje lesního hospodářství. Předmětem naší prognostické studie je pátá, šestá a sedmá skupina těchto dílčích prognóz.

Z popsaného členění lesnické prognostické činnosti je zřejmé, že jednotlivé prognózy nebudou mít stejný časový horizont a k jejich sestavení bude třeba použít různých metod. Problém rozdílnosti časových horizontů je řešitelný pomocí modifikované aplikace ekonomických horizontů, jak je pro použití v plánovací činnosti zavedl W. Wittmann [1959] a v lesnickém plánování použil G. Speidel [1972]. Složitějším problémem je použití vhodných prognostických metod. Metodick-

kou obtížnost způsobuje zejména dlouhodobost reprodukčního procesu lesní výroby, která se v plném rozsahu uplatňuje u předmětu naší prognózy. Metodicky jednodušší jsou např. prognózy technického rozvoje a vývoje technologií lesní výroby, které mají k dispozici širokou škálu metod a značné zkušenosti z jejich aplikace v jiných odvětvích společenské výroby. Naproti tomu předmět naší prognózy a např. prognózy vývoje ekonomických ukazatelů mají podstatně užší metodické možnosti. Jednou z hlavních příčin těchto potíží je nedostatek ukazatelů s dostatečnou vypovídací schopností, umožňujících analytické zkoumání reprodukčního procesu lesního hospodářství v žádoucím rozsahu.

Kvalita, a tím i použitelnost prognóz ekonomického charakteru — do nichž patří i naše prognóza — do značné míry závisí na hloubce a kvalitě analýzy referenčního období. I když ve vývojové řadě existují zvraty, je mezi oběma časovými horizonty vývoje — tj. mezi kladným i záporným — zpětná vazba. Přístup k posuzování reprodukčního procesu lesní výroby jak *ex post*, tak *ex ante* s využitím zpětných vazeb je pro poznání ekonomických procesů probíhajících v lesním hospodářství důležitý zejména proto, že faktor času je mimořádně důležitým činitelem při formulaci cílů tohoto odvětví společenské výroby.

Jako východisko ze zmíněných metodických obtíží spojených se sestavením naší prognózy se nám jevílo použití heuristického přístupu (expertizní princip), jehož výsledky jsme pak zpracovali pomocí modifikované metody křížových interakcí.

METODA KŘÍŽOVÝCH INTERAKCÍ

Metodu křížových interakcí definuje O. Šulc, P. Alexander (1972) jako experimentální analytický postup prognózování záležející v uspořádání a vyhodnocení dvou druhů údajů vztahujících se k ohraňovanému souboru změn a jevů. Uspořádání a vyhodnocování se vztahuje jednak k procentu pravděpodobnosti výskytu jevů, jednak k vzájemnému ovlivňování jednoho jevu druhým, tedy k interakci mezi jevy. Působení této interakce se může projevit buď snížením (inhibice), nebo zvýšením (akcelerace) pravděpodobnosti výskytu jevu následujícího. Inhibice nebo akcelerace je vyvolána výskytem předcházejícího jevu.

Po formální stránce je metoda křížových interakcí maticové uspořádání souborů jevů, které tvoří systém. Základním cílem analýzy křížových interakcí je korelace původních pravděpodobností realizace jednotlivých událostí jako výsledek křížových interakcí s ostatními událostmi souboru. Kromě toho umožňuje tato metoda kvantifikaci důsledků simulace uskutečnění jednotlivých událostí nebo jejich skupin na výskyt ostatních. Umožňuje tedy vyjádřit změny pravděpodobnosti výskytu ovlivňujících jevů jako simulující působení politických, sociálních a vědeckotechnických komponentů vývoje.

Princip metody křížových interakcí můžeme podle uvedených autorů zjednodušeně vyjádřit takto:

$$P'_i = f(P_i, k, S, T_m, t_i),$$

kde: P'_i — pravděpodobnost výskytu události J_i po uskutečnění události J_m ,
 J_i — ovlivňovaná událost,

J_m	— ovlivňující událost,
P_i	— pravděpodobnost výskytu události J_i před uskutečněním události J_m ,
k	— směr ovlivnění,
S	— síla ovlivnění,
T_m	— časový horizont realizace výskytu ovlivňující události,
t_i	— časový horizont realizace výskytu ovlivňované události.

V Československu byla metoda křížových interakcí poprvé prakticky použita koncem šedesátých let v oblasti telekomunikací (O. Šulc 1969 a 1971). V oblasti zkoumání budoucího vývoje lesního hospodářství byla tato metoda poprvé použita pro sestavení synoptického scénáře schematického nástinu průřezové prognózy vývoje lesního hospodářství ČSR do roku 2000 (J. Bartunek 1974). Dosavadní aplikace této metody doma i v zahraničí (T. J. Gordon 1968 a 1970, O. Helmer 1969, R. Rochberg 1970, E. Enzer 1970) prokázaly její použitelnost a perspektivnost, zejména pro její simulační charakter a možnost systémového přístupu k řešení úlohy predikace.

FORMULACE OČEKÁVANÝCH UDÁlostÍ DO ROKU 2020

Sestavení souboru událostí je bezpochyby nejdůležitější etapou praktické aplikace metody křížových interakcí. Charakter předmětu naší prognózy vyžadoval, aby časový horizont předpovědi byl v souladu s mimořádně dlouhým časovým rámcem reprodukce lesní výroby.

Snažili jsme se proto na jedné straně o co nejdelší časový horizont, na druhé straně jsme však nemohli opustit reálnou základnu našich úvah a šetření. Výsledkem této konfrontace bylo rozhodnutí o čtyřicetiletém časovém horizontu uvažované prognózy. Čtyři desetiletí netvoří sice ani polovinu doby obmýtní většiny hospodářsky významnějších dřevin, jsou však přece jen dosti značným časovým prostorem pro řadu biologických, technických i ekonomických opatření, která by bylo možno učinit k vytvoření souladu mezi produkcí lesního hospodářství a společenskou potřebou.

K vytvoření představy o tom, jakým směrem se budou pravděpodobně vyvíjet v příštích 40 letech požadavky na složení produkce lesní výroby a na služby poskytované lesním hospodářstvím společnosti, jsme vykonali anketní šetření. Zúčastnilo se ho 30 respondentů, převážně z podniků a lesních závodů ČSR. Seznam očekávaných událostí byl sestaven jednak na základě výsledků této ankety, jednak na základě literárních údajů (E. Hromada 1972, J. Ruprich 1973, E. Kafka 1974, V. Novotný, J. Procházka 1974, V. Janeba 1975, J. Goldmann 1975, R. Duben, B. Stíbalová 1976, Z. Bludovský 1976, P. Hrubý 1976, O. Šulc 1976).

Očekávané události jsme z věcného hlediska shrnuli do čtyř tematických okruhů:

A. Některé směry a vývojové tendence v rozvoji ČSSR:

1. Počet obyvatel ČSSR vzroste do roku 2000 ve srovnání s rokem 1970 o 13 %, dosáhne výše 17 mil. (ČSR 11 mil., SSR 6 mil.).

2. Životní styl obyvatelstva se bude vyvíjet tak, že dojde k dalšímu růstu spotřeby, umožňující kvalitně vyšší reprodukci pracovní síly.

3. Hierarchie nejdůležitějších cílů na úseku životní úrovně obyvatelstva bude v období do roku 2000: uspokojování potřeby bydlení, péče o rozvoj populace, zlepšení a prohloubení systému sociálního zabezpečení a sociálních jistot obyvatelstva, péče o kvalitu všech stránek životního prostředí, péče o vzdělanost a kulturní úroveň obyvatelstva, péče o zdraví obyvatelstva, uspokojování hmotných potřeb a rozvoj placených služeb, uspokojování potřeby volného času.

4. Reálné příjmy obyvatelstva se ve srovnání s rokem 1975 zvýší do roku 2000 3krát.

5. Rozsah požadavků na služby poskytované obyvatelstvu, které umožňují efektivní využívání volného času a kvalitnější reprodukci pracovní síly, se do roku 2000 zvýší ve srovnání s rokem 1975 4krát.

6. V roce 2000 bude mít 65 % příslušníků populace úplné středoškolské vzdělání a počet přijímaných posluchačů na vysoké školy bude činit 25 % příslušných věkových ročníků.

7. Spotřeba plynu na 1 obyvatele vzroste ve srovnání s rokem 1970 5krát. V oblastech mimo rozsah plynovodní sítě se zvýší 2krát spotřeba propan-butanu.

8. Celková spotřeba elektřiny se do roku 2000 zvýší ve srovnání s rokem 1970 4krát.

9. Potravinářský průmysl zvýší dodávky spotřebitelům do roku 2000 ve srovnání s rokem 1970 o 80 %.

10. Cílevědomé vytváření životního prostředí bude bráno v úvahu při každé ekonomické činnosti v krajině.

11. Vědeckotechnický pokrok bude rozvíjen v uvážlivém vztahu k přírodě a jejím zdrojům.

12. Zdokonalí se způsob plánování v oblasti péče o životní prostředí (jak v rámci perspektivních, tak i operativních plánů).

13. Zvýší se odpovědnost institucí i občanů za ochranu životního prostředí.

14. Rozšíří se výzkum problémů péče o životní prostředí.

15. Na školách se rozšíří výuka zaměřená na péči o životní prostředí, zvýší se počet kvalifikovaných odborníků na tomto úseku společenské činnosti.

16. V roce 2000 nebude většina chemických závodů znečišťovat životní prostředí; nežádoucí součásti průmyslových exhalátů budou selektivně odstraňovány.

17. V roce 2020 dojde k řízenému ovládnutí počasí nad rozsáhlým územím.

18. Rozsah trávení volného času v přírodě (sport, turistika, myslivost) se do roku 2000 zvýší ve srovnání s rokem 1975 2krát.

19. V roce 2000 bude 1 osobní automobil připadat na 4 obyvatele (v roce 1975 připadal na 11 obyvatel).

B. Události, které se mohou v budoucnu uskutečnit v lesním hospodářství na úseku materiální produkce lesní výroby:

a) Výroba dřeva

20. Spotřeba dřeva se zvýší tak, že bude zužitkována nadzemní část stromu od tloušťky 4 cm.

21. Nedostatek surovin si vynutí vytěžení a zužitkování 50 % pařezů jehličnatých stromů.

22. Energetická krize se prohloubí tak, že 20 % těžného dřeva bude využíváno k výrobě energie.

23. Podíl dřeva získaného z výchovných zásahů se zvýší na 40 % (v roce 1974 činil v ČSR 28 %).

24. Surovinový deficit vyvolá úsilí o zvýšení přírůstu dřeva cestou zintenzívnění lesní výroby. Přestárlé a nepřirůstavé porosty budou zlikvidovány. Stanovištně a provenienčně nevhodné porosty budou přeměněny. Převody pařezin budou provedeny všude tam, kde to umožní zvýšení produkce dřeva.

25. Zvýšené požadavky na produkci dřeva pro chemické zpracování a k výrobě aglomerátů povedou k zakládání lignikultur na lesní půdě.

b) Přidružená lesní výroba

26. Zvýšená poptávka po jedlých houbách a lesních plodinách (jahody, maliny, brusinky apod.) vyvolá potřebu zintenzívnění jejich produkce (intenzifikační opatření budou směřovat jednak k velkovýrobní produkci, jednak ke zvýšení atraktivnosti reakčních lesů).

27. 50 % vánočních stromků bude vyráběno na plantážích.

28. Surovinový deficit vyvolá takovou potřebu pryskyřice, že její těžba bude prováděna na 80 % celkové plochy mýtných borových porostů.

29. Výroba vitamínové moučky ze stromové zeleně a krmiv z dřevního odpadu (produkty depolymerizovaného dřeva) pokryje 7 % spotřeby krmiv v živočišné výrobě.

c) Myslivost

30. Nedostatek živočišných bílkovin vyvolá zintenzívnění produkce zvěřiny, stavy drobné zvěře se proti dnešním zvýší o 100 %, spárkaté, která bude chována v oborách, o 50 %. Spárkatá zvěř bude příkrmována krmivem vyráběným z listů. Produkce zvěřiny bude získávat některé rysy živočišné výroby.

31. Myslivost bude mít význam pouze jako rekreační a kulturní činitel, škody na zemědělských kulturách a v lese vyvolají podstatné snížení počtu spárkaté zvěře.

C. Události, které se mohou v budoucnu uskutečnit v lesním hospodářství ČSSR na úseku poskytování služeb:

32. Lesy nebudou rozděleny na výnosové a účelové; všechny lesy budou současně výnosové i účelové.

33. Uskuteční se důsledná rajonizace lesů podle míry požadavků na plnění ostatních užitečných funkcí lesa (rekreační, vodohospodářské a půdoochranné).

34. Účast lesů na tvorbě a ochraně krajiny bude posuzována z důsledně ekologicko-urbanistického hlediska. Lesní hospodářství bude zajišťovat lesní výrobu v souladu s legislativními opatřeními, která budou omezovat např. používání strojů spojených s nebezpečím denaturace prostředí, některé velkovýrobní technologie v těžební činnosti, hospo-

I. Výsledná matice křížových interakcí vyjadřující vzájemné působení očekávaných cross interactions expressing interactions of the expectancies in the sphere of the

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1		0	0	0	-1	0	-2	-3	-1	-1	-1	-1	-3	-2	-1	-1	0	-1	0
2	-1		-2	-2	-3	-2	-4	-3	-3	-2	-1	-2	-2	-2	-3	-1	0	-3	-5
3	-2	-5		0	-3	-3	-2	-3	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-1	0	-2	-3
4	-2	-3	-2		-3	-1	-2	-2	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-7
5	0	-4	-2	0		0	-2	-2	-2	-1	-1	-2	-2	-1	-1	0	0	-5	-3
6	+1	-3	-2	-1	-3		0	0	0	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-1	-1	-2	0
7	0	-1	0	0	-1	0		+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	-2	0	0	-1	0	+1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	-1	-2	-1	0	0	0	0	0		+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	-1	-2	0	0	0	0	0	0		-10	-10	-6	-10	-4	-8	-1	-2	+1
11	0	0	-1	0	-1	0	0	+1	0	-10		-8	-6	-8	-5	-6	-1	-1	0
12	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	-8	-8		-4	-5	-3	-4	-1	-1	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	-6	-5		-3	-3	-5	-1	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-6	-6	-4		-4	-4	-1	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-3	-3	-4	-5		-1	-1	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-2	0	0		0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0		0	0
18	0	-1	-1	0	-3	0	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0		-1
19	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	0	0	-4	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	+1	+1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0

událostí v oblasti složení lesní výroby a poskytovaných služeb. — The matrix of structure of forest production and rendered services

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	Σ
-1	-1	-1	0	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-2	-1	-1	0	0	-1	-1	34
-2	0	-1	0	-1	-1	-2	0	-1	-1	0	-1	0	-2	-1	0	0	0	-1	0	55
-1	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	44
0	0	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	-1	0	0	0	+1	0	0	0	0	34
0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	-1	0	-2	0	0	0	0	0	0	33
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	35
0	0	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
0	0	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	6
0	0	0	0	0	0	-2	0	0	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
0	0	0	0	0	+1	0	0	0	0	0	-2	0	-3	-8	-1	+1	0	0	+2	73
-2	0	0	0	-3	-1	0	-1	-2	-2	+1	-3	-1	-2	-8	-1	+1	0	0	+3	78
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	-2	0	-2	-6	-1	+1	0	0	+2	51
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-5	-1	+1	0	0	0	+2	42
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+2	-2	-1	-2	-3	-1	0	0	0	+2	44
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-2	0	0	0	0	+2	27
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+5	12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	-2	0	-5	-2	+2	0	0	0	0	27
0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	-2	16
	+1	0	-4	-2	-2	0	-1	0	0	0	-2	0	0	0	-2	-2	0	-4	0	20
-3		0	-2	-4	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	+2	-1	-1	0	-4	0	18
-8	-5		-3	-6	-5	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	-2	-1	0	-4	0	38
-2	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	3
-2	-1	0	-1		-2	0	0	0	0	0	-2	0	-1	0	-1	-1	0	-2	0	14
-2	-1	0	0	-2		0	-2	0	0	0	0	+2	-2	0	-1	-5	0	-5	0	22
0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	-2	-1	-1	0	0	0	-1	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-3	-3	-2	-2	-1	0	0	-1	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	+2	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-3	-1	+1	0	+1	0
Σ	7	23	15	3	21	6	14	16	14	54	50	52	47	54	34	34	7	31	20

dářské způsoby, které budou v rozporu s programovým vytvářením krajiny.

35. Rekreační v lesích bude v zájmu ochrany hospodářských lesů omezena (příkladem takového omezení může být celoroční zákaz vstupu na 20 % z celkové lesní půdy).

D. Události charakterizující budoucí lesní hospodářství ČSSR:

36. 80 % těžby mýtní a 50 % těžby předmýtní bude prováděno pomocí strojů vykonávajících více operací.

37. Průměrná roční výše úmyslné těžby základní výrobně organizační jednotky (dnešní lesní závod) bude 150 000 m³ dřeva.

38. Hlavním kritériem pro volbu druhové skladby obnovovaných porostů bude maximální produkce biomasy.

39. Škody na lesních porostech vyvolané imisemi vzrostou v důsledku rozvoje průmyslu a dopravy tak, že na 20 % plochy lesní půdy v ČSSR bude snížen PCP o 20 %.

KVANTIFIKACE INTERAKCÍ MEZI OČEKÁVANÝMI UDÁLOSTMI A STANOVENÍ POŘADÍ JEJICH REALIZACE

Odhad síly interakcí mezi jednotlivými událostmi jsme stanovili pomocí třicetičlenného panelu respondentů. Účast v tomto panelu byla ano-

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	Σ
0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	+1	0	0	-1	0	0	0	0	2
-1	0	0	0	0	0	0	0	0		-1	0	0	0	0	0	-1	0	-2	0	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2		+10	+2	-1	-1	-1	0	0	0	0	18
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+10		0	0	0	0	0	0	0	0	10
0	0	0	0	0	+1	0	0	0	0	+2	-1		+5	-1	+2	0	0	0	0	12
0	0	0	0	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	+8		-2	-2	0	0	0	0	24
0	+1	0	0	0	+2	0	0	0	0	0	-1	+2	-4		0	+3	0	+2	0	31
0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	+3	-2	0		0	0	0	0	9
-2	-2	0	-2	-1	-4	+1	-2	0	0	0	0	+2	-1	0	-2		-4	0	0	25
0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4		0	0	5
-1	-1	0	0	-4	-4	+1	0	0	-2	+2	-2	0	0	+3	-2	-3	0		0	26
-2	-2	0	-1	-4	-2	0	0	0	0	0	0	+1	-2	-1	-1	0	0	0		26
29	15	4	13	29	31	18	8	5	11	20	35	26	46	44	29	25	4	25	22	

nymní. Výběr respondentů, který je vedle formulace očekávaných událostí nejdůležitější etapou metody křížových interakcí, jsme uskutečnili s ohledem na čtyři okruhy událostí, tj. tak, aby v panelu byli zastoupeni odborníci na jednotlivé skupiny očekávaných událostí. Při výběru respondentů jsme požadovali, aby kromě odborné specializace na některý z okruhů událostí měli účastníci panelu i vysokou úroveň všeobecného vzdělání a rozhledu. Tento požadavek byl důležitý proto, aby odhad síly interakcí vykonali respondenti kvalifikovaně nejen v oblasti událostí své odborné specializace, nýbrž aby do svých odhadů zahrnuli většinu očekávaných událostí. Je totiž žádoucí, aby většina účastníků panelu zaujala svá stanoviska ke všem očekávaným událostem. Všichni vybraní respondenti měli vysokoškolské vzdělání a dlouholetou úspěšnou praxi ve svém oboru, přičemž 8 % z nich pracuje na lesních podnicích, 38 % na lesních závodech, 15 % na pobočkách Lesprojektu, 8 % na národních výborech a 31 % v lesnickém školství a výzkumu.

Kromě odhadu síly interakce mezi očekávanými událostmi respondenti odhadli také pořadí realizace jednotlivých událostí. Pro odhad síly působení jedné události na další události použili klíče:

N ... nevím,
O ... realizace ovlivňující události nebude působit na událost ovlivňovanou,

II. Stanovení výsledného pořadí realizace očekávaných událostí. — The resultant order of realization of the expectancies

Udá- lost	Respondent													Součet C	Aritmetický průměr	Medián M	Pořadí $\bar{y}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
	předpokládá, že událost se uskuteční jako																
1	2													3	4	5	6
1	26	25	18	29	28	21	22	18	23	22	19	31	17	299	23,0	22	22
2	27	26	1	1	1	1	1	5	20	11	1	8	31	134	10,3	5	3
3	28	1	21	2	2	6	11	1	21	12	6	15	9	135	10,4	6	5
4	30	32	20	30	33	22	24	19	22	34	27	29	28	350	26,9	28	29
5	31	27	22	31	29	18	21	17	10	26	21	28	24	305	23,5	24	23
6	29	28	23	32	20	26	25	21	24	24	20	22	18	312	24,0	24	24
7	34	22	16	26	30	N	N	6	9	25	22	18	19	317	24,0	19	28
8	35	29	17	25	31	23	13	20	8	27	28	30	20	306	23,5	25	18
9	36	33	24	N	32	19	14	23	34	N	26	19	27	377	29,0	27	30
10	5	9	3	3	25	32	30	3	3	8	17	32	173	13,3	8	12	
11	6	11	4	10	8	33	29	4	2	8	9	21	33	178	13,7	9	13
12	3	13	5	9	5	3	8	9	1	5	7	4	22	96	7,4	5	7
13	4	8	2	11	4	7	9	10	4	2	11	3	30	105	8,1	7	9
14	1	14	6	8	6	2	2	11	12	6	3	2	3	76	5,8	6	1
15	2	15	7	12	7	5	10	12	11	1	4	5	13	104	8,0	7	6
16	37	30	26	27	34	34	N	24	N	30	25	25	26	408	31,4	30	32
17	38	34	27	33	36	35	N	33	N	N	N	N	34	495	38,1	36	36
18	33	16	19	20	17	13	12	13	5	15	24	20	21	208	16,0	17	14
19	32	23	25	21	16	27	15	25	26	4	23	14	12	263	20,2	23	21
20	12	17	33	19	21	29	20	16	25	19	13	26	15	265	20,4	19	20
21	25	N	34	N	35	N	N	N	36	32	N	N	29	506	38,9	N	39
22	N	N	31	28	26	N	26	N	28	N	30	N	N	484	37,2	31	37
23	13	18	N	22	10	30	N	14	7	20	32	N	8	309	23,8	20	26
24	7	19	10	13	11	4	17	27	33	16	5	9	4	165	12,7	11	8
25	16	20	35	23	18	15	23	22	27	18	14	10	7	248	19,1	18	17
26	8	N	30	14	N	28	31	30	29	31	N	N	16	397	30,5	30	31
27	17	6	12	4	14	16	19	15	35	23	10	27	11	209	16,1	15	15
28	20	7	11	5	12	12	5	7	13	13	17	6	N	173	13,3	11	11
29	24	21	36	16	24	31	6	31	15	29	33	23	23	312	24,0	24	27
30	21	N	14	N	N	N	N	N	14	N	N	N	N	499	38,4	N	38
31	18	3	8	24	13	8	16	26	30	14	16	1	14	191	14,7	14	10
32	9	31	N	N	N	17	18	N	17	N	31	11	N	404	31,1	31	35
33	10	10	13	6	15	9	27	8	32	9	18	7	5	169	13,0	10	4
34	11	12	29	15	9	20	32	28	16	7	34	16	25	254	19,5	16	25
35	19	5	N	18	23	14	N	N	18	28	N	N	6	356	27,4	23	33
36	23	N	15	N	22	25	3	29	31	10	12	24	10	294	22,6	23	19
37	15	24	9	7	3	10	4	32	19	21	2	12	1	159	12,2	10	2
38	22	2	32	N	27	11	28	2	N	33	15	N	N	352	27,1	28	34
39	14	4	28	17	19	24	7	N	6	17	29	13	2	225	17,3	17	16

Vysvětlivky: N — událost se neuskuteční (započteno pořadí 45), C — součet pořadových čísel realizace očekávaných událostí, M — medián pořadových čísel realizace očekávaných událostí, $\bar{y}$ — výsledné pořadí realizace události.

- 1 . . . ovlivňující událost bude působit na událost ovlivňovanou tak, že o 10 % urychlí její výskyt,
- 2 . . . dtto o 20 %.
- 3 . . . dtto o 30 % atd. až
- 10 . . . dtto o 100 % (kdyby záleželo jen na výskytu ovlivňující události, tak by ovlivňovaná událost nastala bezprostředně jako její přímý důsledek);

- 1 . . . ovlivňující událost bude působit na událost ovlivněnou tak, že o 10 % zpomalí její výskyt,
- 2 . . . dtto o 20 %,
- 3 . . . dtto o 30 % atd. až
- 10 . . . dtto o 100 % (kdyby záleželo jen na výskytu ovlivňující události, tak by ovlivňovaná událost nenastala).

Při odhadu síly vzájemného působení událostí jsme předpokládali, že na ovlivňovanou událost působí pouze ovlivňující událost, vliv ostatních událostí se neprojevuje; každá událost se může uskutečnit kdykoliv v letech 1976—2020, avšak událost ovlivňující nastane vždy před událostí ovlivňovanou.

Výslednou sílu interakcí jsme stanovili jako medián údajů panelu respondentů. Uvedenou střední hodnotu jsme zjišťovali pro 87,6 % políček matice, u 12,4 % zjišťované interakce dvojic událostí všichni respondenti odhadli, že realizace ovlivňující události nebude působit na událost ovlivňovanou. Výsledná matice takto zjištěných údajů o vzájemné síle ovlivňování očekávaných událostí do roku 2020 je uvedena v tabulce I. Události v této tabulce i v dalších tabulkách jsou označovány čísly, pod kterými jsou uvedeny v seznamu očekávaných událostí. Tabulka II obsahuje odhad pořadí realizace očekávaných událostí. Z obsahu této tabulky je zřejmý postup stanovení výsledného pořadí realizace očekávaných událostí, které bylo východiskem dalšího postupu zpracování získaných údajů.

TRANSFORMACE PRAVDĚPODOBNOSTÍ REALIZACE OČEKÁVANÝCH UDÁLOSTÍ

Pro transformaci pravděpodobnosti realizace očekávaných událostí se zatím většinou používalo kvadratické rovnice [J. Bartuňek 1974]. Hlavním nedostatkem tohoto postupu je, že dovoluje jen malé změny u příliš nízkých a příliš vysokých pravděpodobností, největší změny totiž nastávají, je-li původní pravděpodobnost očekávaných událostí 50 %. Použití kvadratické rovnice tedy způsobuje, že výskyt určité ovlivňující události nemá podstatný vliv na pravděpodobnost realizace ovlivňované události, jejíž původní pravděpodobnost realizace byla nízká nebo vysoká.

Jednou z cest k odstranění nedostatků použití kvadratické rovnice k transformaci pravděpodobností je technika násobkového určování interakcí, která záleží ve vyjadřování pravděpodobností matematickou nadějí. Posuny pravděpodobností vyplývající z matice křížových interakcí mohou pak být vykonány podle vzorce [O. Šulc, P. Alexander 1972]:

$$p' = \frac{k \cdot S \cdot p}{1 - p + k \cdot S \cdot p}, \quad (2)$$

kde: p' — výsledná pravděpodobnost,
 $k \cdot S$ — faktor interakce,
 p — původní pravděpodobnost.

Z výsledku výpočtu výsledného pořadí realizace očekávaných událostí, uvedeného v tabulce II vyplývá, že jako první se uskuteční událost

Číslo	Očekávané události (zkrácená formulace)
1	2
1	Počet obyvatel dosáhne výše 17 miliónů
2	Poroste spotřeba umožňující kvalitnější reprodukci pracovní síly
3	Do roku 2000 všestranně vzroste životní úroveň obyvatelstva
4	Reálné příjmy obyvatel se do roku 2000 ztrojnásobí oproti roku 1975
5	Požadavky na služby spojené s rekreací a volným časem se zvýší čtyřikrát
6	Vzroste průměrná vzdělanost
7	Spotřeba plynu na 1 obyvatele vzroste do roku 2000 pětkrát
8	Celková spotřeba elektřiny se zvýší do roku 2000 čtyřikrát
9	Potravinářský průmysl zvýší o 80 % své dodávky spotřebitelům
10	Každou ekonomickou činnost v krajině ovlivní ohled na životní prostředí
11	Vědeckotechnický pokrok bude rozvíjen v uvážlivém vztahu k přírodě
12	Zdokonalí se způsob plánování v oblasti péče o životní prostředí
13	Zvýší se odpovědnost institucí i občanů za ochranu životního prostředí
14	Rozšíří se výzkum problémů péče o životní prostředí
15	Na školách se rozšíří výuka o životním prostředí
16	V roce 2000 nebude většina chemických závodů znečišťovat životní prostředí
17	V roce 2020 dojde k řízenému ovládní počasi nad rozsáhlým územím
18	Do roku 2000 se zdvojnásobí trávení volného času v přírodě
19	V roce 2000 bude 1 osobní automobil připadat na 4 obyvatele
20	Zvýší se spotřeba dřeva; zužitkováno bude i nehrubé od 4 cm tloušťky
21	Bude zužitkováno 50 % pařezů jehličnatých stromů
22	K výrobě energie bude využíváno 20 % dřeva
23	Podíl dřeva z výchovných zásahů se zvýší na 40 %
24	Surovinový deficit vyvolá úsilí o zvýšení přírůstu dřeva
25	Na lesní půdě budou zakládány lignikultury těžené pomocí těžebních strojů
26	Zintenzivní se produkce jedlých hub a lesních plodin
27	50 % vánočních stromků bude vyráběno na plantážích
28	80 % mýtní těžby borovice bude předcházet výroba pryskyřice
29	Zvýší se výroba vitaminové moučky a krmiv z klestu a dřevního odpadu
30	Zvýší se stavy zvěře; produkce zvěřiny se přiblíží živočišné výrobě
31	Myslivost bude mít význam jen jako rekreační a kulturní činitel
32	Všechny lesy budou současně výnosové i účelové
33	Uskuteční se důsledná rajonizace lesů podle jejich funkcí
34	Technologie lesního hospodářství budou omezeny ekologickými aspekty.
35	Rekreace ve výnosových lesích bude časově a prostorově omezena
36	Většina těžby bude prováděna pomocí procesorů
37	Výrobně organizační jednotka bude ročně těžit cca 150 000 m ³
38	Volba druhové skladby bude zaměřena na maximální produkci biomasy
39	Vzrostou škody vyvolané imisemi na lesních porostech

Poznámka: *) událost se neuskuteční

č. 14, proto jsme pro tuhle událost zvolili pravděpodobnost 1, a pro ostatní události pak pravděpodobnost 0,5.

Při výpočtu transformace pravděpodobností realizace očekávaných událostí jsme postupovali takto: Do rovnice (2) jsme jako první dosadili velikost síly interakce z matice v tabulce I vyjádřenou v násobku naděje pomocí převodního klíče, vyvolanou realizací události č. 14. To

the probability of realization of the expectancies in the CSSR

Pořadí realizace událostí dle respondentů	Pravděpodobnost		Posun pravděpodobnosti		Celková síla s jakou událost bude			
	původní	posunutá	+, -	pořadí	ovlivňovat		ovlivňována	
					absolut.	pořadí	absolut.	pořadí
3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	0,5	0,569	+0,069	30	34	10	7	33
3	0,5	0,500	0,000	37	55	3	23	19
5	0,5	0,545	+0,045	34	44	5	15	26
29	0,5	0,569	+0,069	31	34	11	3	39
23	0,5	0,778	+0,278	12	33	12	21	21
24	0,5	0,609	+0,109	26	35	9	6	35
28	0,5	0,686	+0,186	19	4	34	14	29
18	0,5	0,603	+0,103	28	6	31	16	25
30	0,5	0,746	+0,246	15	10	28	14	28
12	0,5	0,917	+0,417	6	73	2	54	1
13	0,5	0,946	+0,446	3	78	1	50	4
7	0,5	0,782	+0,282	10	51	4	52	3
9	0,5	0,802	+0,302	9	42	7	47	5
1	1,0	1,000	+0,000	38	44	6	54	2
6	0,5	0,686	+0,186	20	27	14	34	9
32	0,5	0,931	+0,431	4	12	27	34	10
36	0,5	0,662	+0,162	22	4	35	7	34
14	0,5	0,713	+0,213	18	27	15	31	11
21	0,5	0,859	+0,359	7	16	24	20	22
20	0,5	0,766	+0,266	13	20	21	29	13
39*)	0,5	0,607	+0,107	27	18	22	15	27
37*)	0,5	0,496	-0,004	36	38	8	4	37
26	0,5	0,671	+0,171	21	3	36	13	30
8	0,5	0,548	+0,048	32	14	26	29	14
17	0,5	0,644	+0,144	23	22	20	31	12
31	0,5	0,781	+0,281	11	3	37	18	24
15	0,5	0,548	+0,048	33	0	39	8	32
11	0,5	0,524	+0,024	35	2	38	5	36
27	0,5	0,615	+0,115	25	6	32	11	31
38*)	0,5	0,000	-0,500	1	18	23	20	23
40	0,5	0,717	+0,217	17	10	29	35	8
35	0,5	0,077	-0,423	5	12	25	26	16
4	0,5	0,590	+0,090	29	24	19	46	6
25	0,5	0,953	+0,453	2	31	13	44	7
33	0,5	0,754	+0,254	14	9	30	29	15
19	0,5	0,627	+0,127	24	25	18	25	17
2	0,5	0,500	+0,000	39	5	33	4	38
34	0,5	0,745	+0,245	16	26	16	25	18
16	0,5	0,186	-0,314	8	26	17	22	20

proto, že podle výsledků výpočtu uvedeného v tabulce II se tato událost uskuteční jako první z očekávaných událostí a může tedy ovlivnit všechny ostatní události. Jako druhá se podle údajů v tabulce II uskuteční událost č. 2, proto ve druhém kroku jsme do rovnice (2) dosazovali údaje odvozené z realizace této události. V tomto druhém kroku jsme však za původní pravděpodobnosti považovali posunuté pravděpo-

dobnosti, tj. výsledné pravděpodobnosti prvního kroku, ovšem kromě události č. 14, tj. události, o které jsme předpokládali, že se uskuteční jako první. Takto jsme postupovali až do konce výpočtu. Předposlední 38. krok vycházel z toho, že realizace události, která se uskuteční jako předposlední, může vyvolat posun pravděpodobností již jen u události, která se uskuteční jako poslední.

Poněkud odlišně postupoval při použití metody křížových interakcí k vypracování průřezové prognózy technického rozvoje prefabrikace O. Šulc (1972). Místo údajů o době realizace očekávaných událostí, získaných z odhadů respondentů, sestavil pomocí tabulek náhodných čísel sto různých variant pořadí realizace událostí. Konečná pravděpodobnost jednotlivých událostí byla pak stanovena jako aritmetický průměr z uvedených sto variant. Mimo to vypočetl také průměrné pravděpodobnosti po uskutečnění padesáti a sedmdesáti variant.

Posuny pravděpodobností jsou shrnuty v tabulce III, která je výslednou tabulkou použité metody křížových interakcí k sestavení prognózy požadavků společnosti na složení produkce lesní výroby a poskytovaných služeb lesním hospodářstvím do roku 2020. Údaje v této tabulce poskytují informace zejména o:

pořadí realizace očekávaných událostí, které byly vybrány jako charakteristické pro budoucí požadavky společnosti na lesní hospodářství, posunech pravděpodobností realizace očekávaných událostí jako důsledek akcelerace nebo inhibice.

celkové síle, s jakou událost ovlivňuje jiné události a s jakou je sama ovlivňována.

VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ TRANSFORMACE PRAVDĚPODOBNOSTÍ REALIZACE OČEKÁVANÝCH UDÁLOSTÍ K SESTAVENÍ PROGNÓZY

Informace o budoucích požadavcích společnosti na složení lesní výroby a na poskytované služby lesním hospodářstvím získané aplikací metody křížových interakcí jsou v podstatě výsledkem odhadů určitého panelu respondentů v určitém časovém období. Panel o jiném složení respondentů nebo odhad provedený v jiné době — tedy na základě jiných informací — by poskytl údaje, které by nebyly totožné s naší prognózou. Tento jev je ale jedním z charakteristických rysů prognostické činnosti, nelze jej proto považovat za nedostatek použité metody křížových interakcí.

Údaje získané z naší aplikace jsou nejen výsledkem předpokládané realizace událostí, které byly zahrnuty do našeho šetření, ale pochopitelně i těch, které nebyly a ani nemohly být vzaty v úvahu. Při posuzování získaných informací nelze opomenout ani vliv synergismu; spolupůsobení dvou nebo několika událostí může ovlivnit jinou událost na kvalitativně vyšší úrovni.

Použitá metoda křížových interakcí sice umožňuje stanovení velikostí posunu původní pravděpodobnosti realizace očekávaných událostí, v absolutním vyjádření se však jeví výhodnější použít k predikci spíše relativních údajů o tomto procesu. To proto, že počáteční pravděpodobnost je obtížné stanovit s prakticky použitelnou spolehlivostí. Z toho důvodu jsme považovali za vhodnější vycházet při sestavení naší pro-

IV. Interakce mezi skupinami očekávaných událostí. — Interaction of the groups of the expectancies

Skupiny očekávaných událostí	Udá- losti číslo	Průměrný posun pravděpodobnosti		Průměrná celková síla s jakou budou skupiny			
		absolutně	index	ovlivňovat		ovlivňovány	
				absolutně	index	absolutně	index
1	2	3	4	5	6	7	8
A) Budoucí směry a tendence v rozvoji ekonomiky a společnosti ČSSR	1—19	0,205	1,04	33,1	1,37	26,4	1,10
B) Události, které se mohou v budoucnu uskutečnit v lesním hospodářství ČSSR na úseku materiální produkce	20—31	0,160	0,81	12,8	0,53	18,2	0,76
C) Události, které se mohou v budoucnu uskutečnit v lesním hospodářství ČSSR na úseku poskytování služeb	32—35	0,305	1,54	19,0	0,79	36,3	1,51
D) Události charakterizující budoucí lesní hospodářství	36—39	0,078	0,39	20,5	0,85	19,0	0,79
Průměr A—D	1—39	0,198	1,00	24,1	1,00	24,1	1,00

gnózy spíše z relativního posunu pravděpodobností než z absolutního vyjádření její úrovně.

Velikost posunu pravděpodobností realizace očekávaných událostí můžeme posoudit z údajů v tabulce III (sloupec 6 a 7); posun se uskutečnil v poměrně značném rozpětí (od $-0,50$ do $+0,45$). 36 % očekávaných událostí vykazuje posun pravděpodobností větší jak 0,25, pouze u 28 % událostí je posun pravděpodobností menší než 0,10. Většina očekávaných událostí vykazuje tedy výraznou citlivost na budoucí změny prostředí. Ještě zřetelněji vyplývá rozdílnost posunu pravděpodobností realizace očekávaných událostí z údajů v tabulce IV; jsou v ní porovnávány změny pravděpodobností realizace podle skupin událostí. Z obsahu této tabulky vyplývá, že největší změny pravděpodobností nastanou ve skupině událostí charakterizujících oblast služeb poskytovaných lesním hospodářstvím. Nejmenší změnu pravděpodobností zaznamenala skupina událostí charakterizující budoucí lesní hospodářství ČSSR. Zřejmě proto, že skupina obsahuje jen čtyři události stěžejního významu. Události, které charakterizují budoucí materiální produkci lesní výroby, mají průměrný posun pravděpodobností nižší než je průměr celého souboru událostí. Přitom vykazují nejnižší průměrnou celkovou sílu, kterou ovlivňují ostatní události a jsou také nejméně ovlivňovány událostmi ostatních skupin. Vyplývá to zřejmě z charakteru skupin událostí, které charakterizují tendence rozvoje ekonomiky a společnosti ČSSR a oblast služeb, které poskytuje lesní hospodářství. V případě skupiny událostí, které charakterizují budoucí lesní hospodářství, lze kromě předcházejícího důvodu hledat vysvětlení i ve zmíněném malém počtu charakterizujících událostí. Z údajů ve sloupcích 4 až 7 tabulky IV vyplývá, že největší vliv bude mít skupina událostí charakterizující tendence rozvoje ekonomiky a společnosti ČSSR. Je to pochopitelné, protože události této skupiny mají pro vývoj dalších skupin událostí zásadní význam, jsou aktivním činitelem ve zkoumaném souboru událostí.

Údaje o síle, s jakou jednotlivé události působí na ostatní události, mohou být východiskem zásadních rozhodnutí, zaměřených k aktivnímu ovlivnění složení produkce lesní výroby a poskytovaných služeb do roku 2020. Kromě toho mohou být tyto údaje použity k simulaci při zkoumání vývojových tendencí ve zmíněné oblasti prognóz. Zatímco realizaci událostí s vysokou citlivostí (jsou ovlivňovány s velkou silou) můžeme očekávat jako důsledek uskutečnění jiných událostí, bude třeba události s malou citlivostí uskutečnit přímou akcí. Pokud ovšem bude realizace takových událostí žádoucí.

Jak je zřejmé z obsahu sloupce 8 v tabulce IV, vyskytují se uvnitř skupin očekávaných událostí poměrně značné rozdíly v síle působení. Tak např. ve skupině událostí, které charakterizují tendence rozvoje ekonomiky a společnosti ČSSR působí téměř 60 % událostí větší silou než 30 a jen 10 % událostí působí silou do 10. Nejvýrazněji se z této skupiny prosazují události spojené s ochranou a s vytvářením životního prostředí. Ve skupině událostí, které charakterizují složení materiální produkce lesní výroby, nemá žádná z uvažovaných událostí tak významný vliv na jiné události, jako je tomu v předcházející skupině. Silnější vliv vykazují pouze události charakterizující energetický a surovinový deficit. Ve skupině událostí, které charakterizují oblast služeb

poskytovaných lesním hospodářstvím, a ve skupině událostí, které charakterizují budoucí lesní hospodářství, se projevuje jen malá ovlivňovací síla.

Citlivost událostí je celková síla, s jakou bude událost ovlivňována ostatními událostmi bez ohledu na to, budou-li tyto ovlivňující události realizovány před nebo po uskutečnění ovlivněné události. Údaje o citlivosti obsahuje tabulka III. Ve sloupci 11 této tabulky je uvedeno pořadí očekávaných událostí sestavené podle stupně citlivosti vůči uskutečnění všech ostatních událostí. Podle skupin očekávaných událostí je hodnota tohoto ukazatele uvedena ve sloupci 7 tabulky IV. Rozdílnost citlivosti jednotlivých skupin událostí charakterizují indexy ve sloupci 8. Z jejich úrovně vyplývá, že na události ostatních skupin nejcitlivěji reagují události charakterizující oblast poskytovaných služeb. Nejmenší citlivost vykazuje skupina událostí, které charakterizují budoucí vývoj materiální produkce lesní výroby. Je tomu tak zřejmě proto, že pro oblast materiální produkce lesní výroby je příznačné výrazné působení inertních sil.

SYNOPTICKÝ SCÉNÁŘ BUDOUCÍCH POŽADAVKŮ NA SLOŽENÍ PRODUKCE LESNÍ VÝROBY A POSKYTOVANÉ SLUŽBY

26 Synoptický scénář je závěrečnou částí aplikace metody křížových interakcí. Obsahem scénáře je chronologický přehled očekávaných událostí sestavený na základě výsledků práce panelu respondentů a transformace pravděpodobností realizace očekávaných událostí. Podkladem pro sestavení scénáře byly údaje z tabulek I až IV. Synoptický scénář není ale úplnou, verbálně vyjádřenou syntézou informací, které v číselném vyjádření obsahují zmíněné tabulky, nýbrž je spíše jejich doplňkem a pokusem o syntetizující závěr.

OBDOBÍ DO ROKU 1985

Dynamika vnějších ekonomických vztahů bude v tomto období založena na růstu plánovité kooperace v rámci společenství socialistických zemí. Proces dalšího rozvoje průmyslu těchto zemí zřejmě povede k nedostatku surovin a energie. Nevyužití zdroje budou jen v mimoevropských oblastech. Nedostatek surovin a energie může činit vážné potíže dalšího rozvoje ekonomiky ČSSR i ostatních států RVHP.

Kolem roku 1985 lze očekávat, že úroveň ekonomického rozvoje socialistické společnosti umožní ve větší míře pečovat o životní prostředí, než je tomu v současnosti. Úsilí o zvyšování životní úrovně obyvatelstva bude v tomto období značnou silou ovlivňovat ostatní činitele vývoje naší společnosti. Rostoucí zájem veřejnosti o problémy péče o životní prostředí zřejmě povede k požadavku realizace důsledné racionizace lesů podle úrovně regionálních požadavků na plnění jejich produkční funkce a plnění ostatních užitečných funkcí lesa. Vědeckotechnický pokrok bude vedle růstu životní úrovně dalším významným činitelem, který bude působit na většinu ostatních komponentů vývoje v tomto období.

Problematika účasti lesního hospodářství na péči o životní prostředí vyústí v 80. letech pravděpodobně v požadavek programové a cílevě-

domé účasti lesa na tvorbě životního prostředí. Programovost povede k zdokonalení metod v oblasti péče o životní prostředí i na úseku tvorby a ochrany krajiny. Cílevědomost tvorby životního prostředí bude v tomto období zřejmě jedním z významných činitelů. Bude ve vývoji značně ovlivňována jinými komponenty vývoje a sama je bude ovlivňovat. Bude tedy velmi aktivním vývojovým faktorem. Úsilí o cílevědomost a programovost povede k zdokonalení forem a metod plánování v oblasti péče o životní prostředí. Posílí se perspektivnost těchto plánů.

Úsilí lesního hospodářství o zvýšení produktivity práce, které je charakteristické pro koncepci rozvoje tohoto odvětví společenské výroby do roku 1990, bude v tomto období konfrontováno s popsány tendencemi v oblasti péče o životní prostředí. Bude to zejména těžební činnost, která ve svých záměrech bude muset přistoupit na kompromisní řešení s těmito tendencemi. Těžištěm těchto kompromisů zřejmě budou hospodářské způsoby, používání těžebních strojů a likvidace těžebního odpadu. Používání strojů je totiž spojeno jednak s nebezpečím denaturace lesního prostředí pohonnými hmotami v případě havárie těchto strojů, jednak s nebezpečím eroze půdy. Poškozování půdního povrchu, jehož rozsah je následně zvyšován srážkami, je zatím neřešenou, ale nicméně aktuální otázkou ochrany lesa a jeho kvalitativní vodohospodářské funkce.

Účasti lesa na tvorbě životního prostředí bude zřejmě dána decizními orgány přednost před požadavky zvýšení rentability těžební činnosti, která má v podstatě resortní charakter. Jestliže se splní tento předpoklad a nezvýší-li se ceny dřeva, můžeme očekávat, že v polovině 80. let nebude dosahovat lesní hospodářství ČSSR nynější úrovně rentability.

OBDOBÍ 1986 až 1995

V tomto období budou požadavky na lesní hospodářství ještě ve větší míře odvozovány z přijatých cílů v oblasti životní úrovně obyvatelstva. Předpokládá se, že prvořadým cílem na tomto úseku bude uspokojování potřeby bydlení, které je náročné na suroviny. Zlepšení systému sociálního zabezpečení povede ke zvýšení průměrného věku obyvatelstva. Předpokládá se rovněž zvětšení množství volného času. Zvýší se požadavky na životní prostředí. Značná péče bude věnována zdraví, vzdělanosti a kulturní úrovni obyvatelstva. Zvýší se tedy nejen požadavky na hmotné potřeby, ale i požadavky na služby. Dojde patrně k vyrovnání úrovně spotřeby mezi jednotlivými sociálními skupinami obyvatelstva. Uskuteční se pravděpodobně saturace poptávky po předmětech dlouhodobé spotřeby, které dnes nejsou u nás ještě běžné (např. automatické stroje pro přípravu jídel, myčky nádobí apod.).

Očekává se, že v tomto období vyvstane se zvláštní naléhavostí nedostatek surovin. Deficitní stav nebude specifickým problémem československé ekonomiky, nýbrž to bude naléhavý problém všech průmyslově rozvinutých evropských a zřejmě i mimoevropských zemí. Zvláště nutnými se patrně stanou změny materiálové a energetické náročnosti výroby.

Při řešení surovinového deficitu bude pravděpodobně zaměřena zvýšená pozornost i na lesní hospodářství jako na jednu z prvovýrob, je-

jichž produkty jsou permanentně reprodukovatelné, a proto prakticky nevyčerpatelné. Lze předpokládat dva hlavní směry v oblasti využití dřeva a ostatních produktů lesní výroby jako suroviny. Prvním z těchto směrů bude patrně úsilí o zvýšení přírůstu dřeva cestou zintenzívnění výroby dřeva na pni. Bude pravděpodobně využito rozsáhlých možností převodů pařezin na vysokokmenný les, přeměn provenienčně a stanovištně nevhodných porostů a likvidace přestárlých a nepřirůstavých porostů. Tato možnost zvýšení produkce dřeva na pni bude pravděpodobně v širším měřítku využita až v 2. polovině 80. let. Realizace těchto opatření bude nákladná, financována bude zřejmě formou dotací. Jedním z účinných očekávaných opatření, vedoucích ke zvýšení produkce dřeva, bude zakládání lignikultur na lesní půdě, které budou přihnojovány a již při zalesnění upraveny tak, aby je bylo možno těžit pomocí těžebních strojů. Dřevo z těchto lignikultur bude určeno většinou pro chemické zpracování.

Druhou možností snižování deficitu surového dřeva budou opatření, jejichž cílem je lepší využití dřeva. Půjde zejména o zvýšení podílu dřeva, získaného z výchovných zásahů a o využití těžebního odpadu.

Můžeme očekávat, že kromě dřeva bude požadováno také zvýšení dodávek jiných surovin z lesního hospodářství.

Tak například perspektivní bude zřejmě těžba pryskyřice. Předpokládá se, že tato surovina bude získávána z většiny borových porostů. Dalšími surovinami mohou být látky získané chemickým zpracováním jehličí, ovšem za předpokladu použití technicky i ekonomicky efektivní výrobní technologie.

Úsilí o zintenzívnění produkce dřeva, resp. jiných surovin, v odvětví lesního hospodářství může v některých oblastech vést k omezení rekreace v lese. Soustředění pracovišť v těžební činnosti a následně i v pěstební činnosti povede k tomu, že určitá místa budou mít po určitou dobu některé rysy, které jsou charakteristické pro průmyslové provozy. Omezení rekreace bude zřejmě záležet v zákazu vstupu na takové plochy.

Nedostatkovým produktem budou pravděpodobně vánoční stromky. Jejich nedostatek se projeví patrně již koncem 80. let. Uspokojení poptávky bude možné jedine cestou racionalizace jejich výroby; budou zřejmě zakládány rozsáhlé plantáže vánočních stromků.

Účast lesů na tvorbě a ochraně krajiny bude posuzována důsledně z ekologicko-urbanistického pohledu. To pravděpodobně počátkem 90. let vyvolá řadu legislativních opatření zaměřených na omezení používání strojů, které mohou způsobit denaturaci lesního prostředí. Rovněž lze očekávat legislativní omezení některých velkovýrobních technologií v těžební činnosti, které budou v rozporu s programovým vytvářením krajiny.

Vážným problémem v tomto období zůstanou škody na lesních porostech vyvolané imisemi, jejichž zdrojem bude průmysl a doprava. Očekává se, že v důsledku imisí bude počátkem 90. let na 20 % lesní půdy ČSSR snižen celkový přírůst o 20 %. I když budou zřejmě k odstranění tohoto činitele — významně zhoršujícího životní prostředí — učiněna vážná opatření, bude i nadále prvořadým problémem ochrany lesa.

Spolehlivost prognostických informací tohoto období je pro jeho vzdálený časový horizont problematická. Přesto se však pokusme o logickou projekci vývojových tendencí předmětu naší prognózy.

Nadále zřejmě potrvá deficit surovin a energie, i když nelze vyloučit významný podíl výroby energie z dnes neznámých nebo provozně nezavedených technologií její výroby.

Lesy jako prakticky nevyčerpatelný zdroj dřevní suroviny si zřejmě zachovají i v tomto období svůj význam. Očekáváme, že koncem 90. let bude s výjimkou pařezů zužitkováno veškeré dřevo od tloušťky 4 cm. Lze rovněž předpokládat, že nebude výjimkou zužitkování veškeré hmoty stromů lesních dřevin. Koncem 90. let můžeme také očekávat, že významný podíl hmoty stromové zeleně bude sloužit k výrobě krmiv v živočišné výrobě. K tomuto účelu budou ve zmíněné době používány i produkty depolymerizovaného dřeva.

K pronikavým změnám dojde pravděpodobně koncem 90. let v oblasti životní úrovně obyvatelstva; tak např. počet osobních automobilů se ve srovnání s dnešním stavem zvýší 2,5krát. Vzroste rovněž množství volného času. Tyto skutečnosti posílí tendenci trávení volného času v přírodě. Funkce lesa jako prostředí, ve kterém budou lidé trávit svůj volný čas, bude mít v tomto období pravděpodobně klíčové postavení; vyplývá to ze síly, kterou je tento činitel v našem šetření ovlivňován i ze síly, kterou bude působit na jiné činitele.

Po roce 2000 budou pravděpodobně používána i jiná kritéria pro volbu druhového zastoupení obnovovaných lesních porostů. Vzhledem k předpokládanému energetickému a zejména surovinovému deficitu a vzhledem k vysoké technické a technologické vyspělosti zpracovatelského průmyslu můžeme předpokládat, že rozhodujícím kritériem pro volbu druhové skladby bude maximální produkce biomasy. Ze síly interakcí vyplývá, že toto kritérium bude mít v uvažovaném období klíčové postavení v souboru činitelů vývoje.

OBDOBÍ PO ROCE 2020

Požadavky společnosti na složení produkce lesní výroby a na služby poskytované lesním hospodářstvím vzrostou pravděpodobně natolik, že jejich uspokojení si vynutí integrální přístup k jejich využívání i k zintenzivňování jejich funkcí. Rajonizace lesů se asi stane historickým anachronismem.

Jiné charakteristiky tohoto časového období nám naše šetření neposkytlo; je tomu tak zejména pro časovou vzdálenost časového horizontu tohoto období.

ZÁVĚR

Závěrem k naší prognóze upozorňujeme na některé výhody a nedostatky metody křížových interakcí. Mezi výhody patří zejména to, že metoda křížových interakcí umožňuje vyjádření vlivů více jevů na jednu událost a umožňuje registraci posunu pravděpodobností jednotlivých očekávaných událostí. Kromě toho umožňuje kvantifikaci vlivu jednotlivých událostí a vyjádření stupně citlivosti na působení ovlivňujících událostí. Perspektivnost této prognostické metody záleží zejména v kvantifikaci interakcí více jevů a v možnosti simulace.

Metoda křížových interakcí je novým — metodicky ještě neustáleným — prognostickým postupem. Mnohé je proto ještě třeba dořešit,

jiné změnit. Tak např. je třeba vyřešit hodnocení interakcí a posun pravděpodobností, jejichž hodnocení na základě pořadí je neuspokojivé. Nedořešený je rovněž způsob odhadu síly, kterou působí uskutečnění jedné události na ostatní události.

Zdůrazňujeme, že informace o požadavcích společnosti na složení lesní výroby a na poskytované služby získané aplikací metody křížových interakcí mají synoptický charakter. Poskytují proto jen schematickou představu o předmětu prognózy.

Rovněž je třeba zdůraznit, že představa o budoucích požadavcích společnosti na složení lesní výroby a na poskytované služby závisí jednak na množství a kvalitě disponibilních informací, jednak na úrovni použité prognostické metody. Obě skupiny činitelů jsou tedy časově podmíněny. Tato okolnost však není specifickým rysem našich výsledků, nýbrž je obecně platnou vlastností prognóz.

Došlo dne 15. 6. 1979

Literatura

1. BARTUŇEK, J.: Aplikace metody křížových interakcí při vypracování průřezové prognózy vývoje lesního hospodářství ČSR. *Lesnictví*, 11-12, 1974, s. 985-1004
2. BLUĐOVSKÝ, Z.: K problematice vnějších ekonomických vztahů odvětví lesního hospodářství. *Lesnictví*, 8, 1976, s. 663-678
3. DUBEN, R. — STÍBALOVÁ, B.: Jak budeme žít v roce 2000? Svoboda, Praha, 1976, s. 323
4. ENZER, S.: A case study using forecasting as decision-making aid. Inst. future research conf., Kyoto, 1970
5. GOLDMAN, J.: Makroekonomická analýza a prognóza. Academia Praha, 1975, 165 s.
6. GORDON, T. J. ap.: Research on cross-impact techniques with applications to selected problems in economics, political science and technology assessment. Report R-12. Middletown, Institute for the Future, srpen 1970
7. HELMER, O. aj.: Development of long-range forecasting methods for Connecticut. Report R-5. Middletown, Institute for the Future, 1969
8. HROMADA, E.: Analýza ekonomického vývoje lesného hospodářstva ČSSR a SSR. *Příroda*, 1972, s. 139
9. HRUBÝ, P.: Jak sestavovat podnikové prognózy. Svoboda, Praha, 1976, s. 237
10. JANEBA, V.: Zdroje dřeva a jejich využívání. Plánované hospodářství, 9, 1975, s. 16-22
11. KAFKA, E.: Odhad spotřeby dřeva v ČSR. *Drevo*, 9, 1974, s. 262-268
12. NOVOTNÝ, V. — PROCHÁZKA, J.: Prognózy vývoje lesního hospodářství. ÚVTEI, Praha, 1974, s. 76
13. ROCHBERG, R. aj.: The use of cross-impact matrices for forecasting and planning. Report R-10. Middletown, Institute for the Future, 1970
14. RUPRICH, J.: Teorie organizace socialistického lesního hospodářství. *Lesnictví*, 8, 1973 s. 661-676
15. SPEIDEL, G.: Planung im Forstbetrieb. Verlag Paul Parey, Hamburk - Berlin 1972, 267 s.
16. ŠULC, O.: Abeceda prognostiky. SNTL, Praha 1976, 152 s.
17. ŠULC, O. — ALEXANDER, P.: Metoda křížových interakcí a její aplikace v průřezových prognózách. ÚVTEI-SIVO 1135, Praha 1972, 75 s.
18. ŠULC, O.: A methodical approach to the integration of technological and social forecasts. *Technological Forecasting* č. 1, 1969
19. ŠULC, O. — MACHÁLEK, J.: Rozvojové tendence prefabrikace do r. 2000. Institut pro stavební techniku, Praha 1969
20. ŠULC, O. — MACHÁLEK, J.: Dlouhodobá prognóza čs. betonové prefabrikace 1975-1990. Praha. invest. středisko prefabr. 1971
21. WITTMANN, W.: Unternehmung und unvollkommene Information. Unternehmerische Voraussicht-Ungewissheit und Planung. Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen, 1959

БАТУНЕК, Й. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Прогноз развития требований к составу лесного производства по методу перекрестных взаимодействий. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 385-407.

Методической основой прогноза служил метод перекрестных взаимодействий, относящийся к пригодным для составления долгосрочных прогнозов методам. Срок прогноза — 2020 год выбран с учетом возможностей метода с таким расчетом, чтобы данные временные рамки позволяли вмешиваться в основные показатели состояния леса, в частности в состав пород, срок валки и способ хозяйствования.

Обзор содержит следующую информацию о требованиях общества к составу лесопроизводства и услугам, предоставляемым лесхозам ЧССР до 2020 г.: анализ отношения между лесным хозяйством и предметом прогноза, оценку методических баз, служащих для разработки задачи, опыт в области применения метода, некоторые рекомендации по улучшению метода, перечень ожидаемых явлений в области предмета прогноза, результирующую матрицу перекрестных взаимодействий, выражающую взаимодействие ожидаемых явлений, вероятную очередность реализации ожидаемых явлений, трансформацию вероятности реализации ожидаемых явлений, использование их результатов для составления прогноза, квантификацию взаимодействий между группами ожидаемых явлений, синоптический сценарий ожидаемого развития предмета прогноза.

лесное производство; прогнозы; метод перекрестных взаимодействий

BARTUNEK, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *A Forecast of the Development of Requirements for the Structure of Forest Production Elaborated by the Method of Cross Interactions*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 385-407.

Methodically the forecast has been based on the application of the method of cross interactions, belonging to the methods designated as methods applicable to compiling long-term forecasts. The time horizon of the forecast — the year 2020 — has been chosen with respect to the possibilities of the applied method, so as the given span of time would make it possible to influence the fundamental characters of the forest condition, particularly percentage of tree species, rotation period and silvicultural system.

This study contains the information on the requirements for the structure of forest production and services rendered by the forest management in the CSSR until 2020: analysis of the relationship between the forest management and the subject of the forecast, evaluation of methods available to solve the problem, experience from the application of the method of cross interactions and some proposals of improving this prognostic method, list of expectancies in the sphere of the subject of the forecast, resultant matrix of cross interactions expressing the interactions of the expectancies, determination of the probable order of realization of the expectancies, transformations of the probability of realization of the expectancies and application of the results to compiling the forecast, quantification of interactions between the groups of the expectancies, synoptical review of the future development of the subject of the forecast.

forest production; forecasts; method of cross interactions

BARTUNEK, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Eine mit Hilfe der Methode von Kreuzinteraktion zusammengestellte Prognose der Entwicklung von Anforderungen an die Zusammensetzung der forstlichen Produktion*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 385-407.

Den methodischen Ausgangspunkt der Prognose stellte die Anwendung der Methode von Kreuzinteraktionen dar, die zu einer Gruppe von Methoden gehört, die als geeignet für die Zusammenstellung von langfristigen Prognosen bezeichnet werden. Der Zeithorizont der Prognose — d. h. das Jahr 2020 — wurde unter Berücksichtigung der Möglichkeiten der angewandten Methode gewählt, allerdings so, damit der gebildete zeitliche Rahmen die Beeinflussung der Grundkennziffern des Waldzustandes erlaubt, vor allem die Holzartenvertretung, die Umtriebszeit und die Wirtschaftsart.

Die Studie enthält folgende Informationen über die Anforderungen der Gesellschaft an die Zusammensetzung der forstlichen Produktion und Leistungen, die durch die Forstwirtschaft der ČSSR bis zum Jahr 2020 geleistet werden: Analyse der Beziehung zwischen der Forstwirtschaft und dem Objekt der Prognose, Beur-

teilung der methodischen Ausgangspunkte, die zur Lösung der Aufgabe anwendbar sind, Erfahrungen aus der Anwendung der Methode der Kreuzinteraktionen und einige Vorschläge zur Verbesserung dieser prognostischen Methode, ein Verzeichnis der zu erwartenden Ereignisse auf dem Gebiet des Objektes der Prognose, die Ergebnismatrize von Kreuzinteraktionen, die die gegenseitige Einwirkung der zu erwartenden Ereignisse ausdrückt, Bestimmung der wahrscheinlichen Folge der Verwirklichung der zu erwartenden Ereignisse, Transformation der Wahrscheinlichkeit der Verwirklichung der zu erwartenden Ereignisse und Ausnützung ihrer Ergebnisse zur Zusammenstellung der Prognose, Quantifizierung der Interaktionen zwischen den Gruppen der zu erwartenden Ereignisse, synoptisches Szenarium der zukünftigen Entwicklung des Objekts der Prognose.

forstliche Produktion; Prognosen; Methode der Kreuzinteraktionen

BARTUNĚK, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *La prognose du développement des exigences sur la composition de la production forestière établie en appliquant la méthode des interactions croisées*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 385-407.

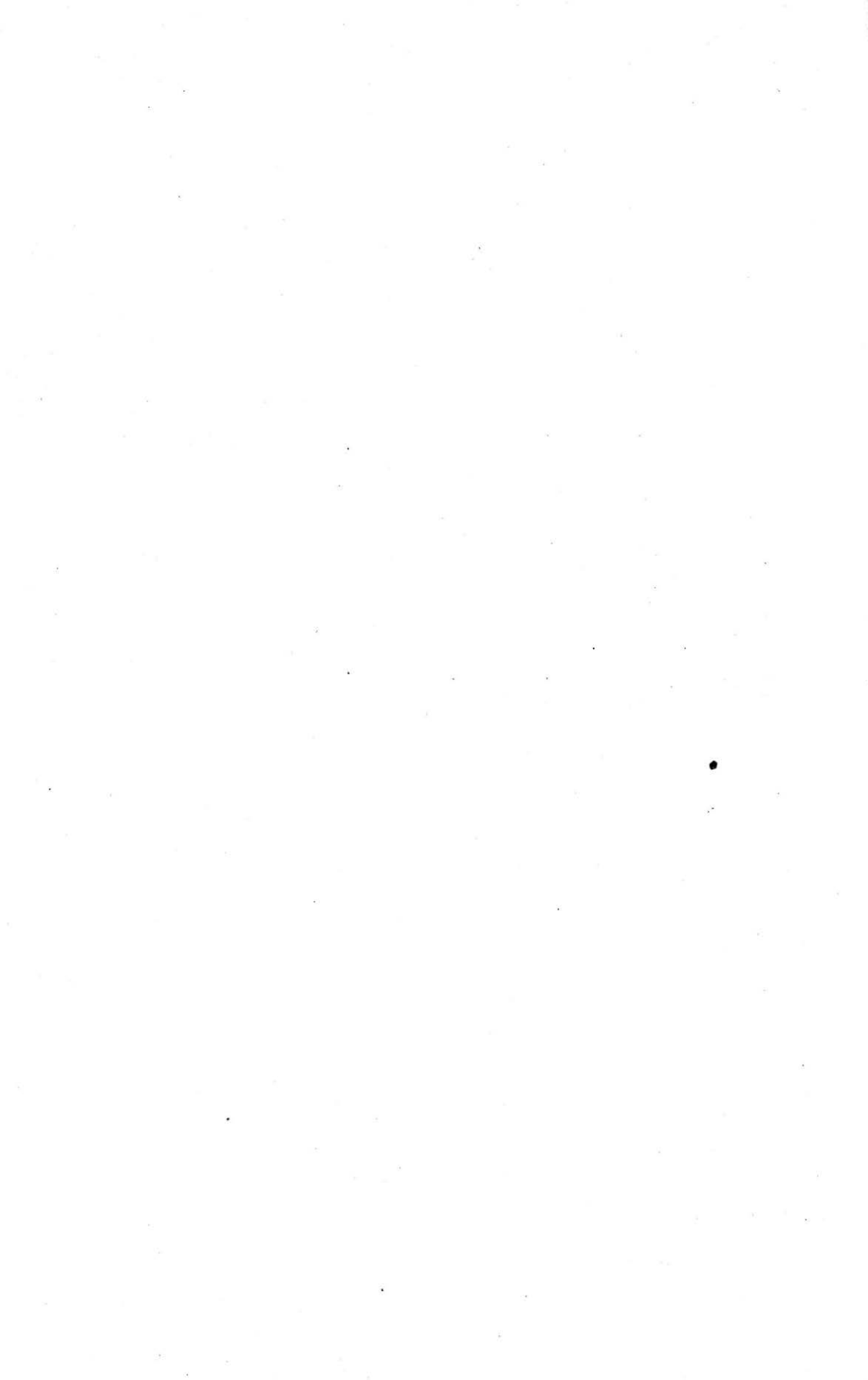
C'est l'application de la méthode des interactions croisées qui appartient au groupe de méthodes désignées comme méthodes convenables à l'établissement des prognoses de longue durée, qui constituait le pont de départ méthodique. L'horizon chronométrique de la prognose, à savoir l'année 2020 — a été choisi en considération des possibilités de la méthode utilisée, mais de manière, à ce que le cadre temporel formé puisse permettre d'influencer les indicateurs principaux de l'état de la forêt, la durée de la révolution et le régime forestier.

L'étude comprend les informations suivantes, relatives aux exigences de la société sur la composition de la production forestière et des services procurés par l'économie forestière tchécoslovaque d'ici à 2020: l'analyse du rapport entre l'économie forestière et l'objectif de la prévision, l'estimation des points de départ méthodiques utilisables à la solution de la tâche, l'expérience tirée de l'application de la méthode des interactions croisées et certains projets orientés vers l'amélioration de cette méthode prognostique, la liste des événements attendus, la détermination de cette méthode prognostique la liste des événements attendus, la détermination de l'objectif de la prévision, la matrice finale des interactions croisées exprimant l'action réciproque des événements attendus, la détermination de l'ordre probable de la réalisation des événements attendus, la transformation de la probabilité de la réalisation des événements attendus et l'utilisation de leurs résultats à l'établissement de la prognose, la quantification des interactions entre les groupes des événements attendus, le scénario synoptique du développement futur de l'objectif de la prognose.

production forestière; prognose (prévisions); méthode des interactions croisées

Adresa autora:

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



RŮST BOROVICE NA NĚKTERÝCH PŮDÁCH ČESKÉ KŘÍDOVÉ TABULE

A. Houba

HOUBA, A. (Lesprojekt, Brandýs nad Labem). *Růst borovice na některých půdách České křídové tabule*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 409-426.

Účelem práce bylo řešení vztahů mezi půdou a růstem, resp. bonitními stupni borovice v geomorfologické oblasti České křídové tabule. Z materiálu typologického průzkumu bylo vybráno pět půdních profilů na pískovcích a dva půdní profily na sprašových hlínách, které se nacházejí v pahorkatinné stanovištní a v mírně teplé klimatické oblasti. Vybrané půdy na pískovcích byly převážně písčité a hlinitopísčité železité podzoly, půdy na sprašových hlínách písčitohlinité oglejené hnědé lesní půdy. Na pískovcích vykazovala borovice relativně nejlepší 6. bonitní stupeň na plošině, na železitém podzolu s nepatrnou vrstvou ochuzeného, eluviálního horizontu, nejhorší — 9. bonitní stupeň na srázném svahu, na písčité nevyvinuté hnědozemí, u níž je hnědnutí půdy teprve v počátcích. Podrobné posuzování závislosti růstu borovice na půdě se dělo porovnáváním analytických charakteristik pokryvného humusu, nadloží minerální půdy do 30 cm a celkové minerální půdy do 100 cm, a to dvojice půdních profilů na plošinách, příkrých a mírných svazích a u jednoho půdního profilu byly porovnány hořejší půdní vrstvy dvou částí téhož porostu, které se lišily bonitními stupni borovice. V minerální půdě je zejména třeba zvýšit obsah dusíku, drasla, hořčíku, kyseliny fosforečné a humusových součástí. U ostatních písčitých půd se ukázala souvislost lepších bonitních stupňů borovice s vyšším obsahem K_2O , MgO , P_2O_5 a do určité míry i CaO . U písčitohlinitých půd na sprašových hlínách je růstu borovice prospělo spíše mírné zkyselení půdy. U všech půd je žádoucí zlepšení humusové formy.

pedologie lesnická; borovice; půdní profily

Borovice lesní (*Pinus silvestris* L.) vyniká schopností velmi značného přizpůsobení jak podmínkám klimatickým, tak i půdním. Podle toho se mění tvar kmene a koruny, kořenového systému i jakosti dřeva. Na minerální výživu je velice skromná. Tato její skromnost a nenáročnost souvisí s její mohutně vytvořenou kořenovou soustavou, která prostupuje mnohem větší hmotu půdy, než je tomu u jiných dřevin. Krása struktury dřeva kvalitních borovic z českých a moravských lokalit je výjimečná a se stejnou surovinou z jiných oblastí nesrovnatelná. Naše borové dřevo je proto v poslední době vysoce oceňováno v nábytkářském průmyslu, zejména ve skandinávských zemích.

PRACOVNÍ POSTUP

Z materiálu typologického průzkumu Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů v Brandýse n. L. jsem vybral rozborové listy a dotazníky

k půdním vzorkům sedmi půdních profilů a provedl klasifikaci půd. Některé z těchto půdních profilů jsem dříve sám v terénu vyhledal, údaje přezkoušel, doplnil a odebral půdní vzorky k porovnání závislosti bonitních stupňů borovice a půdy. K informativnímu posuzování půdních vlastností používám i druhy půdní vegetace. Analytické hodnoty jsem přepočítal na vrstvu minerální půdy do 30 cm a do 100 cm. Odůvodnění významu těchto vrstev jsem uvedl ve svých dřívějších pracích (H o u b a 1972, 1979). V úvahu byly brány též analytické charakteristiky pokryvného humusu.

K hodnocení půdy byly používány obvyklé stupnice. Stanovení zrnatosti bylo provedeno plavicí metodou J. K o p e c k é h o, hodnoty pH-H₂O, pH-KCl určovány potenciometricky multoskopem, humus W a l k l e y — B l a c k o v o u metodou v modifikaci N o v á k o v ě — P e l l í š k o v ě, celkový dusík podle K j e l d a h l a, přístupný dusík podle Ť u r i n a. Dále byla určována ztráta žiháním, sušina a hygroskopická voda sušením při 105 °C, výměnné kationty podle S c h o l l e n b e r g a, hodnota S a T-S podle K a p p e n a. Stanovení minerálních živin ve výluhu 20% kyseliny solné a 1% kyseliny citrónové: kyselina křemičitá, seskvioxydy a SO₃ vážkově, Fe₂O₃, CaO a MgO komplexometricky, kyselina fosforečná a mangan kolorimetricky, draslík a sodík plamenometricky. Fyzikální rozbory válečkovou metodou podle K o p e c k é h o — N o v á k a, katalázy podle D u c h o n ě.

Posuzování závislosti růstu borovice na půdě se dělo porovnáváním půdních profilů, které se vyznačovaly stejným reliéfem terénu, stejnou půdotvornou horninou a přibližně stejnými klimatickými poměry. Byly posuzovány dvojice půdních profilů na plošinách, na příkrých a na mírných svazích a u jednoho půdního profilu byly posuzovány hořejší půdní vrstvy dvou částí porostu, které se lišily bonitním stupněm borovice.

PŘÍRODNÍ POMĚRY

Českou křídovou tabuli rozdělil J. S t e j s k a l (1949) na pískovcové oblasti křídové, opukové oblasti křídové a slinité oblasti křídové a uvedl místa s překryvy sprašových hlín. J. H r o m á d k a (1956) rozlišuje na území České křídové tabule vzhledem k různému rozčlenění reliéfu převládající tabule (Dolnooháreckou, Jizerskou, Českobrodskou, Chrudimskou, Trstěnickou, Třebechovickou, Skalickou a Bydžovskou), pahorkatiny (Ralskou a Jičínskou) a kotliny při Labi (Pardubickou, Nymburskou, Mělnickou a Terežínskou).

Vybrané zkusné plochy se vztahují k Ralské pahorkatině, Jičínské pahorkatině, k Chrudimské a Trstěnické tabuli.

Z poměrně rozsáhlé a členité Ralské pahorkatiny, která se dělí na několik geomorfologických částí, je významná zejména pahorkatina Zákupská. Základním rysem jejího reliéfu jsou strukturní plošiny a četné čedičové a znělcové suky obklopené pleistocénními sutěmi. Nad krajinu se nejvýrazněji zdvihá vrch Ralsko s 696 m nadmořské výšky. Jičínská pahorkatina rovněž vyniká značnou členitostí a rozmanitostí povrchových tvarů. Na mnoha místech zde pronikají křídovými sedimenty vulkanická tělesa. Chrudimská tabule je převážně budována středotur-

skými sedimenty a je rozčleněna četnými toky na řadu strukturních plošin. Trstěnická tabule, tvořená převážně strukturními plošinami na svrchnokřídových sedimentech, zaujímá jihovýchodní část České křídové tabule. Nejvyšších nadmořských výšek (Drašarov, Findejšův kopec 684 m) dosahuje v oblasti tzv. stašovského hřbetu mezi Poličkou a Březovou n. Svitavou (D e m e k J. a kol. 1965). Klimaticky patří Česká křídová tabule do mírně teplé klimatické oblasti. Všechny vybrané zkusné plochy jsou v pahorkatinné stanovištní oblasti.

HODNOCENÍ A POROVNÁNÍ PŮDNÍCH PROFILŮ

PŮDNÍ PROFILY NA PLOŠINÁCH S PODLOŽÍM PÍSKOVČŮ

Půdní profil 3088 — železitý podzol, mělce výrazný, písčítý. Půda s horizonty A₀ 0—4 cm, A₁ 4—6 cm, A₂ 6—13 cm, B₁ 13—33 cm, B₂ 33—100 cm je až na světle šedý 10 Y R 7/1 horizont A₂ shora zbarvena převážně hnědožlutě 10 Y R 6/6, dospodu žlutě 10 Y R 7/6. Je celkově písčitá, mírně kyselá, velmi slabě humózní, s velmi nízkou celkovou sorpční kapacitou, extrémně sorpčně nenasyčená, hlavními minerálními živinami chudá, pouze kyselinou fosforečnou středně bohatá. Je zrnitá, mírně vlhká, v nadloží kyprá, v horizontu B₁ mírně slehlá, dospodu sypká. Humusová forma je surový moder.

Půdní profil 2519 — humus-železitý podzol, výrazný, písčítý, slabě šterkovitý. Tmavě hnědý 10 Y R 3/3 pokryvný humus je složen ze subhorizontů A₀₁ 0—2 cm, A₀₂ 2—4 cm a A₀₃ 4—6 cm. Horizont A₁ 6—10 cm je šedohnědý 10 Y R 5/2, kyprý, horizont A₂ 10—20 cm světle šedý 10 Y R 7/1, sypký, horizont B₁ 20—25 cm rezivě hnědý 5 Y R 5/4, drobný, horizont B₂ 25—60 cm hnědožlutý 10 Y R 6/6, zrnitý až krupnatý, rozpadavý, horizont Cd 60—100 cm je žlutý 10 Y R 7/6, sypký, s přibývajícími kameny. Celkově je půda písčitá, slabě šterkovitá, mírně vlhká, zrnitá, mírně kyselá, velmi slabě humózní, s velmi nízkou celkovou sorpční kapacitou, extrémně sorpčně nenasyčená, chudá vápnem, velmi chudá draslem a hořčíkem a středně bohatá kyselinou fosforečnou. Humusová forma je surový humus.

Půdní profil 3088 se nachází v Chrudimské tabuli v klimatickém okrsku B₂ a půdní profil 2519 v Jičínské pahorkatině v poněkud vlhčím klimatickém okrsku B₆. Odlišnost půd na úrovni subtypů a variant, v níž se pravděpodobně projevuje i vliv rozdílných klimatických okrsků, odráží se v rozdílných bonitních stupních borovice. Ze zařazení k lesním typům by se dalo soudit, že v *Pino-Quercetum myrtilletosum* může borovice dosáhnout lepší bonity než v *Luzulo-Querceto-Fagetum* s *Vaccinium myrtillus*, i když rozdíl obou lesních typů je nepatrný. Větší měrou se odráží rozdíl bonit v rozdílné humusové formě, která u půdního profilu s 6. bonitním stupněm je vyvinuta jako surový moder a u půdního profilu s 7. bonitním stupněm jako surový humus. Rozdíly ve struktuře, konzistenci a vlhkosti nepadají v úvahu.

Oba půdní profily mají velmi nízký obsah celkového a fyzikálního jílů a prachu a vysoký podíl vlastního písku. Hodnoty pH-H₂O a rozdíly pH-H₂O a pH-KCl jsou v nadloží minerální půdy i v celé minerální půdě o něco málo vyšší u půdního profilu s 6. bonitním stupněm než

u profilu se 7. bonitním stupněm, hodnota pH-KCl je vyšší pouze ve vrstvě do 30 cm. Výměnná kyselost i ionty hliníku a vodíku jsou ve vrstvě minerální půdy do 30 cm u půdního profilu s lepším bonitním stupněm zřetelně nižší než u profilu s horším bonitním stupněm. Z toho by se dalo soudit, i když nepříliš přesvědčivě, že nižší půdní kyselost nadloží minerální půdy růstu borovice prospívá.

Obě půdy jsou celkově velmi slabě humózní, nadloží minerální půdy do 30 cm vykazuje však u půdního profilu se 7. bonitním stupněm vyšší obsah humusu. Poněvadž obsah dusíku je velmi nízký, je poměr C/N u profilu se 7. bonitním stupněm vyšší než u profilu s 6. bonitním stupněm.

Půdní profil 4382 — železitý podzol, výrazný, hlinitopísčitý, na pískovci. Půda s horizonty A₀ 0—7 cm, A₁/A₂ 7—12 cm, A₂ 12—35 cm, B 35—100 cm, je v nadloží do 35 cm převážně světle šedá, písčitá, zrnitá, sypká, sorpčně nenasycená, v podloží hnědožlutá, písčitohlinitá, drobová, slabě sorpčně nasycená. Celkově je středně kyselá, mírně vlhká, velmi slabě humózní, s nízkou celkovou sorpční kapacitou, minerálními živinami chudá až velmi chudá, se surovým humusem.

Tento půdní profil se nachází v jihovýchodní části Trstěnické tabule v klimatickém okrsku B₅ a je charakteristický pro lesní typ *Querceto-Pinetum* s *Vaccinium myrtillus* a *Calluna vulgaris*. K němu příslušející borový porost je v průměru 8. bonitního stupně. Kořenový systém borovice je poměrně mělký.

Nedaleko půdního profilu byly vyhledány zkusné plochy se 7. a 9. bonitním stupněm borovice a byly zjištěny půdní vlastnosti do hloubky 30 cm minerální půdy.

Z jejich porovnání vyplývá, že pod borovicí se 7. bonitním stupněm je vyšší obsah fyzikálního jílu a že v kladné korelaci s lepší bonitou porostu je dále rovněž obsah celkového jílu, prachu a práškovitého písku a v negativní korelaci obsah písku IV. kategorie. Kladnou korelaci je možno konstatovat ve vrstvě minerální půdy do 30 cm i v pokryvném humusu též u hodnoty S, T-S, T, V, u obsahu hygroskopické vody, u ztráty žíháním, obsahu uhlíku, humusu, dusíku celkového i přístupného. Pokryvný humus i minerální půda pod borovým porostem se 7. bonitním stupněm se vyznačuje užším poměrem C/N než pod porostem s 9. bonitním stupněm, má vyšší obsah přístupného drasla a kyseliny fosforečné a rovněž obsahy všech minerálních látek zjištěných ve výluhu 20% kyseliny solné jsou pod borovicí se 7. bonitním stupněm vyšší než pod borovicí s 9. bonitním stupněm. Minerální půda v části porostu se 7. bonitním stupněm se vyznačuje vyrovnanějším poměrem hlavních živin, zejména CaO/MgO, K₂O/MgO, K₂O/CaO, N/MgO než v části porostu s 9. bonitním stupněm. Rovněž fyzikální půdní vlastnosti jsou lepší v minerální půdě pod borovicí se 7. bonitním stupněm než pod borovicí s 9. bonitním stupněm. V lepší části porostu je vyšší pórovitost, větší maximální vodní kapacita, vyšší minimální vzdušná kapacita a vyšší momentní obsah vody a vzduchu.

Kontrasty jednotlivých půdních složek pod borovicí se 7. a 9. bonitním stupněm jsou dosti rozdílné, většinou velké, někdy však malé až nepatrné. Podle toho je možno rozlišovat korelaci výraznou a nevýraznou.

I. Přehled půdních profilů. — A survey of soil profiles

Půdní profil	LZ, polesí, porost	Hornina	Nadm. v. m	Reliéf, expozice, sklon	Klimatická oblast, okrsek	Skupina les. typů, lesní typ	Dřeviny, věk	Půda	Bonitní stupeň
3088	Ronov n. D., Heřmanův Městec 2d	pískovec	320	plošina	mírně teplá B ₂	<i>Pino-Quercetum myrtilletosum</i>	bo 10 95	železitý podzol, mělce výrazný, písčité	6
2519	Lomnice n. P. — Turnov, Střeleč 57m	pískovec	300	plošina	mírně teplá B ₆	<i>Luzulo-Querceto-Fagetum, Vacc. myrt.</i>	bo 10 85	humuso-železitý podzol, výrazný, písčité	7
4382	Svitavy, Radiměř drobné lesy u odd. 60	pískovec	450	plošina	mírně teplá B ₅	<i>Querceto-Pinetum, Vacc. myrt.-Calluna vulg.</i>	bo 10 100	železitý podzol, výrazný, hlinito-písčité	8
2246	Cvikov, Mařenice 141	pískovec	460	srázný svah JV 35°	mírně teplá B ₅ —B ₈	<i>Calluno-Pinetum</i>	bo 10 75	nevyvinutá hnědozem, písčité	—9
2278	Ještěd, Sychrov 188 b ₁₁	pískovec	340	příkrý svah J 30°	mírně teplá B ₆ —B ₈	<i>Luzulo-Querceto-Fagetum, Vacc. myrt.</i>	bo 9 bk 1 105	železitý podzol, výrazný, hlinito-písčité	6/7 6/7
4414	Cvikov, Zákupy 318f ₂	sprašová hlína	325	mírný svah S 10°	mírně teplá B ₅ —B ₈	<i>Querceto-Fagetum abietosum</i>	bo 5 sm 5 80	oglejená hnědá lesní půda, písčito-hlinitá	5 5
4416	Cvikov, Zákupy 221j	sprašová hlína	350	velmi mírný svah Z 5°	mírně teplá B ₅ —B ₈	<i>Querceto-Fagetum, Vacc. myrt.-Luzula pil.</i>	bo 10 95	oglejená hnědá lesní půda, písčito-hlinitá	6

Půdní profil 2246 — nevyvinutá hnědozem, písčitá. Hrubě písčitá, slabě šterkovitá půda velmi světlého žlutavého zbarvení, s horizonty A₀ 0—3 cm, A 3—6 cm, (B) 7—30 cm, (B) Cd 30—100 cm, suchá až mírně vlhká, zrnitá, sypká, celkově mírně kyselá, slabě humózní, s nízkou celkovou sorpční kapacitou, výrazně sorpčně nenasyčená, velmi chudá vápnem, hořčíkem a zejména draslem, chudá kyselinou fosforečnou. Humusová forma je mělký surový humus. Půda se vyznačuje nepatrným obsahem jílnatých a prachových součástí a mizivým obsahem Fe₂O₃. Hnědnutí půdy je teprve v počátcích.

Půdní profil 2278 — železitý podzol, výrazný, hlinitopísčitý. Pod tmavohnědým 10 Y R 3/3 pokryvným humusem 0—4 cm (A₀₁ 0—2 cm, A₀₂ 2—3 cm, A₀₃ 3—4 cm) se nachází tmavohnědá 10 Y R 4/1, hlinitopísčitá, mírně vlhká, kyprá, krupnatá zemina horizontu A₁ 4—7 cm a pak velmi světle hnědý 10 Y R 7/3, sypký, zrnitý, mírně vlhký písek horizontu A₂ 7—12 cm. Horizont B 12—40 cm je zbarven žlutě 10 Y R 7/6, je hlinitopísčitý, mírně vlhký, kyprý, krupnatý a horizont B/Cd 40—100 cm rovněž s převládajícím žlutým zbarvením, avšak s rezivě hnědými 5 Y R 4/4 skvrnami, je písčitý, zrnitý, rozsypavý, čerstvě vlhký. Převážně hlinitopísčitá půda bez skeletu je mírně kyselá, slabě humózní, s velmi nízkou celkovou sorpční kapacitou, sorpčně nenasyčená, chudá vápnem, velmi chudá hořčíkem, draslem a fosforem. Humusová forma je typický surový humus.

Z porovnání půdních profilů 2246 a 2278, které se vyskytují na příkrých až srázných svazích pískovců v Zákupské a Ralské pahorkatině České křídové tabule, vyplývá, že hlinitopísčitý výrazný železitý podzol se vyznačuje podstatně lepším růstem borovice než písčitá nevyvinutá hnědozem. Půdní profil 2246 s nejhorším — 9. bonitním stupněm je na rozhraní klimatických okrsků B₅, B₈ na srázném svahu s jihovýchodní expozicí v poněkud vyšší poloze než půdní profil 2278 s 6/7 bonitním stupněm, který se nachází v nižší avšak vlhčí poloze na rozhraní klimatických okrsků B₆, B₈ na táhlém příkrém svahu s jižní expozicí. Dá se tedy předpokládat, že na prospěch růstu borovice je o něco vlhčí poloha, méně příkrý svah a spíše hlinitopísčitá, mírně vlhká a poměrně kyprá půda než písčitá, suchá a sypká půda. Rozdíly v bonitních stupních se odrážejí do jisté míry též v rozdílné humusové formě. Dále je zřejmé, že *Luzulo-Querceto-Fagetum* s *Vaccinium myrtillus* je příznivějším lesním typem než *Calluno-Pinetum*. Další rozdíly mezi oběma půdními profily ve vztahu k bonitním stupňům borovice jsou zřejmé z posouzení analytických půdních charakteristik.

Ve vrstvě minerální půdy do 30 cm a v průměru minerální půdy profilu s lepším bonitním stupněm je výrazně vyšší obsah fyzikálního jílu, celkového jílu, prachu a práškovitého písku a výrazně nižší obsah vlastního písku IV. kategorie. Dále jsou v nadloží a v průměru minerální půdy i v pokryvném humusu o něco málo vyšší hodnoty pH-KCl a pouze v pokryvném humusu vyšší hodnota pH-H₂O, nižší výměnná kyselost a nižší obsah iontů hliníku. Pokryvný humus půdního profilu s 6./7. bonitním stupněm je tedy méně kyselý než profilu s 9. bonitním stupněm. Ve vrstvě minerální půdy do 30 cm, v průměru minerální půdy i v pokryvném humusu je u půdního profilu s 6./7. bonitním stupněm

vyšší ztráta žíháním a pouze v nadloží do 30 cm též o něco vyšší obsah uhlíku, humusu a dusíku. Poměr C/N je u půdního profilu 2278 s lepším bonitním stupněm borovice ve všech třech vrstvách užší než u půdního profilu 2246 s horším bonitním stupněm.

Sorpční hodnoty S , T jsou u půdního profilu 2246 vyšší než u profilu 2278 a tudíž úrodnost půdy neindikují. Spolehlivějším indikátorem lepší bonity borovice je suma výměnných kationtů a výměnný vápník. Ostatní výměnné kationty jsou u půdního profilu s lepším bonitním stupněm borovice vyšší pouze ve vrstvě pokravného humusu. V této vrstvě a mimoto v průměru minerální půdy je u půdního profilu s 6./7. bonitním stupněm borovice též vyšší hodnota V .

V kladné korelaci k bonitám borovice je obsah hygroskopické vody a číslo hygroskopičnosti. V nadloží a v průměru minerální půdy je tato kladná korelace výraznější než u pokravného humusu.

V nadloží minerální půdy do 30 cm a v průměru minerální půdy je u půdního profilu s lepším bonitním stupněm borovice výrazně vyšší obsah Fe_2O_3 , Al_2O_3 , R_2O_3 a CaO . Z hodnocení katalázy by vyplývalo, že k poměrně dobrému růstu borovice je hodnota $1 \text{ mg} \cdot 5 \text{ g}^{-1}$ v nadloží minerální půdy a cca $45 \text{ mg} \cdot 5 \text{ g}^{-1}$ v pokravném humusu vhodnější než vyšší, až dvojnásobné hodnoty.

V nadloží minerální půdy je u půdního profilu s 6./7. bonitním stupněm vyšší převaha vápna nad hořčíkem a draslem, drasla nad hořčíkem a kyselinou fosforečnou než u půdního profilu s —9. bonitním stupněm. Kořenový systém borovice je při —9. bonitním stupni mělčí než při 6./7. bonitním stupni.

PŮDNÍ PROFILY NA MÍRNÝCH SVAZÍCH SPRAŠOVÝCH HLÍN

Půdní profil 4414 — oglejená hnědá lesní půda písčito-hlinitá. Horizont A_0 , resp. A_{01}/A_{02} 0—5 cm nasedá na tmavě hnědý hlinitopísčitý horizont A 5—10 cm, pod nímž se nachází žlutohnědý hlinitý horizont B 10—25 cm. Písčito-hlinité horizonty B_{g1} 25—55 cm a B_{g2} 55—100 cm se vyznačují znaky oglejení, jež se markantně projevuje mramorováním spodiny. Půda je celkově písčito-hlinitá, resp. jemně písčitá hlína, čerstvě vlhká, drobivá, drobtovitá, mírně slehlá, středně kyselá, slabě humózní, se střední celkovou sorpční kapacitou, výrazně sorpčně nenasycená, chudá vápnem, hořčíkem a fosforem, středně bohatá draslem. Humusová forma je v rámci moderu.

Půdní profil 4416 — oglejená hnědá lesní půda písčito-hlinitá. Pod vrstvou pokravného humusu, v němž subhorizont A_{01}/A_{02} zaujímá vrstvu 0—3 cm, subhorizont A_{05} 3—5 cm, nachází se slabá, tmavě hnědá vrstva hlinitopísčitého horizontu A 5—8 cm a pod ní žlutohnědá vrstva s menšími rezivými a světle šedými skvrnami písčito-hlinitého horizontu B_{g1} 8—30 cm. Větší část půdy 30—100 cm je hlinitá a vykazuje velmi výrazné mramorování; je to horizont B_{g2} . Humusová forma je mocný surový moder.

Oba půdní profily se nacházejí v Zákupské pahorkatině v málo odchýlné nadmořské výšce. Patří ke stejnému půdnímu typu, subtypu i druhu, ke stejné skupině lesních typů a vyznačují se přibližně stejnou vlhkostí a strukturou, avšak rozdílnou konzistencí a slehlostí, rozdílnou

II. Analytické charakteristiky půdních profilů. — Analytical characteristics of soil profiles

Půdní profil	Půdní vrstva	Skelet %	Fyzikální jíl %	Zrnitostní kategorie %				pH — H ₂ O	pH-KCl	pH rozdíl	Výměnná kyselost cm ³ n/10 NaOH
				pod 0,01 mm	0,01 — 0,05 mm	0,05 — 0,1 mm	0,1 — 2 mm				
3088	minerální půda do 30 cm	—	2,1	7,5	4,6	3,3	84,6	5,8	4,2	1,6	11,0
	minerální půda do 100 cm	—	1,8	5,5	2,3	3,2	89,0	5,9	4,2	1,7	11,6
2519	minerální půda do 30 cm	12	2,9	6,0	4,6	16,9	72,5	5,1	3,7	1,4	18,3
	minerální půda do 100 cm	25	1,9	7,3	2,8	11,8	78,1	5,8	4,5	1,3	12,4
2246	pokryvný humus	—	—	—	—	—	—	5,6	3,8	1,8	102,8
	minerální půda do 30 cm	—	1,3	2,4	2,2	9,9	85,5	6,0	3,8	2,2	7,3
	minerální půda do 100 cm	15	0,4	3,0	2,3	26,0	68,7	5,6	4,1	1,5	4,4
2278	pokryvný humus	—	—	—	—	—	—	6,6	4,2	2,4	87,5
	minerální půda do 30 cm	—	5,3	15,6	4,4	63,8	16,2	5,5	4,2	1,3	48,2
	minerální půda do 100 cm	—	3,6	11,7	4,3	65,9	18,1	6,0	4,4	1,6	18,5
4414	pokryvný humus	—	—	—	—	—	—	5,6	4,2	1,4	64,8
	minerální půda do 30 cm	—	10,9	25,9	24,4	33,9	15,8	5,5	4,1	1,4	32,5
	minerální půda do 100 cm	—	16,8	25,9	24,4	33,9	15,8	5,4	4,2	1,2	38,8
4416	pokryvný humus	—	—	—	—	—	—	6,0	4,5	1,5	48,4
	minerální půda do 30 cm	—	13,5	27,2	24,8	26,8	21,2	5,7	4,1	1,6	47,0
	minerální půda do 100 cm	—	15,6	29,7	50,7	11,4	8,2	5,9	4,2	1,7	31,7

Pokračování tabulky II.

Půdní profil	Půdní vrstva	V %	Ca· mgekv	Mg· mgekv	K· mgekv	Na· mgekv	Summa mgekv	Hygr. voda %	Vh %	O ₂ cm ³ na 5g
3088	minerální půda do 30 cm	—	0,45	0,10	0,05	0,02	0,62	0,38	0,36	2,4
	minerální půda do 100 cm	5,40	0,35	0,07	0,05	0,01	0,48	0,31	0,52	0,7
2519	minerální půda do 30 cm	—	0,35	0,09	0,06	0,02	0,52	0,60	0,95	2,6
	minerální půda do 100 cm	1,53	0,36	0,06	0,05	0,02	0,49	0,29	0,39	0,1
2246	pokryvný humus	8,98	1,24	0,59	0,25	0,07	2,15	7,99	15,06	105,7
	minerální půda do 30 cm	26,19	0,30	0,21	0,02	0,02	0,55	0,21	0,66	1,5
	minerální půda do 100 cm	23,74	0,26	0,24	0,02	0,04	0,56	0,16	0,57	0,4
2278	pokryvný humus	22,37	4,34	0,79	0,70	0,11	5,94	8,93	15,26	46,0
	minerální půda do 30 cm	10,71	0,97	0,16	0,09	0,05	1,27	0,82	1,31	1,1
	minerální půda do 100 cm	36,51	0,63	0,07	0,06	0,04	0,80	0,48	0,82	0,3
4414	pokryvný humus	29,40	2,56	0,23	0,48	0,10	3,37	11,86	113,2	99,3
	minerální půda do 30 cm	6,86	0,79	0,10	0,13	0,02	1,04	2,02	1,95	5,6
	minerální půda do 100 cm	29,28	2,40	0,13	0,24	0,06	2,83	3,50	4,02	2,9
4416	pokryvný humus	30,43	3,50	0,34	0,84	0,15	4,83	11,86	11,80	112,0
	minerální půda do 30 cm	16,41	0,75	0,37	0,17	0,03	1,32	2,73	2,75	13,3
	minerální půda do 100 cm	35,16	1,06	0,54	0,18	0,06	1,84	3,24	3,30	5,7

Pokračování tabulky II.

Půdní profil	Půdní vrstva	Al ^{...} mgekv	H ^{...} mgekv	Ztráta žiháním %	C %	Humus %	N %	C/N	S mgekv	T-S mgekv	T mgekv
3088	minerální půda do 30 cm minerální půda do 100 cm	0,95 0,99	0,15 0,17	1,28 0,99	0,27 0,22	0,46 0,38	0,03 0,03	9,0 7,3	-0,1 0,2	3,5 3,5	3,4 3,7
2519	minerální půda do 30 cm minerální půda do 100 cm	1,56 1,08	0,27 0,16	1,99 1,02	0,72 0,28	1,24 0,48	0,04 0,01	18,0 28,0	-2,0 0,2	5,5 1,7	3,5 1,0
2246	pokryvný humus minerální půda do 30 cm minerální půda do 100 cm	8,04 0,32 0,13	2,24 0,41 0,31	41,45 1,36 0,85	25,80 0,59 0,52	44,46 1,01 0,90	0,91 0,03 0,03	28,3 19,7 17,3	9,0 3,3 3,3	91,2 9,3 10,6	100,2 12,6 13,9
2278	pokryvný humus minerální půda do 30 cm minerální půda do 100 cm	5,90 4,46 1,67	2,85 0,36 0,18	54,16 2,28 1,22	22,20 0,76 0,48	38,26 1,31 0,82	0,84 0,06 0,04	26,4 12,7 12,0	6,0 0,9 2,3	20,8 7,5 4,0	26,8 8,4 6,3
4414	pokryvný humus minerální půda do 30 cm minerální půda do 100 cm	4,80 3,09 3,58	1,68 0,16 0,30	44,78 2,86 3,47	17,40 0,58 0,50	29,98 1,00 0,86	1,40 0,11 0,09	12,4 5,3 5,5	4,0 0,7 4,1	17,6 9,5 10,3	13,6 10,2 14,4
4416	pokryvný humus minerální půda do 30 cm minerální půda do 100 cm	3,28 4,52 3,00	1,56 0,18 0,17	49,05 3,35 2,99	12,30 0,58 0,29	21,19 1,00 0,50	1,08 0,16 0,14	11,4 3,6 2,1	7,0 2,1 4,5	16,6 10,7 8,3	23,0 12,8 12,8

Pokračování tabulky II.

Půdní profil	Půdní vrstva	Výluh 20% kyselinou solnou %										
		P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	SO ₃	MnO	Na ₂ O	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃
3088	minerální půda do 30 cm	0,09	0,07	0,04	0,15	0,04	—	0,05	0,04	0,63	0,30	0,93
	minerální půda do 100 cm	0,08	0,15	0,11	0,18	0,07	—	0,04	0,05	0,80	0,37	1,17
2519	minerální půda do 30 cm	0,05	0,02	0,04	0,19	0,11	—	0,02	0,07	0,35	0,68	1,02
	minerální půda do 100 cm	0,07	0,03	0,04	0,17	0,08	—	0,02	0,04	0,39	0,44	0,83
2246	pokryvný humus	0,13	0,06	0,06	0,29	0,05	—	0,02	0,06	0,16	0,69	0,85
	minerální půda do 30 cm	0,06	—	0,04	0,09	0,04	—	0,01	0,05	0,11	0,02	0,13
	minerální půda do 100 cm	0,05	0,01	0,05	0,11	0,04	—	0,01	0,06	0,09	0,02	0,11
2278	pokryvný humus	0,06	0,07	0,13	0,31	0,07	0,01	0,02	0,06	—	0,19	0,19
	minerální půda do 30 cm	0,01	0,05	0,04	0,22	0,04	0,01	0,01	0,09	0,41	0,91	1,32
	minerální půda do 100 cm	0,01	0,04	0,04	0,22	0,04	—	0,01	0,07	0,62	0,44	1,06
4414	pokryvný humus	0,15	0,13	0,14	0,20	0,05	0,05	0,03	0,17	0,49	2,22	2,71
	minerální půda do 30 cm	0,03	0,18	0,19	0,15	0,03	0,01	0,03	0,14	1,73	1,64	3,37
	minerální půda do 100 cm	0,02	0,38	0,24	0,22	0,03	0,01	0,04	0,16	3,24	3,16	6,40
4416	pokryvný humus	0,13	0,18	0,17	0,30	0,04	0,07	0,04	0,14	0,65	3,57	4,22
	minerální půda do 30 cm	0,03	0,26	0,35	0,26	0,01	0,07	0,04	0,13	2,95	3,50	6,45
	minerální půda do 100 cm	0,03	0,32	0,37	0,29	0,01	0,04	0,05	0,14	3,21	3,96	7,17

III. Analytické charakteristiky půdního profilu 4382. — Analytical characteristics of soil profile 4382

Bo- nitní stu- peň	Půdní vrstva	Fyzik. jíl %	Zrnitostní kategorie				pH- KCl	Ztrá- ta ži- háním %	C %	Hu- mus %	N %	C/N
			pod 0,01 mm	0,01- 0,05 mm	0,05- 0,1 mm	0,1-2 mm						
7	pokryvný humus minerální půda do 30 cm	—	—	—	—	—	3,1	83,71	27,00	46,53	1,46	18,4
		13,4	21,1	14,4	22,7	41,8	3,8	5,25	1,44	2,48	0,10	14,4
9	pokryvný humus minerální půda do 30 cm	—	—	—	—	—	3,0	36,59	22,50	38,77	0,64	35,4
		8,3	16,9	12,0	13,5	57,6	4,2	1,22	0,64	1,03	0,04	16,0

		S mgekv	T-S mgekv	T mgekv	V % %	Hygr. voda % %	Přístupné živiny mg na 100 g			
							N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
7	pokryvný humus minerální půda do 30 cm	15,2	100,8	116,0	13,10	12,10	131	122	150	482
		4,2	12,6	16,8	25,00	1,26	51	93	41	104
9	pokryvný humus minerální půda do 30 cm	6,4	69,2	75,6	8,47	3,19	56	116	72	1012
		2,5	9,2	11,7	21,36	0,65	12	39	12	126

		Výluh 20% kyselinou solnou %											
		P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	SO ₃	MnO	SiO ₂ HCl	SiO ₂ KOH	SiO ₂ cel.	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃
7	pokryvný humus minerální půda do 30 cm	0,18	0,07	0,04	0,35	0,08	0,02	0,13	1,87	2,00	1,67	0,75	2,42
		0,08	0,17	0,15	0,15	0,05	0,01	0,11	4,44	4,55	1,60	3,30	4,90
9	pokryvný humus minerální půda do 30 cm	0,10	0,05	0,02	0,14	0,06	—	0,13	1,07	1,20	0,38	0,38	0,76
		0,05	0,01	0,02	0,10	0,05	—	0,04	0,17	0,21	0,09	0,06	0,15

		Pórovitost %	Maximální kapacita vodní % (obj.)	Minimální kapacita vzdušná % (obj.)	Momentní obsah vody % (obj.) vzduchu % (obj.)	
7	minerální půda do	55,85	32,02	23,83	9,16	48,52
9	30 cm	45,45	28,22	17,23	7,93	39,94

IV. Výrazně (+ —) a nevýrazně (+ —) kladná a záporná korelace k bonitním stupňům borovice u půdního profilu 4382. Significantly (+ —) and nonsignificantly (+ —) positive and negative correlation with the grades of locality class in pine in soil profile 4382

Půdní vrstva	Fyz. jíl	Zrnitostní kategorie				pH KCl	Ztráta žiháním	C	Hu- mus	N	C/N	
		pod 0,01 mm	0,01- 0,05 mm	0,05- 0,1 mm	0,1-2 mm							
Pokryvný humus						+	+	+	+	+	—	
Minerální půda do 30 cm	+	+	+	+	—	—	+	+	+	+	—	
	S	T-S	T	V		Hygr. voda	N	Přístupné živiny				
								P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO		
Pokryvný humus	+	+	+	+		+	+	+	+	—		
Minerální půda do 30 cm	+	+	+	+		+	+	+	+	—		
	Výluh 20% kyselinou solnou											
	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	SO ₃	MnO	SiO ₂ HCl	SiO ₂ KOH	SiO ₂ celk.	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃
Pokryvný humus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Minerální půda do 30 cm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Pórovitost			Maximální kapacita vodní		Minimální kapacita vzdušná		Momentní obsah vody			Momentní obsah vzduchu	
Minerální půda do 30 cm	+			+		+		+			+	

ným lesním typem a rozdílnou humusovou formou. Mají též rozdílnou expozici.

Dalo by se soudit, že severní expozice je v těchto polohách pro borovici příznivější než západní, ačkoli rozdíly v expozici při malém stupni sklonu 5—10° padají sotva v úvahu. Dále se ukazuje, že borovice dosahuje lepšího bonitního stupně v lesním typu *Querceto-Fagetum abietosum* než *Querceto-Fagetum* s *Vaccinium myrtillus* a *Luzula pilosa*. V souvislosti s lepším bonitním stupněm je menší slehlost půdního profilu, konzistence drobná proti soudržné a o něco lepší forma moderu. Dalo by se též soudit, že borovice ve směsi se smrkem může dosáhnout lepšího vzrůstu než v čistých porostech.

Půdní profil 4414 s 5. bonitním stupněm borovice má ve srovnání s půdním profilem 4416 s 6. bonitním stupněm v průměru minerální

půdy podstatně vyšší obsah práškovitého a vlastního písku a nižší obsah prachu. V nadloží do 30 cm jsou tyto rozdíly menší. Jílnaté součásti jsou v celé minerální půdě obou profilů zastoupeny přibližně stejně. Lze konstatovat, že na sprašových hlínách je vyrovnanější poměr zrnitostních frakcí na prospěch růstu borovice, kdežto vysoká převaha prachu a nedostatek písku IV. zrnitostní kategorie její růst snižuje.

Hodnoty pH-H₂O a pH-KCl jsou u půdního profilu s lepším bonitním stupněm ve všech třech porovnávaných vrstvách nepatrně nižší než u půdního profilu s horším bonitním stupněm, výměnná kyselost pokryvného humusu a průměru minerální půdy profilu s 5. bonitním stupněm borovice je však výrazně vyšší než u půdního profilu s 6. bonitním stupněm. Dalo by se tedy soudit, že u mírně kyselých půd je vyšší půdní kyselost borovici spíše na prospěch.

V obsahu uhlíku, humusu, dusíku a ve ztrátě žíháním jsou mezi oběma půdními profily nepatrné rozdíly a stejně tak i v poměru C/N. Sorpční hodnoty lepší bonitu borovice neindikují. Výrazně kladnou korelaci k bonitám vykazuje pouze výměnný vápník v průměru minerální půdy a suma výměnných kationtů pokryvného humusu a průměru minerální půdy. Rozdíly v obsahu hlavních minerálních živin a ostatních minerálních látek jsou u obou půdních profilů nepatrné, půdní profil s horším bonitním stupněm borovice vykazuje nezřídka o něco vyšší zásobu těchto látek. Kladnou korelaci k bonitám vykazuje obsah hygroskopické vody a číslo hygroskopičnosti, avšak pouze v průměru minerální půdy. Hodnoty katalázy jsou u půdního profilu s lepším bonitním stupněm borovice nižší než u profilu s horším bonitním stupněm. Ve vrstvě minerální půdy do 30 cm jsou u půdního profilu s 5. bonitním stupněm užší poměry CaO/MgO, K₂O/MgO, N/MgO a nižší převaha dusíku nad kyselinou fosforečnou.

DISKUSE

Z řešení vztahu půdních vlastností k růstu borovice poskytuje nejlepší výsledky dvojice nadložních vrstev půdy (pokryvného humusu a minerální půdy do 30 cm), která se vztahuje k půdnímu profilu 4382 — výraznému železitému podzolu na pískovci.

Porovnávané plochy jsou nedaleko od sebe v témže borovém porostě, mají stejnou polohu a zcela stejné klimatické poměry. Analytické charakteristiky ukazují, že v části porostu se 7. bonitním stupněm borovice jsou lepší půdní poměry než v části porostu s 9. bonitním stupněm. Ze zjištěné kladné korelace půdních složek k bonitním stupňům vyplývá, které z nich by bylo třeba podpořit, aby byl dosažen lepší růst borovice.

V minerální půdě pod borovicí 7. bonitního stupně je zejména vyšší obsah fyzikálního a celkového jílu, vyšší obsah celkových organických látek, humusu, dusíku, vyšší obsah železa, manganu a všech hlavních minerálních živin. Minerální půda v části porostu se 7. bonitním stupněm se vyznačuje také vyrovnanějším poměrem hlavních živin, zejména CaO/MgO, K₂O/MgO, K₂O/CaO, N/MgO a má také vyšší pórovitost, vyšší provzdušenosť a vyšší vlhkost.

Průkazné výsledky přináší dále porovnání dvojic půdních profilů 2246 — 2278, které se vyskytují na příkrých až srázných svazích s pod-

ložím pískovců. Ukazuje se, že hlinitopísčité výrazný železitý podzol se vyznačuje lepším růstem borovice než písčité nevyvinutá hnědozem. Lepší růst borovice souvisí s menší příkrostití svahu, s poněkud vlhčí polohou, s větší vlhkostí a kyprostí půdy, s vyšším obsahem fyzikálního a celkového jílů, prachu, práškovitého písku a s nižším obsahem vlastního písku. Dále s nižší kyselostí pokryvného humusu i půdy, s vyšším obsahem humusu, dusíku, s užším poměrem C/N, s vyšší sumou výměnných kationtů a s vyšším obsahem výměnného vápníku, s vyšším obsahem hygroskopické vody a vyšším číslem hygroskopičnosti, s vyšším obsahem Fe_2O_3 a CaO .

Z porovnání půdních profilů 3088 a 2519 se ukazuje, že lepší růst borovice souvisí, jak to bylo zjištěno i u předchozích půdních profilů, s užším poměrem C/N, a tím s lepší humusovou formou, s vyšším obsahem K_2O , P_2O_5 a výměnného vápníku v nadloží minerální půdy a s vyšším obsahem MgO a vyššími hodnotami V , V_h , O_2 v průměru minerální půdy.

Zcela jiného rázu než zrnitostně lehké půdy na pískovcích jsou písčito-hlinité oglejené hnědé lesní půdy na sprašových hlínách. Lepší bonitní stupeň borovice souvisí zde s menší slehlostí půdy, s drobtovitou strukturou proti struktuře hrudkovité, s nižším obsahem prachových součástí, s vyšším obsahem písku III. a IV. zrnitostní kategorie, s vyšší kyselostí, resp. s nižšími hodnotami $\text{pH-H}_2\text{O}$, s nižším obsahem vápna a též jako u předchozích půd s vyšším obsahem humusu a méně přesvědčivě též dusíku a síry. Ve vrstvě minerální půdy do 30 cm je u půdního profilu s lepším bonitním stupněm vyrovnanější poměr vápna, hořčíku a drasla. S lepším růstem borovice souvisí i zde lepší humusová forma.

Za přibližné měřítko úrodnosti půdy je považována též kataláza, resp. katalytická mohutnost půdy (Duchon 1941). V této práci bylo zjištěno, že výrazně nejvyšší hodnoty katalázy jsou v pokryvném humusu a že v nadloží minerální půdy jsou vyšší hodnoty než ve spodině. Bylo též možno konstatovat, že u půd na sprašových hlínách je vyšší kataláza než u půd na pískovcích a podle průměru minerální půdy jedné dvojice půdních profilů lze soudit na kladnou korelaci k bonitním stupňům borovice.

Došlo dne 4. 4. 1979

Literatura

1. Atlas podnebí ČSR. 1958 a tabulky 1961
2. DEMEK, J.: Geomorfologie českých zemí. Praha, 1965
3. HOUBA, A.: Půdní typy a nižší taxonomické půdní jednotky typologického průzkumu lesů. ÚHÚL Zvolen – Brandýs n. L., 1965
4. HOUBA, A.: Výzkum podzolů na pískovcích České křídové tabule. Závěrečná zpráva VII-6-9/14 ÚHÚL Brandýs n. L. 1971
5. HOUBA, A.: Die Braunderden niederer Berglagen des Böhmerwaldes auf Granit und Gneis in Beziehung zum Fichtenoptimum. Beiträge f. d. Forstwirtschaft, 1972, H. 2., s. 43-49.
6. HOUBA, A.: Růst smrku na některých půdách Šumavy a Českého lesa. Lesnictví 25, 1979, č. 3, s. 194-209
7. KLIKA, J. — NOVÁK, V.: Praktikum rostlinné sociologie, půdoznalství, klimatologie a ekologie. Praha, 1941
8. PELÍŠEK, J.: Lesnické půdoznalství. Praha, 1964
9. SIGMOND, J.: Přednášky z pěstění lesů. Praha, 1932
10. STEJSKAL, J. — PELÍŠEK, J.: Geologie lesnická. Praha 1956
11. SVOBODA, P.: Život lesa. Praha, 1952

ГОУБА, А. (Lesprojekt, Brandýs nad Labem). Рост сосны на некоторых почвах Чешского мелового щита. *Lesnictví*, 26, 1980 (5): 409-426.

Цель работы состояла в определении отношений между почвой и ростом, или бонитетными степенями сосны в геоморфологической области Чешского мелового щита. Из материала типологического обследования отобрали 5 почвенных профили на песчаниках и 2 на лессовых глинах, находящихся в холмистой, мягкой по климату области. Грунты на песчаниках были преимущественно песчаными и супесчаными железными подзолами, а на лессовых глинах — суглинистые оглеенные бурые лесные почвы. На песчаниках сосна показывает относительно лучшую, 6-ю степень бонитета на плоскогорье, на железистом подзоле с незначительным слоем обедненного, элювиального горизонта, а худшую № 9-ю — на обрывистых склонах, на песчаном неразвитом буроземе, где обурение только начинается.

Подробная оценка зависимости роста сосны от почвы исходила из сравнения аналитических характеристик покровного гумуса, кровли минерального грунта до 30 см и общего минерального грунта до 100 см у пары почвенных профилей на плоскогорьях, обрывистых и легких склонах, а у одного профиля сравнивали верхние слои двух частей одного насаждения, различающихся по степеням бонитета сосны. В данном случае при сравнении покровного слоя минерального грунта и слоя покровного гумуса одного насаждения с полностью одинаковыми климатическими условиями установлены наибольшие контрасты аналитических величин обеих разноростовых частей насаждения. В большинстве случаев имеет место отчетливо положительная корреляция, убедительно доказывающая, что при повышении содержания этих грунтовых компонентов можно достичь улучшения роста сосны. В минеральной почве надо увеличить содержание азота, калия, магния, фосфорной кислоты и гумусных составляющих. На остальных песчаных почвах улучшенные бонитетные степени сосны отвечают повышенному содержанию K_2O , MgO , P_2O_5 и в некоторой мере CaO . У суглинков на лессовых глинах рост сосны могло бы стимулировать некоторое окисление грунта. На всех почвах желательно улучшить гумусную форму.

лесная педология; сосна; почвенные профили

HOUBA, A. (Lesprojekt, Brandýs nad Labem). *Pine Growth on Some Soils of the Bohemian Cretaceous Table*. *Lesnictví*, 26, 1980 (5): 409-426.

Relationships were studied between the soil type and the growth, and/or the grade of locality class in pine in the geomorphological region of the Bohemian Cretaceous Table. As to the material subjected to typological investigation, five soil profiles on sandstone and two soil profiles on loess loams were chosen located at the hill locality and mildly warm climatic region. The soils on sandstones were mostly sandy and loam-sandy iron podzols, the soils on loess loams were sandy-loamy pseudogley brown forest soils. On sandstones the pine had the relatively best 6th grade of locality class on the plateau, on iron podzol with a minute layer of leached eluvial horizon, and the worst — 9th grade of locality class on a steep slope, on sandy undeveloped grey-brown podzolic soil where the process of brown-ign had just begun.

To evaluate in detail the dependence of pine growth on the soil type, analytical characteristics of the surface humus, of the upper layers of mineral soil to 30 cm and of the total mineral soil layer to 100 cm were compared, in pairs of soil profiles on plateaux, steep and gentle slopes, and in one soil profile the upper soil layers of two parts of the same stand were compared differing in the pine grades of locality class. In this case the comparison of the upper layers of mineral soil and the layer of surface humus of the same stand with the same climatic conditions revealed the greatest contrasts of analytical values of both heterogeneous parts of the stand. The correlation is mostly highly significant implying clearly that an increase in the content of the given soil components can improve pine growth. In the mineral soil, the content of nitrogen, potassium, magnesium, phosphoric acid and humus components should be raised. In the other sandy soils, higher grades of locality class in pine are correlated with a higher content of K_2O , MgO , P_2O_5 and also CaO . In sandy-loam soils on loess loams pine growth should be promoted by slight soil acidification. In all soils the humus form should be improved.

forest pedology; pine; soil profiles

HOUBA, A. (Lesprojekt, Brandýs nad Labem). *Kiefernwachstum auf einigen Böden der Böhmisches Kreidetafel*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 409-426.

Ziel der Arbeit war die Lösung der Beziehungen zwischen dem Boden und dem Wachstum, bzw. den Bonitätsstufen der Kiefer im geomorphologischen Gebiet der Böhmisches Kreidetafel. Aus dem Material der Standortserkundung wurden fünf Bodenprofile auf Sandsteinen und zwei Bodenprofile auf Lößlehm ausgewählt, die im Hügelland und im mäßig warmen Klimagebiet liegen. Die ausgewählten Böden auf Sandsteinen waren überwiegend sandige und lehmig-sandige Eisenpodsolle, die Böden auf Lößlehm sandig-lehmige pseudovergleyte braune Waldböden. Auf Sandsteinen wies die Kiefer den relativ besten 6. Bonitätsgrad auf der Hochfläche auf, auf Eisenpodsol mit einer geringen Schicht des verarmten Eluvialhorizontes, dagegen den niedrigsten — 9. Bonitätsgrad auf einem Steilhang, auf unentwickelter Sandbraunerde, bei der die Verbraunung erst im Anfang ist.

Boden geschah durch einen Vergleich der analytischen Eigenschaften des Auflagehumus, des mineralischen Oberbodens bis 30 cm und des gesamten Mineralbodens bis 100 cm, und zwar von Bodenprofilpaaren auf Hochflächen, auf steilen und auf mäßigen Hängen, und bei nur einem Profil wurden die oberen Bodenschichten aus zwei Teilen desselben Bestandes verglichen, die in Bezug auf den Bonitätsgrad der Kiefer unterschiedlich waren. In diesem Falle beim Vergleich des mineralischen Oberbodens und der Auflagehumusschicht desselben Bestandes mit gleichen klimatischen Verhältnissen wurden die größten Kontraste der analytischen Werte beider in Bezug auf Wachstum unterschiedlicher Bestandesteile festgestellt. Es handelt sich meist um eine ausgeprägt positive Korrelation, die überzeugend zeigt, daß durch die Erhöhung des Gehaltes an den bezüglichen Bodenkomponenten besseres Kiefernwachstum erreicht werden kann. Es ist notwendig im Mineralboden besonders den Gehalt an Stickstoff, Kali, Magnesium, Phosphorsäure und Humusbestandteilen zu erhöhen. Bei den übrigen Sandböden zeigt sich ein Zusammenhang der besseren Bonitätsgrade der Kiefer mit höherem Gehalt an K_2O , MgO , P_2O_5 und zum gewissen Grad auch an CaO . Bei sandig-lehmigen Böden auf Lößlehm wäre dem Kiefernwachstum eher eine mäßige Versauerung dienlich. Bei allen Böden ist eine Verbesserung der Humusform erforderlich.

Bodenkunde; Waldbodenkunde; Kiefer; Bodenprofile

HOUBA, A. (Lesprojekt, Brandýs nad Labem). *La croissance du pin sur certains sols de la Table crétacée tchèque*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 409-426.

L'objectif du travail consistait dans la solution des rapports entre le sol et la croissance, respectivement entre les degrés de qualité du pin dans la région géomorphologique de la Table crétacée tchèque. Sur le matériel de la recherche typologique on a choisi cinq profils de sol sur les grès et deux profils de sol sur les argiles loessiques que l'on trouve dans la région accidentée stationnelle et dans la région climatique légèrement chaude. Les sols choisis sur les grès étaient pour la plupart les podzols sablonneux et sablonno-argileux ferrugineux et ceux choisis sur les argiles loessiques sont les sols forestiers bruns sablonno-argileux à gley. Sur les grès le pin accusait le degré de qualité relativement le meilleur, c'est-à-dire le sixième, sur le plateau, sur le podzol ferrugineux comprenant une couche insignifiante d'horizon éluvial appauvri, — accusant le degré de qualité le plus faible — à savoir le neuvième, sur la pente escarpée, sur le sol brun lessivé, pas encore développé, dont le brunissement du sol n'est qu'à ses débuts.

L'estimation détaillée de la corrélation entre la croissance du pin et le sol a eu lieu en procédant à la comparaison des caractéristiques analytiques de l'humus de recouvrement, de la couche supérieure du sol minéral à la profondeur de 30 cm et du sol minéral total à la profondeur de 100 cm, et cela des couples de profils de sol sur les plateaux, sur les pentes escarpées et douces, et pour un seul profil de sol on comparait les couches de sol supérieures de deux parties du même peuplement qui ne différaient que par les degrés de qualité du pin. Dans le cas mentionné on a trouvé, en comparant la couche supérieure du sol minéral et la couche de l'humus de recouvrement du même peuplement soumis aux conditions climatiques tout à fait identiques, les plus grands contrastes des valeurs analytiques des deux parties du peuplement différant quant à la croissance. Il s'agit pour la plupart d'une corrélation nettement positive qui montre d'une façon persuasive qu'en augmentant la teneur en éléments de sol mentionnés on peut obtenir

une meilleure croissance du pin. Dans le sol minéral il est nécessaire d'augmenter notamment la teneur en azote, en potassium, en magnésium, en acide phosphorique et en éléments composants humiques. En ce qui concerne les autres sols sablonneux on a pu constater la corrélation entre les degrés de qualité supérieurs du pin et la teneur plus élevée en K_2O , MgO , P_2O_5 et dans une certaine mesure même en CaO . Pour ce qui est des sols sablonno-argileux sur les argiles loessiques, c'est plutôt l'acidification modérée du sol qui serait profitable à la croissance du pin. Pour tous les sols il est désirable d'améliorer la forme humique.

pédologie forestière; pin; profils de sol

Adresa autora:

Dr. Ing. Antonín H o u b a, CSc., Švabinského 371, 250 02 Brandýs nad Labem

VZŤAHY NADZEMNEJ BIOMASY V PRODUKČNOM PRIESTORE ZMIEŠANÉHO PORASTU GAŠTANA JEDLÉHO (*CASTANEA SATIVA* MILL.) A DUBA ZIMNÉHO (*QUERCUS PETRAEA* LIEBL.)

F. Tokár

TOKÁR, F. (Arborétum Mlyňany, Ústav dendrobiológie SAV, Vieska nad Žitavou). *Vzťahy nadzemnej biomasy v produkčnom priestore zmiešaného porastu gaštanu jedlého (Castanea sativa Mill.) a duba zimného (Quercus petraea Liebl.)*. Lesníctví, 26, 1980 (5) : 427-440.

V príspevku vyhodnocujeme nadzemnú biomasu (v t na ha v sušine) mladého (13-ročného) zmiešaného porastu gaštanu jedlého a duba zimného a zisťujeme korelačné vzťahy jednotlivých komponentov nadzemnej biomasy k prsnej hrúbke, výške stromov, dĺžke a šírke koruny. Výsledky ukázali, že: celková nadzemná biomasa je 62,05 t na ha; podiel biomasy gaštanu jedlého na celkovej produkcii porastu je 85,46 % (53,03 t na ha); z jednotlivých komponentov nadzemnej biomasy má pri každej drevine dominantný podiel biomasa kmeňa (57,90 % pri gaštane jedlom, 10,46 % pri dube zimnom); priemerná ročná produktivita porastu je 4,72 t na ha za rok (z toho gaštan jedlý 4,08 t na ha za rok, t. j. 86,44 %); produkcia sušiny biomasy na jednotku listovej plochy je pre gaštan jedlý 0,79 g na dm² a dub zimný 0,83 g na dm²; závislosť hmotnosti jednotlivých komponentov nadzemnej biomasy (hmotnosti kmeňa, konárov, letorastov a celkovej biomasy) ako aj plochy listov od d_{1,3}, výšky stromov, dĺžky a šírky koruny je v tvare paraboly 2. stupňa. Najtesnejšie korelačné vzťahy sme zistili pri koreláciách k d_{1,3}; index listovej plochy (asimilačný povrch) je 5,89 ha na ha (z toho gaštan jedlý 5,15 ha na ha).

nadzemná biomasa; gaštan jedlý; dub zimný; korelačné vzťahy

Biomasa lesných fytocenóz nadobúda stále väčší význam najmä v súvislosti s rastúcimi požiadavkami národného hospodárstva na množstvo a kvalitu drevnej hmoty. Problematikou biomasy prirodzených lesných ekosystémov sa u nás v oblasti lužného lesa zaoberá Vyskot (1972, 1973, 1975, 1976, 1977), v oblasti hrabových dúbav Biskupský (1973), Biskupský, Oszlányi (1975), Kubíček (1972, 1974, 1977) a Oszlányi (1977a, 1977b, 1978).

Problematika biomasy lesných ekosystémov cudzokrajných drevín nie je u nás spracovaná. Významnou cudzokrajnou drevinou, ktorá na Slovensku nachádza postupné uplatnenie aj v lesnom hospodárstve ako produkčná drevina, je aj gaštan jedlý (*Castanea sativa* Mill.) (Benčať, 1960, 1965, 1967, Benčať, Tokár 1972, 1976, 1979, Tokár 1973, 1976a, 1976b, 1979, 1978).

V príspevku chceme poukázať na nadzemnú biomasu zmiešaného porastu gaštanu jedlého (*Castanea sativa* Mill.) a dubu zimného (*Quercus petraea* Liebl.) založeného za účelom sledovania vplyvu prebiehajúceho

tak na jeho vývoj a produkciu, ako aj na korelačné vzťahy, v ktorých je tvorba nadzemnej biomasy k prsnej hrúbke, výške, dĺžke a šírke koruny stromov.

MATERIÁL A METODIKA

Pokus sme uskutočnili v roku 1976 na experimentálnej ploche v Horných Lefantovciach, Lesný závod Partizánske, Lesná správa Nitrianska Streda v zmiešanom poraste gaššana jedlého (13 rokov) a duba zimného (14 rokov).

Na zistenie nadzemnej biomasy sme použili deštruktívny spôsob merania (vzorníky). Pri stanovení rozsahu a spôsobu výberu vzorníkov sme vychádzali zo skutočnosti, že najväčší vplyv na hmotový prírastok má prírastok na kruhovej ploche (Korf a kol. 1972), a že medzi kruhovou plochou a hmotnosťou stromu (jeho biomasou) je lineárna závislosť (Ovington, Forest, Armstrong 1968).

Celkový rozsah vzorníkov sme pre každú drevinu v poraste stanovili na 30 a rozdelili po hrúbkových stupňoch podľa ich percentuálneho zastúpenia v hrúbkovej štruktúre porastu (Tokár 1978).

Na vzorníku sme merali $d_{1,3}$, výšku stromu, dĺžku a šírku koruny. Na každom vzorníku sme zistili hmotnosť kmeňa, konárov (po hrúbkových triedach 1, 2, 3, 4 a 5 cm), letorastov a listov na váhe značky Kamor s nosnosťou do 50 kg a s presnosťou na 0,01 kg. Pre každú drevinu sme u troch jedincov (reprezentujúcich stromové triedy) z každej tretiny kmeňa, hrúbkových tried konárov, letorastu a listov zobrali reprezentatívne vzorky, ktoré sme laboratórne vysušili pri 105 °C za účelom stanovenia percentuálneho podielu sušiny.

Za účelom stanovenia fotosynteticky aktívneho povrchu listov sme fotoplanimetrom u každej dreviny zistili (Janovicová, Blecha, Supuka 1974) plochu listov na troch reprezentatívnych vzorkách (3 × 200 listov) a vypočítali prevodový koeficient (hmotnosť listov v čerstvom stave v kg : plocha listov v m² v čerstvom stave), ktorý sme použili na prepočty u všetkých vzorníkov.

Prepočítané hodnoty sušiny jednotlivých komponentov nadzemnej biomasy a plochy listov u každej dreviny sme dali do korelačných vzťahov k prsnej hrúbke, výške stromu, dĺžke a šírke koruny. Výpočty urobili pracovníci ÚVT VŠLD vo Zvolene s použitím samočinného počítača TESLA 200. Výsledky sú zobrazené graficky a v tabuľke v tonách s prepočtom na 1 ha.

VÝSLEDKY

V tabuľke I sú uvedené (podľa drevín) koeficienty vysušenia pre jednotlivé komponenty nadzemnej biomasy. Z nej vidno, že gaštan jedlý vytvára ťažšie kmene (vrátane dreva a kôry), konáre a konáriky letorastov ako dub zimný. Ten má však zase ťažšie listy ako gaštan jedlý.

Ako ukazuje tabuľka II, zmiešaný porast gaššana jedlého a duba zimného dosahuje celkovú nadzemnú biomasu 62,05 t na ha, pričom hlavný podiel biomasy pripadá na gaštan jedlý (až 85,46 %).

I. Koeficienty vysušenia nadzemnej biomasy drevín v zmiešanom poraste gaššana jedlého (*Castanea sativa* Mill.) a duba zimného (*Quercus petraea* Liebl.). — Coefficients of drying of the aboveground biomass of tree species in a mixed stand of Spanish chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and durmast oak (*Quercus petraea* Liebl.)

Drevina	Vek	Koeficienty vysušenia			
		kmeňa	konárov	konárikov letorastov	listov
<i>Castanea sativa</i>	13	0,529	0,526	0,500	0,395
<i>Quercus petraea</i>	14	0,520	0,426	0,300	0,667

II. Nadzemná biomasa zmiešaného porastu 13-ročného gaššana jedlého (*Castanea sativa* Mill.) a 14-ročného duba zimného (*Quercus petraea* Liebl.). — Aboveground biomass of a mixed stand of 13 years old Spanish chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and 14 years old durmast oak (*Quercus petraea* Liebl.)

Biomasa		<i>Castanea sativa</i>		<i>Quercus petraea</i>		Spolu	
		hmotnosť v sušine					
		t na ha	%	t na ha	%	t na ha	%
Kmeň		35,93	57,90	6,49	10,46	42,42	68,36
Konáre	živé	5,89	9,49	0,93	1,50	6,82	10,99
	odumreté	5,56	8,96	0,64	1,03	6,20	9,99
	spolu	11,45	18,45	1,57	2,53	13,02	20,98
Letorasty	listy	4,80	7,74	0,78	1,26	5,58	9,00
	konáriky	0,85	1,37	0,18	0,29	1,03	1,66
	spolu	5,65	9,11	0,96	1,55	6,61	10,66
Nadzemná biomasa celkom		53,03	85,46	9,02	14,54	62,05	100,00
Priemerná ročná produktivita nadzemnej biomasy		4,08	86,44	0,64	13,56	4,72	100,00

Z jednotlivých komponentov nadzemnej biomasy má pri každej drevine dominantné zastúpenie biomasa kmeňa (pri gaššane jedlom 57,90 %, pri dube zimnom 10,46 %). Biomasa konárov je zastúpená v celom poraste 20,98 % (z toho pri gaššane jedlom 18,45 %, pri dube zimnom 2,53 %), pričom biomasa živých konárov (10,99 %) prevyšuje biomasu odumretých konárov iba o 1 %.

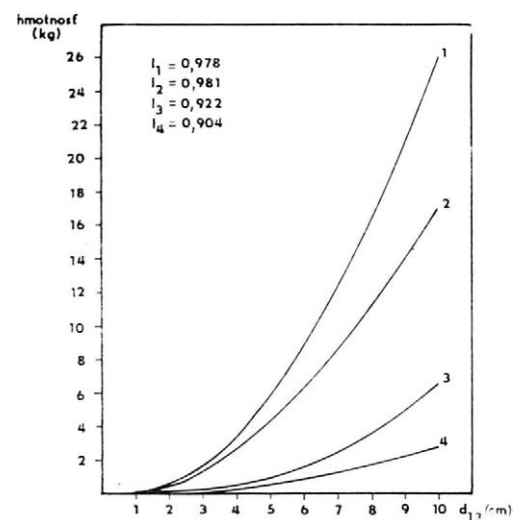
Na biomase letorastov pripadá 10,66 % (z toho na gaššan jedlý 9,11 %), pričom najväčší podiel tvoria listy (9,00 %, z toho gaššan jedlý

III. Plocha listov zmiešaného porastu gaššana jedlého (*Castanea sativa* Mill.) a duba zimného (*Quercus petraea* Liebl.). — Leaf area of a mixed stand of Spanish chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and durmast oak (*Quercus petraea* Liebl.)

Drevina	Vek	Plocha listov (index listovej plochy)				Koeficient stiahnutia plochy
		v čerstvom stave		v sušine		
	roky	ha na ha	%	ha na ha	%	
<i>Castanea sativa</i>	13	5,12	86,96	4,21	86,48	1,216
<i>Quercus petraea</i>	14	0,77	13,04	0,66	13,52	1,167
Spolu		5,89	100,00	4,87	100,00	1,209

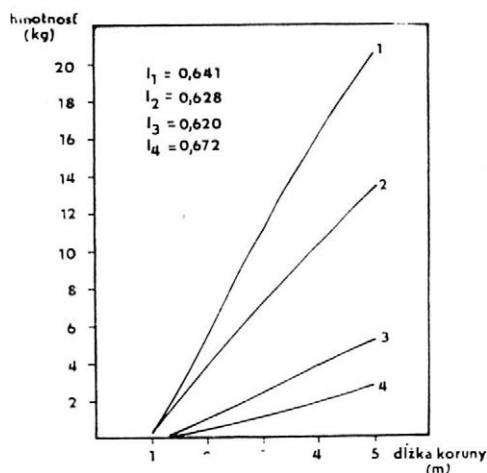
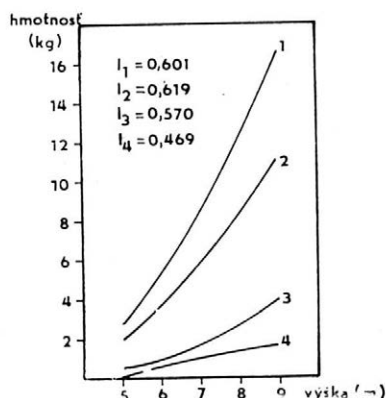
7,74 %). Biomasa listov má veľký význam aj z hľadiska ekologicko-fyziologického, najmä čo sa týka cyklu živín a prenosu energie medzi drevinami a pôdou a procesu fotosyntetickej asimilácie uhlíka, ktorý je základom primárnej produkcie biomasy stromov. S ohľadom na túto skutočnosť nás zaujal aj fyziologicky aktívny povrch (asimilačný povrch) korún drevín (tzv. index listovej plochy), ktorý ako je všeobecne známe, závisí aj od sociologického postavenia stromov, a môžeme ho výchovou porastov (prebierkami) zámerne usmerňovať. Ako vidno z tabuľky III dosahuje mladý zmiešaný porast gaššana jedlého a duba zimného fyziologicky aktívnu plochu listov 5,89 ha na ha, pričom 86,96 % pripadá na gaštan jedlý (5,12 ha na ha). Za účelom zistenia plochy listového opadu sme zistili aj index listovej plochy v sušine a vypočítali tzv. retračný koeficient.

Zaujímavé výsledky sme dosiahli aj pri hľadaní závislosti jednotlivých komponentov nadzemnej biomasy (hmotnosť kmeňa a konárov, letorastov a celkovej nadzemnej biomasy) od prsnej hrúbky, výšky stromu, dĺžky a šírky koruny (tabuľka IV). Zistili sme, že tieto závislosti



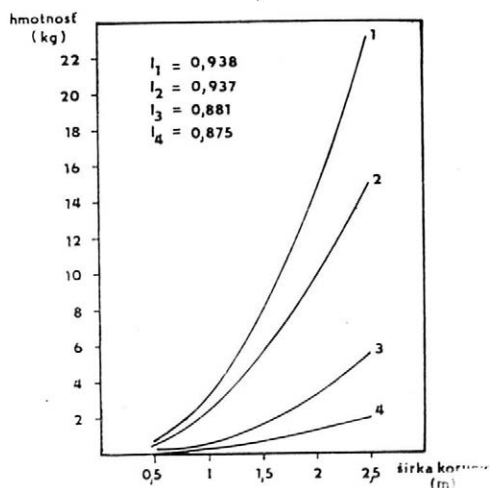
1. Graf korelácie u gaššana jedlého medzi: 1 — celkovou nadzemnou biomasou (hmotnosťou) a $d_{1,3}$, 2 — hmotnosťou kmeňa a $d_{1,3}$, 3 — hmotnosťou konárov a $d_{1,3}$, 4 — hmotnosťou letorastov a $d_{1,3}$. — Spanish chestnut — a graph of correlations between: 1 — total aboveground biomass (weight) and $d_{1,3}$, 2 — trunk weight and $d_{1,3}$, 3 — branch weight and $d_{1,3}$, 4 — weight of annual shoots and $d_{1,3}$.

2. Graf korelácie u gaššana jedlého medzi: 1 – celkovou nadzemnou biomasou (hmotnosťou) a výškou stromu, 2 – hmotnosťou kmeňa a výškou stromu, 3 – hmotnosťou konárov a výškou stromu, 4 – hmotnosťou letorastov a výškou stromu. – Spanish chestnut – a graph of correlations between: 1 – total aboveground biomass (weight) and tree height, 2 – trunk weight and tree height, 3 – branch weight and tree height, 4 – weight of annual shoots and tree height



3. Graf korelácie u gaššana jedlého medzi: 1 – celkovou nadzemnou biomasou (hmotnosťou) a dĺžkou koruny, 2 – hmotnosťou kmeňa a dĺžkou koruny, 3 – hmotnosťou konárov a dĺžkou koruny, 4 – hmotnosťou letorastov a dĺžkou koruny. – Spanish chestnut – a graph of correlations between: 1 – total aboveground biomass (weight) and tree-crown length, 2 – trunk weight and tree-crown length, 3 – branch weight and tree-crown length, 4 – weight of annual shoots and tree-crown length

4. Graf korelácie u gaššana jedlého medzi: 1 – celkovou nadzemnou biomasou (hmotnosťou) a šírkou koruny, 2 – hmotnosťou kmeňa a šírkou koruny, 3 – hmotnosťou konárov a šírkou koruny, 4 – hmotnosťou letorastov a šírkou koruny. – Spanish chestnut – a graph of correlations between: 1 – total aboveground biomass (weight) and tree-crown width, 2 – trunk weight and tree-crown width, 3 – branch weight and tree-crown width, 4 – weight of annual shoots and tree-crown width



IV. Indexy korelácií a regresné rovnice v koreláciách jednotlivých komponentov dĺžky a šírky korún (m) v zmiešanom poraste gaššana jedlého (*Castanea sativa* Mill.) equations expressing the corelations of different components of the aboveground length (m) in a mixed stand of Spanish chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and durmast

Bež. čís.	znak y	Korelácia medzi znak x	I_{yz}
1.	celkovou nadzemnou biomasou a $d_{1,3}$		0,978
2.	hmotnosťou kmeňa a $d_{1,3}$		0,981
3.	hmotnosťou konárov spolu a $d_{1,3}$		0,922
4.	hmotnosťou živých konárov a $d_{1,3}$		0,922
5.	hmotnosťou odumretých konárov a $d_{1,3}$		0,805
6.	hmotnosťou letorastov a $d_{1,3}$		0,904
7.	hmotnosťou listov a $d_{1,3}$		0,895
8.	hmotnosťou konárikov letorastov a $d_{1,3}$		0,826
9.	plochou listov za zelena (m ²) a $d_{1,3}$		0,895
10.	plochou listov v sušine (m ²) a $d_{1,3}$		0,895
11.	celkovou nadzemnou biomasou a výškou stromu		0,601
12.	hmotnosťou kmeňa a výškou stromu		0,619
13.	hmotnosťou konárov spolu a výškou stromu		0,570
14.	hmotnosťou živých konárov a výškou stromu		0,488
15.	hmotnosťou odumretých konárov a výškou stromu		0,604
16.	hmotnosťou letorastov a výškou stromu		0,469
17.	hmotnosťou listov a výškou stromu		0,453
18.	hmotnosťou konárikov letorastov a výškou stromu		0,493
19.	plochou listov za zelena (m ²) a výškou stromu		0,452
20.	plochou listov v sušine (m ²) a výškou stromu		0,453
21.	celkovou nadzemnou biomasou a dĺžkou koruny		0,641
22.	hmotnosťou kmeňa a dĺžkou koruny		0,628
23.	hmotnosťou konárov spolu a dĺžkou koruny		0,620
24.	hmotnosťou živých konárov a dĺžkou koruny		0,719
25.	hmotnosťou odumretých konárov a dĺžkou koruny		0,449
26.	hmotnosťou letorastov a dĺžkou koruny		0,672
27.	hmotnosťou listov a dĺžkou koruny		0,668
28.	hmotnosťou konárikov letorastov a dĺžkou koruny		0,603
29.	plochou listov za zelena (m ²) a dĺžkou koruny		0,668
30.	plochou listov v sušine (m ²) a dĺžkou koruny		0,668
31.	celkovou nadzemnou biomasou a šírkou koruny		0,938
32.	hmotnosťou kmeňa a šírkou koruny		0,937
33.	hmotnosťou konárov spolu a šírkou koruny		0,881
34.	hmotnosťou živých konárov a šírkou koruny		0,895
35.	hmotnosťou odumretých konárov a šírkou koruny		0,754
36.	hmotnosťou letorastov a šírkou koruny		0,875
37.	hmotnosťou listov a šírkou koruny		0,866
38.	hmotnosťou konárikov letorastov a šírkou koruny		0,801
39.	plochou listov za zelena (m ²) a šírkou koruny		0,866
40.	plochou listov v sušine (m ²) a šírkou koruny		0,866

majú v mladom nevychovávanom zmiešanom poraste gaššana jedlého a duba zimného tvar paraboly 2. stupňa (obr. 1 až 8). Najtesnejšie korelačné vzťahy sme zistili u obidvoch drevín pri koreláciách k $d_{1,3}$ (obr. 1 a 5), kde index korelácie I_{yx} dosiahol najvyššiu hodnotu (0,981) pri gaššane jedlom pri vzťahu hmotnosti kmeňa a $d_{1,3}$, pri dube zimnom ($I_{yx} = 0,980$) pri vzťahu celkovej nadzemnej biomasy k $d_{1,3}$.

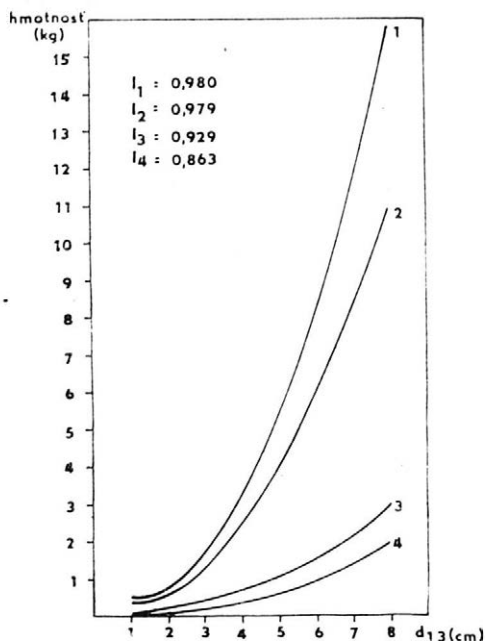
Najnižšie hodnoty indexov korelácií, a tým aj menej tesné nelineárne korelácie, sme zistili pri vzťahoch komponentov nadzemnej bio-

nadzemnej biomasy (v kg v sušine) od prsnej hrúbky (cm), výšky stromov (m), a duba zimného (*Quercus petraea* Liebl.). — Correlation indexes and regression biomass (kg in dry weight): diameter breast height (cm), tree height (m), tree-crown oak (*Quercus petraea* Liebl.)

<i>Castanea sativa</i>		<i>Quercus petraea</i>	
$y = a + bx + cx^2$	I_{yz}	$y = a + bx + cx^2$	
$y = -0,491 - 0,1334x + 0,28023x^2$	0,980	$y = 0,819 - 0,6418x + 0,31481x^2$	
$y = 1,303 + 0,3899x + 0,14354x^2$	0,979	$y = 0,428 - 0,2972x + 0,20098x^2$	
$y = 1,082 - 0,5743x + 0,11125x^2$	0,929	$y = 0,068 - 0,1120x + 0,05837x^2$	
$y = 0,295 - 0,2516x + 0,05688x^2$	0,917	$y = 0,194 - 0,1708x + 0,04822x^2$	
$y = 0,786 - 0,3227x + 0,05436x^2$	0,675	$y = -0,123 + 0,0574x + 0,01028x^2$	
$y = -0,306 + 0,0668x + 0,02412x^2$	0,863	$y = 0,316 - 0,2333x + 0,05575x^2$	
$y = -0,256 + 0,0568x + 0,02040x^2$	0,762	$y = 0,189 - 0,1231x + 0,03686x^2$	
$y = -0,050 + 0,0100x + 0,00371x^2$	0,848	$y = 0,056 - 0,0400x + 0,00831x^2$	
$y = -2,637 + 0,5822x + 0,21954x^2$	0,864	$y = 2,357 - 1,7649x + 0,43494x^2$	
$y = -2,244 - 0,4990x + 0,17877x^2$	0,864	$y = 2,054 - 1,5255x + 0,37407x^2$	
$y = -3,062 - 0,1703x + 0,26303x^2$	0,765	$y = -6,797 + 2,1343x - 0,03745x^2$	
$y = -1,375 - 0,2492x + 0,18367x^2$	0,787	$y = -4,654 + 1,4736x - 0,02343x^2$	
$y = 2,367 - 1,0199x + 0,12188x^2$	0,663	$y = -1,728 + 0,5609x - 0,02165x^2$	
$y = -1,918 + 0,3874x + 0,00357x^2$	0,587	$y = -1,078 + 0,3541x - 0,01485x^2$	
$y = 4,285 - 1,4074x + 0,12831x^2$	0,567	$y = -0,679 + 0,2150x - 0,00736x^2$	
$y = -3,924 + 1,0609x - 0,04986x^2$	0,652	$y = -0,414 + 0,0968x + 0,00796x^2$	
$y = -3,383 + 0,9262x - 0,04472x^2$	0,650	$y = -0,397 + 0,0986x + 0,00577x^2$	
$y = -0,671 + 0,1726x + 0,00779x^2$	0,654	$y = -0,017 - 0,0181x + 0,00219x^2$	
$y = -35,616 + 9,7600x - 0,46917x^2$	0,651	$y = -3,720 + 0,9225x + 0,05204x^2$	
$y = -29,619 + 8,1100x - 0,39145x^2$	0,650	$y = -3,126 + 0,7751x + 0,04560x^2$	
$y = -7,414 + 7,0500x - 0,29576x^2$	0,563	$y = -4,342 + 6,8283x - 0,99960x^2$	
$y = -3,864 + 4,0408x - 0,12639x^2$	0,586	$y = -3,104 + 0,4902x - 0,71848x^2$	
$y = -1,398 + 1,1192x - 0,03750x^2$	0,481	$y = -1,104 + 1,6580x - 0,30105x^2$	
$y = -0,364 + 0,1108x + 0,12514x^2$	0,440	$y = -0,554 + 0,8463x - 0,14112x^2$	
$y = -1,033 + 1,0083x - 0,08764x^2$	0,395	$y = -0,521 + 0,7905x - 0,15617x^2$	
$y = -0,208 + 0,2233x + 0,07090x^2$	0,524	$y = 0,146 + 0,2641x + 0,01067x^2$	
$y = -0,201 + 0,2075x + 0,05736x^2$	0,499	$y = -0,049 + 0,2107x + 0,01146x^2$	
$y = -0,007 + 0,0158x + 0,01354x^2$	0,550	$y = -0,021 + 0,0296x + 0,00474x^2$	
$y = -2,075 + 2,1842x + 0,61583x^2$	0,524	$y = -1,339 + 2,4153x + 0,10073x^2$	
$y = -1,766 + 1,8225x + 0,50180x^2$	0,525	$y = -1,153 + 2,0822x + 0,08391x^2$	
$y = 0,253 - 1,1587x + 4,10823x^2$	0,911	$y = 0,714 - 2,0289x + 3,96142x^2$	
$y = -0,293 + 0,3849x + 2,30491x^2$	0,906	$y = 0,836 - 1,6996x + 2,78555x^2$	
$y = 0,559 - 1,4256x + 1,35461x^2$	0,859	$y = -0,036 - 0,1967x + 0,66102x^2$	
$y = 0,124 - 0,7226x + 0,74361x^2$	0,870	$y = 0,041 - 0,3418x + 0,51764x^2$	
$y = 0,434 - 0,7029x + 0,61100x^2$	0,529	$y = -0,077 + 0,1450x + 0,14338x^2$	
$y = -0,013 - 0,1180x + 0,44871x^2$	0,871	$y = 0,422 - 1,0584x + 0,82051x^2$	
$y = -0,002 - 0,1068x + 0,38188x^2$	0,871	$y = 0,342 - 0,8703x + 0,69461x^2$	
$y = -0,011 - 0,0112x + 0,06683x^2$	0,858	$y = 0,080 - 0,1881x + 0,12590x^2$	
$y = 0,088 - 1,2485x + 4,10461x^2$	0,870	$y = 3,074 - 7,8987x + 6,34665x^2$	
$y = -0,015 - 0,9346x + 3,34559x^2$	0,870	$y = 2,693 - 6,8513x + 5,46996x^2$	

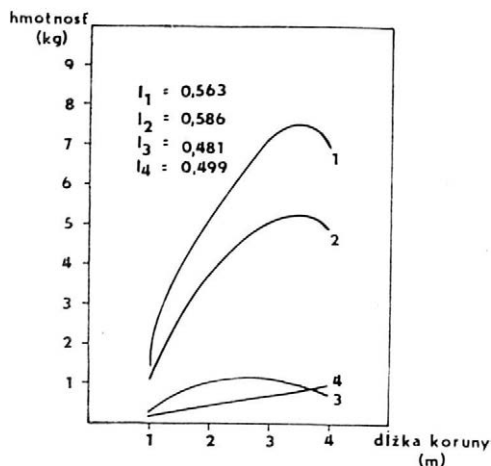
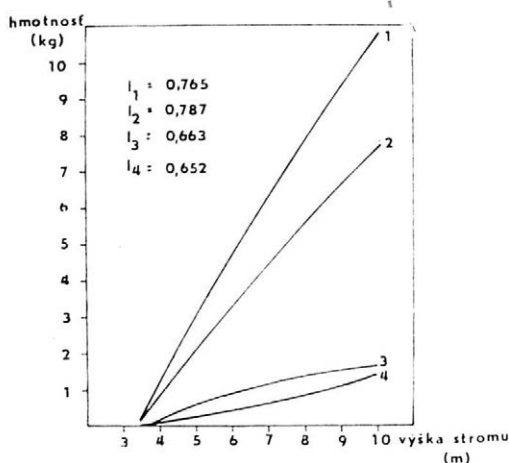
masy k výške stromu (gaštan jedlý) a dĺžke koruny (dub zimný). Po-merne tesné korelácie sa prejavili u obidvoch drevín pri vzťahoch bio-masy k šírke koruny. Najvyššie hodnoty indexu korelácie sme zistili pri obidvoch drevinách pri vzťahu celkovej nadzemnej biomasy k šírke koruny ($I_{yx} = 0,938$ pri gaštane jedlom, obr. 4, resp. 0,911 pri dube zim-nom, obr. 8).

Aj pri korelačných vzťahov plochy listov, prsnej hrúbky, výšky stromu, dĺžky koruny a šírky koruny sme zistili, že majú tvar paraboly



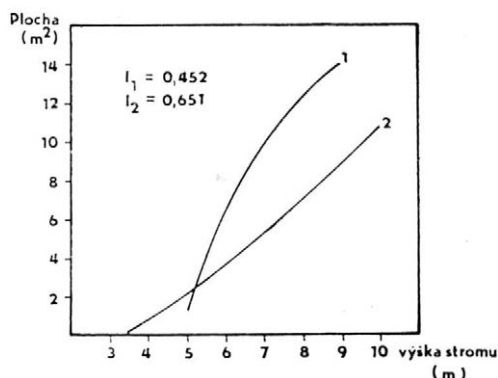
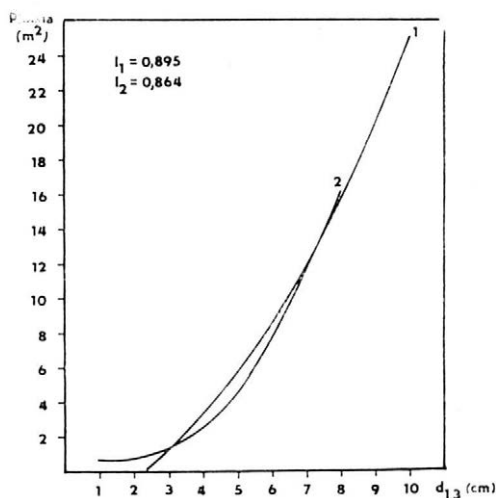
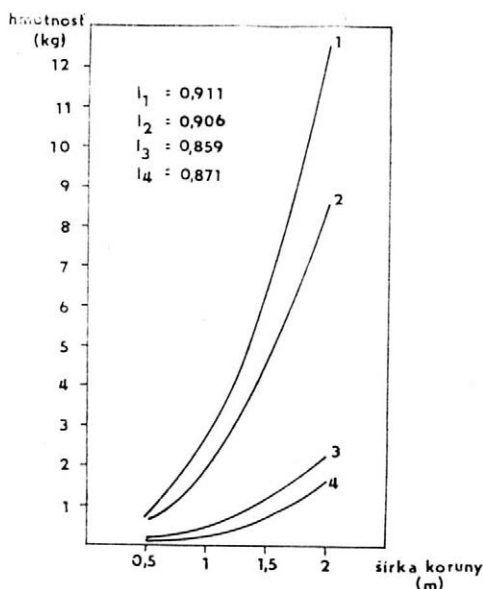
5. Graf korelácie u duba zimného medzi: 1 — celkovou nadzemnou biomasou (hmotnosťou) a $d_{1,3}$, 2 — hmotnosťou kmeňa a $d_{1,3}$, 3 — hmotnosťou konárov a $d_{1,3}$, 4 — hmotnosťou letorastov a $d_{1,3}$. — Durmast oak — a graph of correlations between: 1 — total aboveground biomass (weight) and $d_{1,3}$, 2 — trunk weight and $d_{1,3}$, 3 — branch weight and $d_{1,3}$, 4 — weight of annual shoots and $d_{1,3}$.

6. Graf korelácie u duba zimného medzi: 1 — celkovou nadzemnou biomasou (hmotnosťou) a výškou stromu, 2 — hmotnosťou kmeňa a výškou stromu, 3 — hmotnosťou konárov a výškou stromu, 4 — hmotnosťou letorastov a výškou stromu. — Durmast oak — a graph of correlations between: 1 — total aboveground biomass (weight) and tree height, 2 — trunk weight and tree height, 3 — branch weight and tree height, 4 — weight of annual shoots and tree height



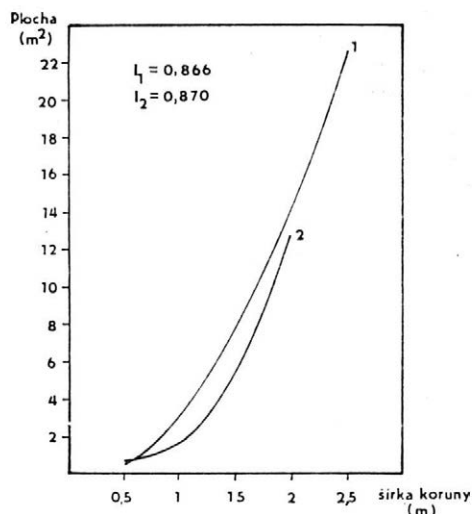
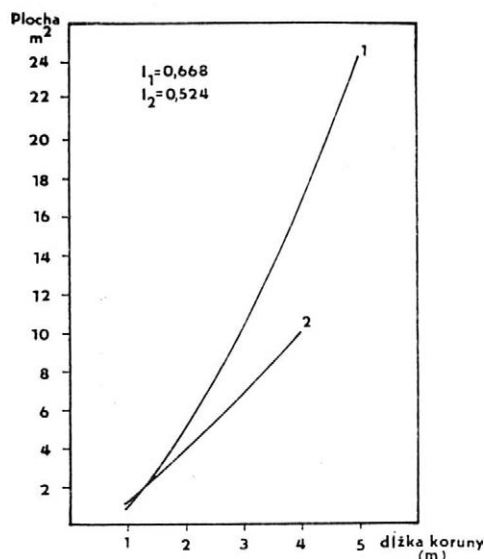
7. Graf korelácie u duba zimného medzi: 1 — celkovou nadzemnou biomasou (hmotnosťou) a dĺžkou koruny, 2 — hmotnosťou kmeňa a dĺžkou koruny, 3 — hmotnosťou konárov a dĺžkou koruny, 4 — hmotnosťou letorastov a dĺžkou koruny. — Durmast oak — a graph of correlations between: 1 — total aboveground biomass (weight) and tree-crown length, 2 — trunk weight and tree-crown length, 3 — branch weight and tree-crown length, 4 — weight of annual shoots and tree-crown length

8. Graf korelácie u duba zimného medzi: 1 — celkovou nadzemnou biomasou (hmotnosťou) a šírkou koruny, 2 — hmotnosťou kmeňa a šírkou koruny, 3 — hmotnosťou konárov a šírkou koruny, 4 — hmotnosťou letorastov a šírkou koruny. — Durmast oak — a graph of correlations between: 1 — total above-ground biomass (weight) and tree-crown width, 2 — trunk weight and tree-crown width, 3 — branch weight and tree-crown width, 4 — weight of annual shoots and tree-crown width



9. Graf korelácie medzi plochou listov v čerstvom stave a $d_{1,3}$ u: 1 — gaššana jedlého, 2 — duba zimného. — A graph of correlation between the leaf area (fresh leaves) and $d_{1,3}$ in: 1 — Spanish chestnut, 2 — durmast oak

10. Graf korelácie medzi plochou listov v čerstvom stave a výškou stromu u: 1 — gaššana jedlého, 2 — duba zimného. — A graph of correlation between the leaf area (fresh leaves) and tree height in: 1 — Spanish chestnut, 2 — durmast oak



11. Graf korelácie medzi plochou listov v čerstvom stave a dĺžkou koruny u: 1 — gaššana jedlého, 2 — duba zimného. — A graph of correlation between the leaf area (fresh leaves) and tree-crown height in: 1 — Spanish chestnut, 2 — durmast oak

12. Graf korelácie medzi plochou listov v čerstvom stave a šírkou koruny u: 1 — gaššana jedlého, 2 — duba zimného. — A graph of correlation between the leaf area (fresh leaves) and tree-crown width in: 1 — Spanish chestnut, 2 — durmast oak

2. stupňa, pričom najtesnejšie korelácie sa prejavujú opäť pri vzťahoch plochy listov k prsnej hrúbke a šírke koruny (tabuľka IV).

DISKUSIA

Biomasa je nazývaná hmota živých organizmov alebo individuí tvoriacich populáciu, alebo populácie, ktoré tvoria spoločenstvo v určitom časovom období (Duvigneaud 1967). V celosvetovom merítku je výskum biomasy lesných spoločenstiev koordinovaný medzinárodným biologickým programom (Vyskot 1973, Vyskot a kol. 1971).

O biomase porastov gaššana jedlého nachádzame v literatúre málo údajov. Ovington (1962) pre rovnorodý 47-ročný porast gaššana jedlého v západnom Anglicku udáva celkovú nadzemnú biomasu 116,6 t na ha, z čoho na biomasu kmeňov pripadá 108,4 t na ha a biomasu koruny 8,2 t na ha.

Ten istý autor uvádza pre 21-ročnú kultúru duba zimného v Anglicku nadzemnú biomasu 42,4 t na ha, z čoho na biomasu kmeňov pripadá 28,3 t na ha a biomasu koruny 14,1 t na ha. Porovnaním týchto výsledkov s našimi vidíme, že zmiešaný porast gaššana jedlého a duba zimného dosahuje aj pri nižšom veku (13 rokov) lepšie výsledky, ako rovnorodý o 8 rokov starší porast duba zimného v Anglicku.

Pre naše pomery udávajú nadzemnú biomasu pre typ lužného lesa Vyskot (1975, 1976) a typ lesa v hrabovej dúbrave Oszlányi

(1977a, b, 1978). Výsledky biomasy sú však s ohľadom na vek a štruktúru porastov s našimi výsledkami ťažko porovnateľné.

Tokár (1978) stanovil aj nadzemnú biomasu iných porastových typov gaššana jedlého pri rovnakom veku (13 rokov) a rovnakých ekologických podmienkach (monokultúra, zmiešané porasty gaššana jedlého s lipou malolistou a borovicou lesnou). Zjistil, že najproduktívnejšími porastovými typmi sú zmiešané porasty gaššana jedlého s dubom zimným (62,05 t na ha) a zmiešané porasty gaššana jedlého s lipou malolistou (53,19 t na ha). Najnižšiu hodnotu nadzemnej biomasy majú zmiešané porasty gaššana jedlého s borovicou lesnou (40,03 t na ha) a monokultúra gaššana jedlého (41,37 t na ha). Zistil tiež, že podiel biomasy gaššana jedlého na celkovej produkcii je v jednotlivých porastových typoch rozdielny, čo závisí od konkurenčných vzťahov porastotvorných drevín počas vývoja porastov.

Vysoko aktuálnou otázkou vystupujúcou pri biomase do popredia je aj ročná produkcia sušiny biomasy na jednotku listovej plochy. Walter (1964, ex Vyskot a kol. 1971) uvádza pre gaššan jedlý jej hodnotu 1,25 g na dm² a pre dub letný 1,65 až 2,24 g na dm². V našom vyhodnocovanom zmiešanom poraste dosahoval gaššan jedlý vo veku 13 rokov priemernú ročnú produkciu sušiny biomasy 0,79 g na dm². Z našich výsledkov však zisťujeme, že priemerná ročná produkcia sušiny biomasy ako aj priemerná ročná produktivita biomasy závisia od viacerých ekologicko-fyziologických faktorov (napr. od úrodnosti pôdy, typu porastov, ich veku a vývoja, klimatických podmienok, dedičných vlastností drevín a v nemalej miere aj od veľkosti fotosynteticky aktívneho povrchu korún).

Závislosti komponentov nadzemnej biomasy v tvare paraboly 2. stupňa od $d_{1,3}$ potvrdzujú aj Duvigneaud, Ambroes a Tahon (1967, ex Vyskot a kol. 1971). Biskupský a Ozslányi (1975) tieto vzťahy vyjadrili v tvare priamky. Porovnanie závislosti komponentov nadzemnej biomasy od výšky stromu, dĺžky a šírky koruny sme v literatúre nenašli.

Došlo dne 1. 2. 1979

Literatúra

1. BENČAT, F.: Rozšírenie gaššana jedlého (*Castanea sativa* Mill.) a jeho stanovištné podmienky na Slovensku. Biologické práce SAV, 1960, VI/9, 151 s.
2. BENČAT, F.: Výsledky a možnosti pestovania gaššana jedlého v podmienkach Slovenska. KPS Bratislava, 1965, 12 s.
3. BENČAT, F.: Exoty a les. 23, 1967a, č. 5, s. 193-198
4. BENČAT, F. — TOKÁR, F.: Variabilita rastu a korelačné vzťahy pri jednoročných a dvojročných sadencoch gaššana jedlého (*Castanea sativa* Mill.). Lesnícky časopis, 18, 1972, 4, s. 329-340
5. BENČAT, F. — TOKÁR, F.: Štruktúra a vývoj porastu gaššana jedlého (*Castanea sativa* Mill.) a duba zimného (*Quercus petraea* Liebl.). Zborník vedeckých prác LF VŠLD Zvolen, 27, 1976, 1, s. 9-23
6. BENČAT, F. — TOKÁR, F.: Rastové procesy u mladých lesných kultúr gaššana jedlého (*Castanea sativa* Mill.) na experimentálnej ploche v Horných Lefantovciach. 1979, 5, s. 5-33
7. BISKUPSKÝ, V.: Meranie drevnej zložky biomasy na trvalej výskumnej ploche v „Bábe“ pri Seredi v rámci úloh Mezinárodného biologického programu. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 17, 1973, s. 259-286
8. BISKUPSKÝ, V. — OSZLÁNYI, J.: Primárna produktivita drevinnej zložky v dubovo-hrabovom lese a jej produkcia. Záverečná správa VÚLH Zvolen. 1975

9. DUVIGNEAUD, P.: La productivite primaire des écosystèmes terrestres. Problèmes de productivité biologique, Paris, 1967, s. 37-92
10. JANOVICOVÁ, J. — BLECHA, Š. — SUPUKA, J.: Meranie plochy listov fotoplanimetrom. Biológia, 29, 1974, 1, s. 61-67
11. KORF, V. a kol.: Dendrometrie. SZN Praha 1972
12. KUBÍČEK, F.: Leaf litter in the oak — hornbeam forest. Biológia, 27, 1972, č. 10, s. 775-783
13. KUBÍČEK, F.: Leaf number, leaf area index and leaf production of hornbeam (*Carpinus betulus* L.). Biológia, 29, 1974, č. 1, s. 39-49
14. KUBÍČEK, F.: Organic Litter Production in the Oak — Hornbeam Ecosystem. Biologické práce, 23, 1977, č. 1, s. 133-219
15. OSZLÁNYI, J.: Distribúcia listovej biomasy v produkčnom priestore dubovo-hrabového lesa. Lesnícky časopis, 23, 1977a, č. 2, s. 139-152
16. OSZLÁNYI, J.: Vertical Distribution of the Above-Ground Biomass in the Production Space of the Oak-Hornbeam Ecosystem. Biologické práce, 23, 1977b, č. 1, s. 1-132
17. OSZLÁNYI, J.: Rozbor biomasy korún v dubovo-hrabovom lese, Lesnictví, 24, 1978, č. 1, s. 27-32
18. OVINGTON, J. D.: Quantitative ecology and the woodland ecosystem concept. Advances in ecological researches I, Academic Press, London and New York, 1, 1962, s. 103-192
19. OVINGTON, J. D. — FOREST, W. G. — ARMSTRONG, J. E.: Tree biomass estimation. In: Symposium on Primary Productivity and Mineral Cycling in Natural Ecosystems, 1968
20. TOKÁR, F.: Vplyv prebierky na vývoj a kvalitu žrdoviny gaštanu jedlého (*Castanea sativa* Mill.). Lesnícky časopis, 19, 1973, č. 2, s. 163-175
21. TOKÁR, F.: Štruktúra a vývoj porastu gaštanu jedlého (*Castanea sativa* Mill.) v Žiranoch. Lesnícky časopis, 22, 1976a, č. 3, s. 251-261
22. TOKÁR, F.: Poznatky zo zakladania lesných porastov s gaštanom jedlým na Slovensku. Les, 32, 1976b, č. 6, s. 251-258
23. TOKÁR, F.: Zhodnotenie vybraných cudzokrajných listnatých drevín na Slovensku z hľadiska ich rastu a možnosti pestovania. Acta dendrobiologica. 2, 1979, s. 119-146
24. TOKÁR, F.: Rozbor štruktúry, vývoja, kvality a nadzemnej biomasy mladých rovnorodých a zmiešaných porastov gaštanu jedlého (*Castanea sativa* Mill.). Čiastková záverečná výskumná správa. 1978
25. VYSKOT, M.: Aerial biomass of silver fir (*Abies alba* Mill.). In: Acta Universitatis Agriculturae, Facultas silviculturae, Brno, 41, 1972, č. 3-4, s. 243-294
26. VYSKOT, M.: Biomasa a produkce v lesních ekosystémech. Lesnictví, 19, 1973, č. 7, s. 641-658
27. VYSKOT, M.: Biomasa stromového patra lužního lesa jižní Moravy. In: Produkce, produktivita a struktura ekosystému lužního lesa. Zborník VŠZ LF Brno, 1975, s. 61-63
28. VYSKOT, M.: Tree story biomass in lowland forests in south Moravia, ČSAV, Praha, 1976, 166 s.
29. VYSKOT, M.: Smrek v biomase. In: Zborník resume referátov Medzinárodnej vedeckej konferencie vo Zvolene. 1977
30. VYSKOT, M. a kol.: Základy růstu a produkce lesů. SZN Praha, 1971

TOKAP, Ф. (Arborétum Mlyňany, Ústav dendrológie SAV, Vieska nad Žitavou). Наземная биомасса в продукционном пространстве смешанного насаждения посевного каштана (*Castanea sativa* Mill.) и дуба зимнего (*Quercus petraea* Liebl.). Lesnictví, 26, 1980 (5): 427-440.

В статье оценивается наземная биомасса (в т/га в сухом вещ.) молодого (13 лет) смешанного насаждения посевного каштана и зимнего дуба, определяются корреляции между компонентами наземной биомассы и толщиной до уровня груди, высотой деревьев, длиной и шириной кроны. Как показали результаты, общая наземная биомасса = 62,05 т/га; доля биомассы посевного каштана в общей продукции насаждения = 85,46 % (53,03 т/га); из отдельных компонентов наземной биомассы у каждой породы доминирует доля биомассы ствола (57,90 % у пос. каштана и 10,46 % у дуба зимнего), среднегодовая продукция насаждения = 4,72 т/га/год (у каштана = 4,08 т/га/год, или 86,44 %), продукция сухого вещ. биомассы с единицы листовой площади у каштана = 0,79 г/дм², а у дуба = 0,83 г/дм²;

масса компонентов наземной биомассы (масса ствола, ветвей, годичных кругов, вся биомасса), а также площадь листьев начиная с $d_{1,3}$, высота деревьев, длина и ширина крон находятся в форме параболы II степени. Наиболее тесные корреляционные отношения обнаружены у корреляции к $d_{1,3}$; индекс поверхности листа (ассимиляционная поверхность) = 5,89 га/га (в том числе каштан занимает 5,15 га/га).

наземная биомасса; каштан посевной; дуб зимний; корреляционные отношения

TOKÁR, F. (Arborétum Mlyňany, Ústav dendrobiológie SAV, Vieska nad Žitavou). *Relationships of the Aboveground Biomass in the Production Area of the Mixed Stand of Spanish Chestnut (Castanea sativa Mill.) and Durmast oak (Quercus petraea Liebl.)*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 427-440.

Aboveground biomass (t per ha in dry weight) is evaluated in a young (13 years old) mixed stand of Spanish chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and durmast oak (*Quercus petraea* Liebl.), and the correlations of different components of the aboveground biomass with diameter breast height, tree height and tree-crown length and width are studied. The results are as follows: total aboveground biomass is 62.05 t per ha; share of the biomass of Spanish chestnut in the total stand production is 85.46 % (53.03 t per ha); out of the different components of the aboveground biomass, in each tree species the share of trunk biomass is dominant (57.90 % in Spanish chestnut, 10.46 % in durmast oak); average annual productivity of the stand is 4.72 t per ha per annum (that of Spanish chestnut is 4.08 t per ha per annum, i.e. 86.44 %); production of biomass dry weight per unit of leaf area is 0.79 g per dm² in Spanish chestnut and 0.83 g per dm² in durmast oak; dependence of the weight of the different components of the aboveground biomass (weight of trunk, branches, annual shoots and total biomass) and of the leaf area on $d_{1,3}$, tree height, tree-crown length and width assumes the form of a parabola of 2nd degree. The closest correlations were found out for the correlations with $d_{1,3}$; leaf area index (assimilating area) is 5.89 ha per ha (Spanish chestnut participates with 5.15 ha per ha).

aboveground biomass; Spanish chestnut; durmast oak; correlations

TOKÁR, F. (Arborétum Mlyňany, Ústav dendrobiológie SAV, Vieska nad Žitavou). *Beziehungen der oberirdischen Biomasse im Produktionsraum eines Mischbestandes aus Edelkastanie (Castanea sativa Mill.) und Traubeneiche (Quercus petraea Liebl.)*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 427-440.

In der Arbeit wird die oberirdische Biomasse (in t/ha in der Trockensubstanz) eines jungen (13jährigen) Mischbestandes aus Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* Liebl.) ausgewertet und die Korrelationsbeziehungen der einzelnen Komponenten der oberirdischen Biomasse zum Brusthöhendurchmesser, zur Baumhöhe, Länge und Breite der Kronen ermittelt werden. Ergebnisse haben gezeigt, daß: die gesamte oberirdische Biomasse 62,05 t/ha beträgt; der Anteil der Biomasse der Edelkastanie an der Gesamtproduktion des Bestandes 85,46 % beträgt (53,03 t/ha); von den einzelnen Komponenten der oberirdischen Biomasse bei jeder Holzart die Biomasse des Stammes den dominanten Anteil hat (57,90 % bei Edelkastanie, 10,46 % bei Traubeneiche); die durchschnittliche jährliche Produktivität des Bestandes 4,72 t/ha/Jahr beträgt (davon Edelkastanie 4,08 t/ha/Jahr, d. h. 86,44 %); die Trockensubstanzproduktion pro Einheit Blattfläche bei der Edelkastanie 0,79 g/dm² und bei der Traubeneiche 0,83 g/dm² beträgt; die Abhängigkeit der Masse einzelner Komponenten der oberirdischen Biomasse (Masse des Stammes, der Äste, der Jahrestriebe und der gesamten Biomasse), als auch der Blattfläche vom Brusthöhendurchmesser, der Baumhöhe, der Kronenlänge und -breite die Form einer Parabel 2. Grades besitzt. Die engsten Korrelationsbeziehungen wurden bei den Korrelationen zum Brusthöhendurchmesser festgestellt; der Blattindex (Assimilationsoberfläche) beträgt 5,89 ha/ha (davon die Edelkastanie 5,15 ha/ha).

Oberirdische Biomasse; Edelkastanie; Traubeneiche; Korrelationsbeziehungen

TOKÁR, F. (Arboretum Mlyňany, Ústav dendrobiológie SAV, Vieska nad Žitavou). *Les rapports de la biomasse aérienne dans l'espace de production du peuplement mélangé de châtaignier commun (Castanea sativa Mill.) et du chêne rouvre (Quercus petraea Liebl.)*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 427-440.

Dans la contribution on soumet à l'estimation la biomasse aérienne (en tonnes par ha en matière sèche) d'un peuplement jeune mélangé (de 13 ans) de châtaignier commun et de chêne rouvre tout en identifiant les rapports de corrélation entre les composantes particulières de la biomasse aérienne d'une part et le diamètre à hauteur de poitrine, la hauteur des arbres, la longueur et la largeur de la cime d'autre part. Les résultats ont montré que la biomasse aérienne totale est de 62,05 tonnes à l'hectare; la part de la biomasse du châtaignier commun dans la production totale du peuplement est de 85,46 p. 100 (53,03 tonnes à l'hectare); quant aux composantes particulières de la biomasse aérienne, c'est la biomasse de la tige qui représente pour chaque essence la part dominante (57,90 p. 100 pour le châtaignier commun et 10,46 p. 100 pour le chêne rouvre); la productivité annuelle moyenne du peuplement est de 4,72 t/ha/an (dont celle du châtaignier commun de 4,08 t/ha/an, à savoir 86,44 p. 100); la production de la matière sèche de la biomasse par unité de surface foliaire est pour le châtaignier commun de 0,79 g/dm² et pour le chêne rouvre de 0,83 g/dm²; la relation entre le poids des composantes particulières de la biomasse aérienne (entre le poids de la tige, des branches, des pousses annuelles et la biomasse totale), aussi bien qu'entre la surface des feuilles d'une part et $d_{1,3}$, la hauteur des arbres, la longueur et la largeur de la cime d'autre part revêt la forme d'une parabole de second degré. Les rapports de corrélation les plus étroits ont été identifiés pour les corrélations par rapport à $d_{1,3}$; l'indice de la surface foliaire (la superficie d'assimilation) est de 5,89 ha/ha (dont celui du châtaignier commun de 5,15 ha/ha).

biomasse aérienne; châtaignier commun; chêne rouvre; rapports de corrélation

Adresa autora:

Ing. Ferdinand Tokár, CSc., Arboretum Mlyňany, Ústav dendrobiológie SAV, Vieska nad Žitavou, 951 52 Slepčany

INVAZNÍ CHOROBY MUFLONA, JEJICH EKOLOGICKO-ZDRAVOTNÍ ZÁVAŽNOST A TLUMENÍ

J. Páv

PÁV, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Invazní choroby muflona, jejich ekologicko-zdravotní závažnost a tlumení*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 441-448.

Muflon je vůbec naší nejúspěšnější trofejovou zvěří, provádí se jeho časté přesuny z honiteb do obor nebo naopak i jeho introdukce do nových oblastí. Je nutno si uvědomit, že u žádné jiné zvěře nejsou tak důležitá všechna hygienicko-zdravotní opatření jako u muflona. Rozbor příčin ztrát potvrzuje, že mimořádný význam právě u této zvěře mají invazní choroby, a to proto, že muflon je hostitelem řady parazitů a kromě toho jeho druhová odolnost mu dovoluje přežívat bez větších ztrát (zvláště u dospělé zvěře) i velmi silné invaze bez zvláštních klinických příznaků. Doposud byl u muflona zjištěn výskyt 7 druhů kokciidií, 3 druhů tasemnic, 3 druhů motolic a téměř 30 druhů cizopasných hlístic parazitujících v trávicím traktu a plicích. Vysoce účinným opatřením je léčba antiparazitiky Thibenzolem (denní dávka 50 mg ú. l. na 1 kg ž. h.), Mebendazolem (denní dávka 10 mg ú. l. na 1 kg ž. h.) při použití 5denního aplikačního cyklu. K léčbě motolienatosti (fasciolózy) lze použít jednorázové aplikace přípravku BHS v dávce 30–50 mg na 1 kg ž. h. Léčba se provádí pouze se souhlasem a za dozoru veterinární služby.

muflon; invazní choroby; prevence; léčba

Problematickou invazních chorob mufloní zvěře, její závažností, vzájemným možným přenosem cizopasníků na ostatní druhy divokých a domácích přežvýkavců v našich honitbách a oborách se zabývali zejména Kotrlý [1959, 1964], Kotrlý, Kotrlá [1972], Kotrlá, Kotrlý [1977], Páv [1975], Dyk [1961], Dyk, Chroust [1973, 1975], Chroust, Dyk [1969]. Výsledky léčby cizopasníků plic a zažívacího traktu Thibenzolem a Mebenvetem byly publikovány v pracích Páva [1973], Páva, Koláře [1973], Páva a kol. [1975], Chrousta a Kalivody [1973]. Tlumením motolienatosti se zabývala Chroustová a kol. [1977].

Od doby vysazení prvních muflonů v českých zemích uplynulo více než 100 let a za tuto dobu se chov úspěšně rozšířil, a to nejen v oborách [ve 24 oborách], ale zejména ve volných honitbách, takže mufloní zvěř se nyní vyskytuje ve všech krajích. Máme prvenství nejen v početních stavech, ale i v produkci vynikajících silných trofejí.

Zintenzivňování a zkvalitňování chovu mufloní zvěře v oborách, někde i ekologicky méně vhodných, rozšiřování chovů ve volných honitbách i samovolné šíření této zvěře přináší nové úkoly i pro veteri-

nární péči a diagnostiku, zvláště z hlediska parazitologicko-epizootologického. Zdravotní stav je jedním z důležitých faktorů podstatně ovlivňujících kvalitu mufloní zvěře, a tím i efektivnost mysliveckého hospodaření. Každoroční statistické hlášení o uhynulé zvěři signalizuje, že na tomto úseku není ještě všechno v pořádku. V posledních 10 letech (1968—1977) se podle údajů myslivecké statistiky vyskytovalo v průměru v českých zemích 12,8 % ztrát mufloní zvěře vzhledem k počtu ulovené zvěře. Nejnižší ztráty byly evidovány v roce 1976, tj. 8 %, nejvyšší v roce 1970, tj. 20,7 %. Největší procento ztrát se trvale vyskytuje u muflončat, činí v průměru 19 %. Ztráty u muflonek dosahují 12 % a u muflonů 9,5 %. Je zřejmé, že skutečné ztráty jsou však ještě vyšší, neboť úhyn je často z různých důvodů zatajován a značný počet padlé zvěře se vůbec nenalezne. Rozbor příčin ztrát potvrzuje, že infekční choroby nemají pro celkový zdravotní stav této zvěře podstatnější význam. Rovněž dietetické poruchy nejsou v chovu mufloní zvěře žádným zvláštním problémem. Mimořádný význam právě u této zvěře však mají parazitární choroby, protože muflon je hostitelem řady parazitů a, což je ještě závažnější, jeho druhová odolnost mu dovoluje přežívat bez větších ztrát (zvláště u dospělé zvěře) i velmi silné invaze bez zvláštních klinických příznaků. Navíc muflon vypásá traviny a byliny až k zemi, je nevybíravý, nevyhýbá se ovčím ani vlhkým pastvinám a to ho přímo předurčuje k invazím. Z těchto důvodů se muflon může stát a v mnohých honitbách je významným šířitelem parazitárních chorob. Z ekonomického hlediska tudíž nemůžeme posuzovat závažnost parazitárních chorob u mufloní zvěře pouze na základě uhynulých kusů. To by bylo pouze jednostranné hodnocení, protože je známo, že kromě klinicky nemocných zvířat to jsou především bezsymptomové stavy, které mohou zhoršovat a urychlovat procesy jiné etiologie, oslabovat imunitu organismu a celkově výrazně ovlivňovat fyziologické pochody ve stadiu růstu, jakož i užitkovost (zakrňování mláďat, snížená hmotnost, zhoršená kvalita zvěřiny a ovlivňování vývinu špičkových trofejí).

O původní parazitofauně muflona ze středozezemních ostrovů Sardinie a Korsiky toho mnoho neznáme a asi se již nedozvíme. Je jasné, že původní i získaná parazitofauna muflona doznala od jeho vysazení v našich honitbách různé změny a její složení bylo formováno především vhodností biotopů, intenzitou zazvěření jinými volně žijícími přežvýkavci, jakož i společným využíváním pastvin s domácími přežvýkavci, zvláště ovci. Extenzita a intenzita invazí je však významně ovlivňována i úrovní lesnicko-mysliveckého hospodaření, genetickým základem populací, jakož i složitým komplexem bionomických, potravních, klimatických a dalších faktorů. Na základě studií různých autorů vyskytuje se u mufloní zvěře v honitbách v českých zemích velmi bohatý soubor parazitóz. Obsahuje zatím 7 druhů kokcidií, dále 3 druhy tasemnic, 3 druhy motolic a téměř 30 druhů cizopasných hlístic parazitujících v trávicím traktu a v plicích.

Při systematickém vyšetřování mufloní zvěře v 8 oborách ČSR bylo zjištěno značné promoření kokcidiózou. Extenzita invaze se pohybovala od 40 do 100 %. Vysoké procento polyvalentních invazí, jakož i kulminální křivky extenzity a intenzity napadení většinou v méně příznivé době pro zvěř poukazují na závažnost kokcidiózy zvláště pro mláďata.

Průměrná extenzita napadení u muflončat ve věku 1,5—7 měsíců v oboře Vlkov činila 83,5 %, přičemž signifikantně převažovaly polyvalentní invaze. Z výsledků vyšetření je zřejmé, že u mufloní zvěře se vyskytuje rozdílná vnímavost vůči kokcidióze nejen podle věkových kategorií, ale i podle jednotlivých druhů kokciidií. Klinické formy kokcidiózy u muflončat a mladé mufloní zvěře se vyskytují vzácněji než u domácích přežvýkavců — jehňat a telat, avšak silné invaze kokciidií podstatně zhoršují průběh invazí působených u této zvěře cizopasníky plic a trávicího traktu a podílejí se tak na jejím úhynu. Nejčastěji zjišťovanými druhy byly kokcidie *Eimeria niniae-kohl-yakimovae*, *E. parva*, *E. intricata* a *E. arloingi*.

Výskyt dospělých forem tasemnic je u mufloní zvěře na rozdíl od ovcí poměrně vzácný a intenzita invazí slabá. Častěji je zjišťován druh *Moniezia benedeni*, vzácněji *M. expanza*, která má být typickým mufloním parazitem. Boubel tasemnice *Taenia hydatigena* *Cysticercus tenuicollis* se vyskytuje rovněž ve slabé extenzitě a intenzitě invazí.

Muflon je v našich honitbách nejčastějším hostitelem a šířitelem motolic, zvláště motolice jaterní (*Fasciola hepatica*) a motolice kopinaté (*Discrocoelium dendriticum*), vzácněji motolice parazitující v bachoru *Paramphistomum* sp. Zejména dicrocoelióza je mezi touto zvěří značně rozšířena, a to nejen v honitbách, ale i v oborách, avšak muflon je vůči této helmintóze značně odolný. Ani v případech silných, několikatisícových invazí dicrocoelií se nevyskytují žádné zjevné klinické příznaky. Fasciolóza se vyskytuje endemicky v typicky fasciolózních, zamokřených nebo bažinatých lokalitách, zejména v některých oborách. Na rozdíl od ovcí je u muflonů zjišťována podstatně slabší intenzita invazí.

Nejčastějšími a nejrozšířenějšími cizopasníky muflona jsou hlístice parazitující v plicích a trávicím traktu. Ze čtyř plicních hlístic je nejrozšířenější (téměř na všech lokalitách) *Müllerius capillaris*. Nejvyšší procento zamořenosti vykazují kusy středního věku. Dále je to plicnívka *Neostromylus linearis*. Tito dva cizopasníci jsou druhově specifictí, nebyli dosud zjištěni u jiné spárkaté zvěře kromě kamzíků, kteří náležejí do čeledi *Bovidae* jako mufloni. V daleko menší extenzitě se vyskytuje druh *Protostrongylus kochi* a pouze ojediněle *Dictyocaulus viviparus*.

Z pestré palety hlístic trávicího traktu jsou téměř na všech lokalitách, kde mufloní zvěř žije, diagnostikovány druhy *Chabertia ovina* a *Haemonchus contortus*. Rod *Nematodirus* je zastoupen dvěma druhy, a to *N. filicollis* a *N. spathiger*. Z rodu *Ostertagia* jsou nejčastěji zjišťovány druhy *O. circumcincta*, *O. trifurcata* a ev. *O. leptospicularis*, a to vesměs ve smíšených invazích lokalizovaných ve slezu. Rod *Trichostrongylus* bývá nejčastěji zastoupen slabšími invazemi zejména druhů *T. colubriformis* a *T. axei*. Většinou ve slabých invazích na všech lokalitách je zjišťován parazit slepých střev *Trichocephalus ovis*. Z ostatních hlístic se častěji vyskytují *Oesophagostomum venulosum* a v moravských honitbách *Cooperia curticei* a *C. bisonis*.

Celkově lze konstatovat, že intenzita invazí je u muflona mnohem slabší než u fylogeneticky blízkých ovcí, avšak podstatně silnější než u jiných druhů spárkaté zvěře. Při samovolném ev. nekontrolovaném šíření této zvěře se muflon stává významným epizootologickým činitelem. V oblastech společného výskytu populací muflonů a jiné spárkaté

zvěře, zejména daňčí a jelení, dochází k vzájemné směně a patogen-nímu uplatnění zvláště cizopasníků zažívacího traktu a motolic. Muflon se s těmito dvěma druhy dobře snáší a využívá s nimi společně pastviny i krmeliště na rozdíl od zvěře srnčí. Muflon se též nevyhýbá spolužití a využívání ovčích pastvin a dochází zde k široké směně parazitárních invazí — kokcidióz i helmintóz. Závažné poznatky poskytuje též rozbor promořenosti helminty mufloní zvěře v jednotlivých věkových třídách provedený Dykem a Chroustem (1975). Ukazuje se, že zatímco intenzita invazí některých cizopasníků s přibývajícím věkem hostitele neustále stoupá (*Dicrocoelium dendriticum*, *Ostertagia circumcincta*, *Ostertagia trifurcata*), u jiných druhů zůstává ve všech věkových třídách přibližně na stejné intenzitě invazí (*Trichostrongylus colubriformis*, *T. axei*). Nematodi *Chabertia ovina* a *Cooperia pectinata* dosahují kulminace invaze u kusů druhé věkové třídy, *Nematodirus filicollis* a *Haemonchus contortus* u kusů ještě starších.

Shrneme-li výskyt helmintóz u mufloní zvěře podle běžné ekologické kategorizace, což má nesporný význam z hlediska ozdravovacích záměrů, zjišťujeme výskyt dvou základních skupin, tzv. geohelmintóz s přímým vývojem a biohelmintóz s nepřímým vývojem. Do skupiny geohelmintóz náleží především z plicních helmintóz dictyocaulóza, jakož i celý soubor nematodóz trávicího traktu. Do skupiny biohelmintóz náleží plicní helmintózy müllerióza, neostrongylóza a protostrongylóza vázané svým vývojem na suchozemské plže, jakož i motoličnatost — dicrocoelióza, jejíž vývoj probíhá přes suchozemské plže a mravence. Do této druhé skupiny patří dále jaterní a bachorová motoličnatost (fasciolóza, paramphistomatóza), jejichž vývoj probíhá přes vodní plže. Mufloní zvěř a prostředí, především pastva, spolu tvoří úzce spjatý epizootický celek a jakákoliv profylaktická a léčebná opatření musí s touto biologickou realitou nutně počítat. Mufloní zvěř je kromě období zimního přikrmování, jehož délka se řídí klimatickými podmínkami, odkázána především na pastvu, a tím má i možnost se téměř celoročně invadovat. K prvním invazím dochází většinou brzy po zmizení sněhu, tj. v období snížené odolnosti, a zvláště mladá zvěř je k invazím náchylná. K opět-nému dalšímu vzestupu invaze a napadení především nejmladší zvěře — muflončat — dochází v podzimních měsících s příznivými podmínkami pro vývoj larev (vlhko). Je nutno si uvědomit, že v období mírných zim, které již po několik let prožíváme, nedochází k přirozené asanaci honiteb, zárodky většiny hlístic přežívají, neboť zimní sněhová pokrývka je neničí, ale naopak chrání před teplotními výkyvy.

Protože muflon je vůbec naší nejuspěšnější trofejovou zvěří, provádí se jeho časté přesuny z honiteb do obor a naopak, nebo jeho introdukce do nových oblastí. Je nutno si proto uvědomit, že u žádné jiné zvěře nejsou tak důležitá všechna opatření platná pro přesuny zvěře, jako u muflonů. Jde především o důkladnou znalost přesunové populace, řádné ekologicko-veterinární posouzení nového biotopu zejména z hlediska půdního složení, úživnosti, vodního režimu, stavů místní spárkaté zvěře a jejího parazitologického statusu, možnosti udržení a šíření parazitů, výskytu mezipřenositelů apod. Závažným opatřením je karanténování přesunované zvěře a její několikeré koprologické vyšetření zaměřené zvláště na motoličnatost. Kromě toho je třeba zdůraznit, že neoddelitelnou součástí ozdravovacích opatření je dodržování základních chovatelských

principů, především provádění důsledného průběžného odstřelu, úprava početních stavů, jejich věková skladba a poměr pohlaví, zvyšování přirozené úživnosti, kvalitní příkrmování a trvalá spolupráce s veterinární službou.

Nezbytným opatřením v honitbách se stálými stavy mufloní zvěře jsou preventivní prohlídky záležející jednak ve vyšetřování vzorků čerstvého trusu, jednak v parazitologicko-pitevním vyšetření kompletních vývrhů a ve veterinárním vyšetřování uhynulé zvěře. Sběr čerstvého trusu ke koprologickému vyšetření se provádí od 10—20 % stavů zvěře ev. podle potřeby, a to na jaře (březen—květen) a na podzim (září až listopad). V přezimovacích obůrkách s mufloní zvěří je nutno provést opakované koprologické vyšetření na vajíčka parazitů okamžitě po uzavření zvěře (listopad—prosinec) a dále před vypuštěním zvěře (duben až květen). V aklimatizačních obůrkách je vhodné provést i opakované individuální vyšetření jednotlivých kusů. Z každé honitby je nutno zaslat k veterinárnímu vyšetření kompletní vývrh nejméně z jednoho kusu zvěře ročně, při vyšším odstřelu na každých 10 kusů nejméně 1 úplný vývrh. Z přezimovacích objektů nutno zaslat k vyšetření kompletní vývrhy od více kusů a zejména od těch, u nichž se objeví jakékoliv příznaky nemoci.

Stálou pozornost je nutno věnovat především stavu pastevních ploch, krmelištím a jejich okolí, lesním políčkům, zastíněným nevysekávaným loukám, zamokřeným a rozbahnělým potůčkům, zaplavovaným podmáčeným lokalitám, kalužinám apod. Tyto prostory bývají obvykle dobře prohnoveny velkým množstvím trusu, je na nich bujný porost, zvěř se na nich s oblibou zvláště brzy z jara paství a současně nakazí. To se týká zejména obor a přezimovacích objektů, kde v důsledku vysoké koncentrace zvěře dochází k intenzivnímu promoření ploch, a tím i ohrožení zvěře. Krmeliště je třeba zásadně zřizovat na suchých, slunných a závětrných místech s tvrdým podkladem, v oborách i na volných otevřených prostorech. V přezimovacích objektech nelze umísťovat krmeliště poblíž vodních toků, aby nedocházelo k rozplavení zárodků do širokého okolí. Asanace krmelišť, okolí lizů a slanisek se provádí pravidelně z jara okamžitě po roztání sněhu a v přezimovacích objektech kromě toho opět po vypuštění zvěře. V oborách se provádí asanace krmelišť několikrát v průběhu roku a záleží ve shrabání zbytků krmiv a trusu, jejich odvozu nebo řádném zkompostování. Asanace se provádí drtí páleného vápna, čerstvě hašeným vápnem, vápnodusíkem apod. Asanace luk a pastvin se provádí strojenými kombinovanými hnojivy (vápnodusík, prachové vápno, kainit, NPK apod.) v dávkách podle agrotechnických norem příslušné oblasti. Vývrhy mufloní zvěře nutno neškodně odstranit, nejlépe spálit nebo odvést, zejména v oborách a přezimovacích objektech a nepředkládat v syrovém stavu loveckým nebo jiným psům.

Vysoce účinným opatřením je léčba helmintóz mufloní zvěře, která se provádí v úzké spolupráci s veterinární službou pomocí léčiv — antihelmintik — a to buď Thibenzolem s denní dávkou 50 mg ú.l./kg ž.h. pro jeden kus a den a v současné době zejména Mebenvetem s denní dávkou 10 mg ú.l./kg ž.h. na kus a den. Účinná denní dávka léčiva na jeden kus a den je obsažena v 20 dkg krmiva pro mufloní zvěř. K léčbě se používá 5denní aplikační cyklus, aby se vyloučila většina nahodilostí

při příchodu zvěře ke krmelcům, zajistil dostatečný příjem krmiva s léčivem, a tím i jeho optimální účinnost. K odčervení lze použít medikované granulované krmivo (granulát M), ev. tam, kde se granulátem nekrmí, též medikovanou sypkou směs (léčiva se šrotem, melasovým krmivem apod.). Před podáním medikovaného granulovaného krmiva je nutno po dobu 1 týdne podávat normální granulované krmivo, aby si zvěř na ně zvykla.

Před podáním medikovaného krmiva ve volných honitbách je nutno znát přibližný počet zvěře pravidelně navštěvující jednotlivé krmelce. Dávka antiparazitika musí být propočítána na skutečné krmné stavy zvěře. Nejvhodnější období pro podzimní odčervení je prosinec a leden, zvláště období mrazů, kdy většina navštěvuje krmeliště a kdy dochází vlivem nízkých teplot k částečné asanaci vylučovaných vývojových stadií cizopasníků. Druhé odčervení je možno provést, pokud ještě zvěř chodí ke krmelcům, to je zhruba po 4—5týdenním intervalu od prvního odčervení. Provedení léčby je nezbytné zejména v oborách s chovem mufloní zvěře. V přezimovacích objektech je nutno provést dvojí odčervení. První v prosinci a druhé před vypuštěním zvěře koncem dubna.

Léčivo Mebenvet je mimořádně účinné anthelmintikum především proti hlísticím zažívacího traktu a částečně i proti plicnivkám. Medikované krmivo je zvěří dobře přijímáno, nevyvolává žádné vedlejší příznaky a je dobře snášeno i muflonkami ve vysokém stadiu březosti. Podání medikovaného krmiva je vázáno na souhlas veterinární služby a jeho používání musí být pod její kontrolou. Kontrola odčervení se provádí vyšetřením sběru čerstvého trusu před aplikací přípravku a 10. den po skončení pětidenní léčebné kúry.

V honitbách a oborách s výskytem motoličnatosti je nutno provádět ve spolupráci s veterinární službou vymezení ohnisek výskytu mezihostitelských plžů, a to jak na biotopech se stálým, tak i občasným výskytem. Likvidace mezihostitelů — plžů — se provádí dvakrát ročně (květen a červenec) postřikem 0,5 až 2% roztokem modré skalice nebo ev. v nezarybněných oblastech 0,2% roztokem pentachlorfenolátu sodného nebo 1% Fresconu. Tyto přípravky lze použít jen v místech zdrojů invaze, tj. na biotopech mezihostitelů. Zamokřená místa, která nelze chemicky ošetřit, nutno oplotit. Nejúčinnějším opatřením k tlumení motoličnatosti (fasciolózy) je provedení meliorací, které je nezbytné v silně promokřených oborách. V zamořených oborách nebo honitbách nutno trvale sledovat kondiční a zdravotní stav zvěře (jarní a podzimní koprologické vyšetření, jakož i prohlídky jater) a provádět přednostně odstřel nemocných kusů. Při tlumení motoličnatosti je možno se souhlasem a za dozoru veterinární služby provést odčervení pomocí přípravku BHS (bis 2 hydroxy-3,5 dichlorfenyl). Přípravek BHS se aplikuje zvěři jednorázově v dávce 30—50 mg na 1 kg živé hmotnosti. Je připravován v Biovetě Ivanovice na Hané jako 5% premix v sojové mouce. Před vlastní aplikací je třeba alespoň týden sledovat příjem krmiva a dávku léčiva pak důkladně zamíchat do příslušného množství krmiva, které zvěř spolehlivě přijme. Přípravek je zvěří dobře přijímán a byl již s úspěchem použit v některých oborách. Z honiteb a obor se silným výskytem motolice jaterní je zakázáno zvěř přesunovat. V honitbách a oborách s ojedinělým výskytem se povoluje přesun pouze na základě opakovaného negativního vyšetření trusu.

Pro honitby zamořené červivostí plic, trávicího traktu a motoličnatostí musí být vypracovány ve spolupráci s veterinární službou ozdravovací plány, které zahrnují: a) úpravu vodních poměrů, b) ošetření zamokřených a bažinatých prostorů, c) úpravu věkové skladby zvěře, d) zlepšování úživnosti, e) způsoby provádění asanace, f) způsoby pravidelné kontroly zdravotního stavu a léčby zvěře.

Došlo dne 2. 7. 1979

Literatura

1. DYK, V.: Die Herausbildung der Schmarotzenfauna des Muffelwildes in der ČSSR und ihre Beziehungen zum übrigen Wilde und zu Weidetieren. *Angewandte Parasitologie*, 2, 1961, s. 44-48
2. DYK, V. — CHROUST, K.: Parazitologicko-epizootologická problematika zvyšování stavů muflonů zvěře. *Veterinářství* 7, 1975, s. 315-317
3. DYK, V. — CHROUST, K.: The incidence and possible cross transmission of Coccidia and Helminths in the mouflon and roe deer in Czechoslovakia. *Vet. parazitologie*, 1, 1975, s. 145-150
4. DYK, V. — CHROUST, K.: Helminths and Coccidia of mouflons and roe deer in common boitsopes. *Act. vet.*, 43, 1973, s. 123-131.
5. CHROUST, K. — DYK, V.: Hlístice *Neostromylus linearis* — další cizopasník našich muflonů. *Veterinářství* 4, 1969
6. CHROUST, K. — KALIVODA, J.: Tlumení plicních a střevních helmintůz u zvěře Thibenzolem podávaným v peletovém krmivu. *Veterinářství* 1, 1973, s. 34-36
7. CHROUSTOVÁ, E. a kol.: Další poznatky s tlumením fasciolózy u oborní spárkaté zvěře. *Veterinářství* 10, 1977, s. 460-462
8. KOTRLÁ, B. — KOTRLÝ, A.: Cizopasně hlístice zažívacího ústrojí spárkaté zvěře v ČSR. *Studie ČSAV* 1, 1977, s. 1-74
9. KOTRLÝ, A. — PÁV, J.: Trematoda spárkaté zvěře. *Lesnictví* 5, 1959, s. 551-558
10. KOTRLÝ, A.: Ekologie cizopasníků spárkaté zvěře čeledi Cervidae a Bovidae v ČSSR. *Práce VÚLHM* 29, 1964, s. 7-47
11. KOTRLÝ, A. — KOTRLÁ, B.: Helmintofauna spárkaté zvěře v ČSSR. *Polovnícký zborník* II, 1972, s. 141-159
12. PÁV, J.: Některé poznatky s léčbou parazitóz spárkaté zvěře v oborách pomoci Thibenzolu. *Lesnictví* 8, 1973, s. 713-720.
13. PÁV, J.: Kokcidiozy muflonů zvěře v oborách a jejich prevence. *Práce VÚLHM* 46, 1975, s. 9-27
14. PÁV, J.: Zdravotní péče v chovech spárkaté zvěře. *Zprávy lesnického výzkumu* 3, 1976, s. 33-35
15. PÁV, J. — KOLAŘ, Z.: Granulované krmivo s Thibenzolem při hromadném použití k odčervení spárkaté zvěře v oborách ČSR. *Veterinářství* 3, 1973, s. 114-116.
16. PÁV, J. a kol.: Výsledky s léčbou muflonů zvěře invadované cizopasnými červy Mebendazolem. *Lesnictví* 1, 1975, s. 51-62
17. PÁV, J. — ZAJÍČEK, D.: Účinnost anthelmintika Mebendazol proti cizopasným červům lovné zvěře. *Práce VÚLHM* 47, 1975, s. 21-42

ПАВ, И. (Вýzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Инвазийные заболевания муфлона, их эколого-санитарное значение и подавление. *Lesnictví*, 26, 1980 (5) : 441-448.

Муфлон — наша самая успешная трофейная дичь, которая часто переводится с мест отлова в заповедники и вводится в новые местности. Следует иметь в виду, что ни у одной иной дичи все санитарные меры не имеют такого большого значения, как именно у муфлон. Как подтверждает анализ потерь, чрезвычайно важны для них инвазийные болезни, так как муфлон — хозяин целого ряда паразитов, а, помимо того, его видовая принадлежность обеспечивает (особенно у взрослых особей) преодоление даже сильных инвазий без особых потерь и клинических признаков. До сих пор у муфлон установлены 7 видов кокцидий, 3 вида солитеров, 3 вида двуусток и почти 30 видов нематод, паразитирующие в пищеварительном тракте и легких.

Высокий эффект дает лечение антипаразитарными средствами Тибензол (50 мг д. вещ./кг ж. м. в сутки), Мебендазол (10 мг. д. вещ./кг ж. м. в сутки) в 5-дневные циклы. Против фасциоллеза применяется разовая дача препарата BHS в дозе 30–50 мг/кг ж. м. Лечение проводится только с согласия и при контроле ветслужбы.

муфлон; инвазийные заболевания; профилактика; терапия

PÁV, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady): *Parasitic Diseases in Mouflon — their Role and Control in view of Ecology and Health*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 441-448.

Mouflon is a game species providing the best trophies in this country: mouflon are often transferred from hunting districts to game preserves and vice versa, and they are introduced at new localities. It is to note that in no other game species all hygienic and sanitary measures are not that important as in mouflon. It has been confirmed by an analysis of mouflon losses that in view of the management of this game parasitic diseases play a vital role because mouflon can be hosts of a lot of parasites and due to their species resistance they can survive without any greater losses (especially mature mouflon) even severe invasions exhibiting no special clinical symptoms. Up to now the incidence of seven species of coccidia, three species of tapeworms, three species of flukes and almost 30 species of nematodes parasitizing in the digestive tract and lungs has been observed in mouflon.

The control and treatment of the parasites in mouflon with the anthelmintics Thibenzole (daily dose of 50 mg effective substance per 1 kg l. w.) and Mebendazole (daily dose of 10 mg e. s. per 1 kg l. w.) are highly effective, with the five-day cycle of drug administration. To treat fasciolosis, the drug BHS can be administered at a single dose of 30–50 mg per 1 kg l. w. These therapeutic measures may be taken only if approved of and supervised by the veterinary service.

mouflon; parasitic diseases; prevention; therapy

PÁV, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). *Invasionskrankheiten des Muffelwildes, ihre ökologisch-gesundheitliche Wichtigkeit und ihre Dämpfung*. Lesnictví, 26, 1980 (5) : 441-448.

Das Muffelwild stellt unser erfolgreichstes Trophäenwild dar, es werden seine häufige Verschiebungen aus den Jagdrevieren in Gehege oder umgekehrt sowie seine Introduktion in neue Gebiete vorgenommen. Man muß sich dabei im Klaren sein darüber, daß bei keinem anderen Wild alle hygienisch-gesundheitlichen Maßnahmen so wichtig sind, wie beim Muffelwild. Die Analyse der Ursachen von Verlusten bestätigt, daß die Invasionskrankheiten bei diesem Wild außerordentliche Bedeutung haben, und zwar deswegen, weil das Muffelwild den Wirt einer Reihe von Parasiten darstellt und weil ihm seine Artresistenz (insbesondere bei erwachsenem Wild) ein Überleben ohne größere Verluste auch bei sehr starken Invasionen ohne besondere klinische Symptome ermöglicht. Bisher konnte beim Muffelwild das Vorkommen von 7 Arten von Kokzidien, 3 Bandwurmart, 3 Drehwurmarten und fast 30 Arten von parasitischen Darmwürmern festgestellt werden, die im Verdauungstrakt und in der Lunge parasitieren.

Eine hoch wirksame Maßnahme stellt die Heilung der Parasiten des Muffelwildes durch die Antiparasitika Thibenzol (tägliche Gabe 50 mg des wirksamen Stoffes je 1 kg der Lebendmasse) und Mebendazol (tägliche Gabe 10 mg je 1 kg) bei der Anwendung des 5tägigen Applikationszyklus dar. Zur Heilung der Drehwurmkrankheit (Fasciolose) kann eine einmalige Applikation des Mittels BHS in der Gabe von 30–50 mg je 1 kg der Lebendmasse benutzt werden. Die Kur wird nur mit Zustimmung und unter Aufsicht des Veterinärdienstes durchgeführt.

Muffelwild; Invasionskrankheiten; Prävenz; Kur

Adresa autora:

MVDr. Jaromír Páv, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

ODEŠEL PROF. RNDr. ING. ALOIS ZLATNÍK, DrSc.



Dnes 6. července 1979 se v Brně rozloučila široká odborná veřejnost s profesorem lesnické fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně RNDr. Ing. Aloisem Zlatníkem, DrSc., který zemřel neočekávaně 29. června 1979.

Prof. A. Zlatník se narodil 9. listopadu 1902 ve Dvoře Králové nad Labem. Již v dětství projevoval zájem o přírodu od minerálů přes motýly, hmyz, akvarijní rybky, houby až k semenným rostlinám. Během svých gymnaziálních studií se seznamoval se základními botanickými a fytogeografickými publikacemi, určoval rostliny, zdokonaloval svůj herbář a živě se zajímal o květenu okolí rodného města. Svá vysokoškolská studia začal po maturitě v roce 1921 na přírodovědecké fakultě Karlovy univerzity v Praze. Po krátkém pobytu v Praze navštívil v Národním muzeu Dr. F. Schustlera, mimořádného profesora geobotaniky na univerzitě, a projevil zájem o taxonomii krkonošských jestřábníků, s jejíž problematikou se seznámil při prázdninovém pobytu v Krkonoších a při studiu

tehdy nově vydané Schustlerovy fytogeografické monografie Krkonoš. Dr. Schustler v něm brzy poznal talentovaného studenta, přijal A. Zlatníka do užšího kroužku svých žáků, seznamoval ho s metodami moderní fytoecologie a fytoecografie a brzy jej považoval za svého blízkého spolupracovníka. Na jeho popud také odešel A. Zlatník v letech 1923–1924 na studium do ciziny, do center švýcarsko-francouzské fytoecografie a fytoecologické školy. Na biologických stanicích ve Švýcarsku, jižní Francii a na univerzitě v Montpellier získal cenné poznatky a podněty pro svou další práci. Měl možnost poslouchat přednášky Pavillardovy a Flahaultovy, rovněž se zúčastňoval exkurzí doc. J. Braun-Blanqueta a poznal jeho práci v terénu.

V říjnu 1925 předložil A. Zlatník dizertační práci na téma krkonošské vegetace a pH a po jejím obhájení se stal doktorem přírodních věd. V letech 1925—1928 připravoval v botanickém ústavu prof. Podpěry a v herbáři Moravského muzea v Brně další vědecké práce o pýchavě vápnomilné a slatinné a z taxonomie jestřábníků. Současně také rozšiřoval svoje znalosti v oboru pedologie jako volontér v Moravském zemském výzkumném ústavu zemědělském u prof. V. Nováka a z lesnické biologie u prof. J. Konšela.

V roce 1928 začal pracovat jako asistent na dendrologickém ústavu lesnické fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně u prof. A. Bayera. Stal se posluchačem lesnické fakulty a v roce 1934 lesním inženýrem.

A. Zlatník se habilitoval v roce 1933 z obecné botaniky, v roce 1934 z nauky o lesním stanovišti a v roce 1938 předložil habilitační spis na přírodovědecké fakultě brněnské univerzity, ale habilitační řízení se v důsledku německé okupace oddálo. Po skončení války se A. Zlatník habilitoval v roce 1946 ze všeobecné a systematické botaniky na přírodovědecké fakultě v Brně. Téhož roku se stal ředitelem dendrologického ústavu, pokusné zahrady a arboreta a byl jmenován řádným profesorem lesnické fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně. Prof. A. Zlatník tehdy přednášel rozsáhlou látku ze šesti oborů, a to z lesnické botaniky speciální, mikrobiologie, fytopatologie, dendrologie, fytoecologie a anatomie dřeva. Vedle této pedagogické činnosti pracoval neúnavně na vědeckém výzkumu československých lesů podle fytoecologické a typologické metodiky svého původ-

ního pojetí. Za tuto vynikající vědeckou činnost mu byla v roce 1955 udělena hodnost doktora zemědělských věd a pro podporu rozvoje jím založeného vědního odvětví na lesnické fakultě v Brně byla zřízena Vědecká laboratoř geobiocenologie a typologie lesa.

Prof. A. Zlatník byl po dlouhá leta vedoucím nynější katedry lesnické botaniky a fytocenologie, pokračovatelky původního dendrologického ústavu. V letech 1948–1949 byl děkanem lesnické fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně a za tuto činnost obdržel čestné uznání od tehdejšího ministra školství Zdeňka Nejedlého.

Prof. A. Zlatník působil na lesnické fakultě až do roku 1971 téměř 43 let, kdy odešel do důchodu. Stále však pokračoval ve své vědecké práci. Na jeho mnohaletou pedagogickou činnost budou vzpomínat generace lesních inženýrů, pro něž byl náročným a váženým vysokoškolským učitelem. Mezi absolventy vychoval řadu specialistů svého oboru, kteří dnes zastávají přední místa v různých orgánech, institucích a školách. Pod jeho vedením a z jeho popudu vznikla řada dizertačních prací. Rozsah vědecké činnosti prof. A. Zlatníka je neobyčejně široký. Část je věnována rostlinné taxonomii rodu *Hieracium* – jestřábník. Podkladem jeho studia byl intenzivní průzkum živých rostlin v terénu na přirozených lokalitách a dlouholeté kulturní pokusy, v nichž bylo možno ověřovat proměnlivost typů z různých ekologických podmínek a rozeznat skutečné diagnostické znaky taxonů. Svou rozsáhlou studií o jestřábnících z roku 1938 a 1939 rozvinul u nás experimentální taxonomii vyšších rostlin. Další část jeho vědecké činnosti je věnována otázkám rostlinogeografickým a vztahům rostlin k prostředí.

Jeho první vědecké publikace z Krkonoš, Českého středohoří, o pěchavě vápnomilné a bažinné, o vegetaci z hadcové rezervace u Mohelna, studie o lesích Zakarpatské Ukrajiny aj. vynikají hloubkou analytických prací a přinášejí mnoho údajů o vztazích rostlin a jejich společenstev k jejich prostředí. Představují důležité průpravné období pro rozvinutí další vědecké práce prof. A. Zlatníka v synekologii, fytocenologii, geobiocenologii a lesnické typologii. Podstatnou část celoživotního díla prof. A. Zlatníka je třeba vidět ve vypracování nového pojetí a metodiky geobiocenologické lesní typizace, v rozlišení skupin lesních typů jakožto souborných typologických jednotek a rekonstrukční vylišení vegetačních stupňů v ČSSR. Jeho metoda vědeckého výzkumu lesních geobiocenóz postavená na kauzalitě vztahů mezi organismy a jejich cenózami a prostředím je originální a zasluhuje nejvyššího uznání. Významná je zejména aplikace tohoto pojetí v lesnické geobiocenologické typologii. Prof. A. Zlatník je v ČSSR jedním z předních zakladatelů realizace lesnické typologie v praxi. Osobně instruoval práci stanovištních oddělení ústavů pro hospodářskou úpravu lesů, zejména na Slovensku. Výsledkem této kolektivní spolupráce je publikace *Přehled stanovištních poměrů lesů Slovenska s barevným atlasem typologických a jiných lesnických map pro celé Slovensko v měřítku 1:200 000*. V českých zemích byla metoda prof. A. Zlatníka uplatněna při detailním typologickém výzkumu, průzkumu a mapování jednotlivými specializovanými pracovníky na pobočkách ÚHÚL, zejména v Brně, Olomouci, Frýdku-Místku a částečně i jinde. Z významných prací prof. A. Zlatníka je nutno uvést biogeografickou mapu ČSSR se spoluautorem zoogeografem dr. J. Raušerem. Je to dílo, které na podkladě Zlatníkovy geobiocenologické koncepce skupin a souborů typů, ekologických řad s nadstavbou lesních vegetačních stupňů shrnuje s největší možnou komplexností fytocenologické, zoocenologické a ekologické aspekty naší krajiny. V tomto ohledu je tato práce originální a průkopnická a dostala význačné uznání v zahraničí, zejména v SSSR.

Nedílnou součástí díla prof. A. Zlatníka je jeho činnost ochranná. Zasadil se rozhodující měrou o vybudování rozsáhlé sítě lesních rezervací a má zásluhu na zachování významných přirozených lesů našeho území příštím generacím. Významná je také jeho činnost ve vědeckých a odborných institucích. Byl členem různých komisí ČSAV, Československé akademie zemědělských věd, místopředsedou Československé botanické společnosti při ČSAV, členem různých institucí státní ochrany přírody, redakčních rad časopisů apod.

Seznam vědeckých publikací prof. A. Zlatníka obsahuje přes 150 prací. Významný podíl tvoří přednáškové texty i učebnice pro účely výuky, v nichž nejkratší cestou mohl předávat výsledky rozsáhlé a dlouholeté výzkumné činnosti posluchačům a lesnické praxi.

Velké zásluhy prof. A. Zlatníka o rozvoj vědy a o výchovu posluchačů a vědeckých pracovníků byly oceněny státním vyznamenáním Za zásluhy o výstavbu a Zlatou medailí Vysoké školy zemědělské v Brně.

Odešel vynikající lesnický pedagog a neúnavný vědecký pracovník, zakladatel československé geobiocenologické typologické školy v komplexním pojetí. Jeho vzácnou osobnost nám bude připomínat jeho rozsáhlé a mnohostranné životní dílo, které získalo plné uznání u nás i v zahraničí. Čest jeho památce!

Ing. Jaromír Vorel, CSc., za kolektiv katedry lesnické botaniky a fytocenologie lesnické fakulty VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

LOKALIZACE POLOMŮ ZPŮSOBENÝCH NÁMRAZOU NA ÚZEMÍ ČSR

Na území ČSR se co do ohrožení lesů a objemu kalamitní těžby řadí námraza až na třetí místo, tedy za škodlivé účinky větru a sněhu. Jako chronický destruktivní činitel v lesích se námraza vyskytuje jen v některých oblastech ČSR. Námrazou a jejími příčinami se u nás podrobněji zabývali Podzimek (1959), Fojt (1959), Procházka (1975, 1976). Fyzikální příčinou námrazy jsou kondenzace a sublimace vodní páry za teploty vzduchu $< 0^{\circ}\text{C}$, usazování přechlazených kapiček z mlhy nebo oblaku na předmětech a jejich mrznutí a padání srážek na silně podchlazené předměty (ledovka).

Jak uvádí ve svém díle Podzimek (1959) patří k nejdůležitějším činitelům, které ovlivňují usazování námrazy a její tvar, z meteorologických prvků hlavně teplota, vlhkost vzduchu a rychlost větru, dále pak vodní obsah mlhy nebo oblaku, velikost kapiček a konečně i vlastnosti předmětů, na které se námraza usazuje, především celkový tvar předmětů, jakost povrchu a materiálu a teplota předmětů.

K námrazovým jevům patří především jinovatka (krystalická námraza), která se tvoří sublimací z přechlazené mlhy nebo kouřma a při nasycení nebo přesycení vzduchu vodní parou obvykle při teplotách vzduchu v našich podmínkách od -3°C do -8°C . Krystalická námraza je křehká usazenina, složená z jemných krystalků ledu; rychlost jejího narůstání na předmětech závisí na síle větru a na výšce předmětu nad úrovní terénu. Pro malou dotykovou plochu námrazků nemá jinovatka na předmětech velkou tloušťku (maximálně 5–10 cm); obvykle se rozsype vlastní hmotností, větrem nebo jiným mechanickým oťřesením a snadno opadáva při tání (Fojt 1959). Proto krystalická námraza nijak neohrožuje ani stromy, ani lesní porosty. K poškození lesních porostů jinovatkou může však dojít v těch případech, kdy se spolu s jinovatkou

objeví ještě další škodlivý atmosférický činitel, např. vlhký sníh (Peikert 1903).

Pro jednotlivé stromy i pro celé lesní porosty je velmi nebezpečná zrnitá (hrubá) námraza; ta se usazuje při rychlém mrznutí přechlazených kapiček za spolupůsobení sublimace na povrchu předmětů, a to na těch jejich částech, jež jsou vystaveny přímému účinku větru. Při tvorbě zrnité námrazy (v našich podmínkách obvykle při teplotě vzduchu od -2°C do -10°C) mrznou kapičky mlhy nebo oblaku převážně jednotlivě, takže mezi nimi zůstávají mezery (Procházka 1976). Při tvorbě zrnité námrazy hraje důležitou roli vítr; větší rychlost větru znamená větší hustotu námrazků a rychlejší ukládání kapiček. Zrnitá námraza lpí pevně na podkladech; její jednotlivé části lze však od sebe snadněji oddělit při vyšších teplotách, kdy jsou trsy křehčí, než při teplotách nižších. Měrná hustota námrazků dosahuje u zrnité námrazy až $300\text{--}400\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Zrnitá námraza může vytvořit vrstvu až několik desítek centimetrů tlustou; v horských oblastech může dosáhnout tloušťka námrazku u zrnité námrazy až 1 m. Množství námrazků mj. závisí i na rychlosti větru. V přízemní vrstvě vzduchu vzrůstá rychlost větru vlivem tření o zemský povrch s výškou. Proto lze pozorovat, že se na svislých předmětech zřetelně zvětšuje mocnost námrazků od povrchu země vzhůru. V širším měřítku se rozdíl v tloušťce vrstvy námrazků projevují v hornatém terénu: v nižších polohách je vrstva námrazků obvykle slabší než v polohách vyšších. Takové rozdíly v tloušťce vrstev námrazků není možno přičítat jen působení větru, působí zde zřejmě i vertikální rozložení vodního obsahu mlhy (Fojt 1959).

Pomalým mrznutím vody se z přechlazených kapiček deště nebo mrholení tvoří ledovka. K nejintenzivnější

tvorbě ledovky dochází obvykle po delším období celodenních mrazů, kdy teplota klesá již k nule (0°C až -3°C) a kdy jsou předměty dosud ochlazený na více stupňů pod nulou, tedy za povětrnostní situace, kdy na území proniká ve vyšších hladinách teplý vzduch; v jeho styku se spodním ochlazeným vzduchem dochází ke kondenzaci vodních par, k mrholení nebo k dešti. Při pádu kapek k zemi se kapky podchladí pod 0°C a při jejich dopadu na pevné předměty ihned namrzají jako ledová vrstva. Dopadající kapičky stačí ještě před zmraznutím zaplnit skulinky mezi zrnky ledu, takže splynou v souvislý ledový obal. Ledovka pokrývá veškeré části povrchu předmětů vystavené srážkám; její vrstva je čirá, bez patrné vnitřní struktury, od povrchu předmětů ji nelze odtrhnout. Specifická hustota průsvitné námrazy je zpravidla vyšší než $400\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Při větru a při déle trvajících vhodných podmínkách může tloušťka ledové vrstvy na předmětech dosáhnout i několik desítek centimetrů. Hmotnost ledu je pak tak značná, že láme tlusté větve i celé stromy.

Zatížení kmene námrazou nebo ledovkou je podle údajů Singera (1916) minimálně tak velké, jako vlastní hmotnost stromu. Objeví-li se navíc při oblevě déšť nebo nový vlhký sníh, ev. poryvy větru (zvláště když

vítr přichází z opačné strany než je uložena největší hmotnost námrazků v korunách stromů), pak škody námrazou podstatně vzrostou (Singer 1916, Gäbler 1963).

I když je z lesnického hlediska význam námrazy a ledovky v porovnání s výší škod způsobených v lesích ČSR ostatními škodlivými abiotickými činiteli významný jen pro určité lesní komplexy, je tomuto meteorologickému jevu na meteorologických stanicích věnována značná pozornost.

Pro posouzení výskytu námrazy s možnými destruktivními účinky v lesních porostech použil Procházka (1975, 1976) údajů ze čtyř profesionálních meteorologických stanic, a to Svratouch (Českomoravská vrchovina 737 m n. m.), Nedvězí (Českomoravská vrchovina, 725 m n. m.), Přímada (Český les, 745 m n. m.) a Červená u Libavé (Oderské vrchy, 750 m n. m.). Tyto stanice se vyskytují v nadmořských výškách odpovídajících zhruba smrko-bukovému vegetačnímu stupni, ve kterém je výskyt námrazy v některých oblastech velmi častý. Na těchto meteorologických stanicích se sledoval počet dní, ve kterých se námraza vyskytla, a to v průběhu dvaceti let (1954–1973).

V oblastech uvedených meteorologických stanic se námraza vyskytovala v průměru 45–67 dní v každém roce

I. Průměrný počet dní s námrazou v oblasti smrko-bukového vegetačního stupně (podle Procházka 1976)

Stanice	Měsíc								Rok
	10.	11.	12.	1.	2.	3.	4.	5.	
Červená	0,2	5,2	21,0	20,9	12,8	5,8	1,5	—	67,4
Přímada	0,6	7,1	18,7	18,3	10,2	4,9	0,5	—	60,3
Svratouch	0,2	5,3	13,2	14,3	8,5	3,8	1,3	0,1	46,7
Nedvězí	—	4,3	15,5	15,1	7,5	2,4	0,3	—	45,1

(tabulka I). Z lesnického hlediska má však pro možnost vzniku polomů námrazou v lesních porostech větší význam znalost počtu dní v roce, kdy je námraza na předmětech tlustší než 3 cm; taková námraza se označuje jako silná námraza (tabulka II). Při silné námraze již vzniká nebezpečí, že dojde k poškození stromů, popř. celých porostů. Na meteorologických stanicích, umístěných v oblasti vyšších vegeta-

ních stupňů, byla silná námraza zaznamenána průměrně v 5–6 dnech každým rokem (nepočítáme-li výskyt dní s námrazou v Přímadě), a to hlavně v prosinci až únoru.

O výskytu ledovky v buko-smrkovém a smrko-bukovém vegetačním stupni je mnohem méně objektivních pozorování, než tomu bylo u námrazy. Její výskyt byl sledován jen na meteorologické stanici ve Svratouchu v letech 1954–1973;

II. Průměrný počet dní s tvorbou silné námrazy v oblasti smrko-bukového vegetačního stupně (podle Procházky 1976)

Stanice	Měsíc								Rok
	10.	11.	12.	1.	2.	3.	4.	5.	
Červená	—	0,6	2,1	2,0	0,8	0,5	—	—	6,0
Svratouch	—	0,7	1,7	2,4	0,8	0,2	—	—	5,8
Nedvězí	—	0,3	1,7	1,9	0,7	0,1	—	—	4,7
Přimda	—	—	0,6	0,3	0,1	—	—	—	1,0

Poznámka: Silná námraza je námraza s tloušťkou větší než 3 cm

III. Ledovka ve smrko-bukovém vegetačním stupni (Svratouch 1954–1973, Procházka 1976)

Pozorování	Měsíc						Rok
	11.	12.	1.	2.	3.	4.	
Průměrný počet dní s ledovkou	2,6	4,2	4,1	2,3	1,4	0,3	14,9
Průměrný počet dní s tvorbou ledovky	1,5	1,8	1,8	1,1	0,6	0,2	7,0

na této stanici se tvořila ledovka v průměru 15 dní v roce, hlavně v prosinci a v lednu (tabulka III).

Nejpříznivější podmínky pro tvorbu námrazy ve středních polohách v podmínkách ČSR jsou v zimním období, hlavně v prosinci až únoru. Vznik námrazy je spojen převážně s přechodem frontálních systémů; přitom na cyklonální typy povětrnostních situací připadá asi 2/3 případů a 1/3 na typy anticyklonální.

Při cyklonálním typu povětrnostních situací je vznik námrazy bezprostředně spojen s přechodem front. Frontální útvary přinášejí v zimním období nad naše území teplý a vlhký oceánský vzduch a časté mlhy. Příčinou tvorby námrazy při anticyklonálním typu počasí mohou být okraje front, které pronikají svými jižními částmi nad naše území.

Při cyklonální povětrnostní situaci nad západní nebo střední Evropou se např. na Českomoravské vrchovině tvoří námraza při zesíleném proudění nad teplými frontami: nejčastěji při jihozápadní cyklonální situaci a při západní cyklonální situaci s jižní drahou nebo při postupu frontálních vln od jihozápadu

a jihu na přední straně brázdy nízkého tlaku. Na Českomoravské vrchovině a ve středních polohách Jeseníků dochází k tvorbě námrazy i při větru ze severních směrů, zvláště na zadní straně brázdy nízkého tlaku nebo při východní cyklonální situaci, kdy vítr ze severních směrů převládne. Námrazová období mohou probíhat při různých kombinacích těchto cirkulačních typů (Procházka 1976).

Při anticyklonální situaci se na Českomoravské vrchovině tvoří námraza nejčastěji při stacionární tlakové výši nad evropskou částí SSSR, z níž zasahuje hřeben vysokého tlaku nad naše území. Fronty, které postupují k oceánu na pevninu, jsou nad naším územím zpomalovány. Při poklesu tlaku ve frontální oblasti dochází zvláště na Moravě ke zvětšení tlakového gradientu a k zesílení jižního a jihovýchodního proudění. Teplejší vzduch, proudící od jihu nebo od jihovýchodu nad přechlazenou vrstvou vzduchu, způsobuje tvorbu námrazy v podinverzní hladině, tj. ve výškách 600–1000 m n. m.

Námraza se vyskytuje velmi často v určitých lesních oblastech ČSR; přichází hlavně ve smrkovém (8.) vegeta-

ním stupni a ve vyšších polohách 6.–7. vegetačního stupně, tedy v oblastech, ve kterých mají horizontální srážky vysoký podíl z ročního úhrnu srážek. Na návětrných (mrakům exponovaných) polohách v 8. vegetačním stupni činí podíl horizontálních srážek z ročního úhrnu srážek v průměru 43 %, v 7. vegetačním stupni 33 % a v 6. stupni kolem 20 % (Patočka 1975). V těchto vegetačních stupních dochází k tvorbě námrazy zpravidla v polohách, které leží těsně nad kondenzační hladinou, tj. ve výškách, kde se vznáší vrstva mraků. Zvýšené ukládání námrazy se obvykle

děje na svahových polohách, na nichž byly vzdušné masy donuceny k výstupu.

Na území našeho státu se škody námrazou ve větší míře vyskytovaly i v minulosti; tak např. v Krušných horách byly zaznamenány polomy způsobené námrazou už v 16. století (Heger 1940). V minulém století byly větší polomy námrazou způsobeny hlavně v letech 1874–1876, dále pak v letech 1904–1905, 1908, 1916 a 1933. Po druhé světové válce dosáhly škody námrazou většího objemu v letech 1969, 1970, 1972 a zvláště pak v letech 1974 a 1975 (tabulka IV).

IV. Nahodilá těžba v lesích ČSR a SSR způsobená námrazou v letech 1963–1975

Území	Nahodilá těžba v 1000 m ³ hroubí b. k. v letech						
	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
ČSR	6,6	31,4	75,7	19,7	18,0	65,8	138,3
SSR	6,9	2,5	6,4	2,8	1,4	2,5	6,0
Celkem ČSSR	13,5	33,9	82,1	22,5	19,4	68,3	144,3
Území							Celkem 1963–1975
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	
ČSR	125,6	59,6	151,0	41,1	823,6	324,2	1880,6
SSR	6,5	2,2	12,8	2,2	9,9	4,0	66,1
Celkem ČSSR	132,1	61,8	163,8	43,3	833,5	328,3	1946,7

V období 1963–1975, kdy byl výskyt jednotlivých abiotických (i biotických) škodlivých činitelů každoročně podrobně sledován na podkladě hlášení o nahodilé těžbě (tiskopis L-116), se na celém území ČSSR po polomech námrazou vytěžilo 1,947 mil. m³ nahodilé těžby, z toho naprostá většina (1,881 mil m³, tj. 96,6 %) na území České socialistické republiky a jen nepatrné množství (66 000 m³) na území Slovenska. V Českých zemích představuje nahodilá těžba po námraze 7,5 % z objemu nahodilých těžeb, způsobených všemi abiotickými činiteli dohromady, na Slovensku 0,4 %. Běžné škody námrazou dosahují v ČSR každým rokem kolem 6600–75 700 m³ hroubí b. k.; tak tomu bylo ve většině roků sledovaného 13letého období. V letech se zvýšeným ohrožením lesů námrazou stoupla nahodilá těžba v ČSR na 125 600–151 000 m³ hroubí b. k. (v letech 1969, 1970 a 1972) a v letech s mimořádným výskytem námrazy (1974 a 1975) dosáhla nahodilá těžba až 824 000–

—324 000 m³ hroubí b. k. (tabulka IV).

V letech 1963–1975 se v ČSR objevily největší škody po polomech námrazou (tab. V). V tomto období se v Jihomoravském kraji vytěžilo celkem 1,055 mil. m³ hroubí b. k. nahodilé těžby způsobené námrazou, tj. 56 % veškeré kalamitní těžby po polomech námrazou v celé ČSSR. V tomto kraji dosahuje tedy nahodilá těžba po námraze víc jak třetinu celkové nahodilé těžby, způsobené v Jihomoravském kraji všemi škodlivými abiotickými činiteli dohromady. V ostatních krajích byly v letech 1963–1975 škody námrazou podstatně nižší.

Mezi námrazou nejvíce postižené lesní závody patří bezesporu Lesní závod Nové Město n. M. Během posledních 13 let (1963–1975) muselo být na tomto lesním závodě vytěženo přes 241 000 m³ nahodilé těžby po polomech námrazou (v průměru tedy 0,88 m³ na ha porostní plochy každým rokem), což představuje téměř 1/5 etátu těžby mýtní a předmýtní. Jen o málo nižší byla nahodilá

V. Nahodilá těžba po polomech námrazou v lesních porostech u jednotlivých podniků Státních lesů a lesů ostatních organizací v období 1963–1975

Podniky Státních lesů a ostatních organizací	Objem nahodilé těžby v letech 1963–1975	Procento z celkového objemu škod abiotických činitelů v období 1963–1975	Průměrná roční nahodilá těžba na 1 ha porostní plochy	Procento z etátu celkové těžby
	m ³	%	m ³ na ha	%
ČSR —				
Benešov	8 701	0,8	0,003	0,1
Č. Budějovice	151 613	6,3	0,033	0,7
Plzeň	155 437	3,4	0,032	0,8
Teplice	50 823	2,9	0,016	0,5
Hradec Králové	205 779	5,4	0,044	1,0
Brno	1 054 772	35,1	0,202	4,9
Krnov	210 060	3,1	0,042	0,7
MLVH — ČSR	1 837 185	7,9	0,060	1,4
Lesy MNO ¹⁾	31 278	2,3	(0,019)	(0,5)
Lesy ostatní	12 097	3,0	0,016	0,4
Celkem ČSR	1 880 560	7,5	0,056	1,3
SSR —				
Bratislava	12 471	5,2	0,003	0,1
Banská Bystrica	9 162	0,2	0,002	—
Žilina	4 638	0,1	0,001	—
Košice	5 995	0,1	0,001	—
Topoľčianky	30	0,2	—	—
TANAP	—	—	—	—
MLVH — SSR	32 296	0,2	0,001	0,1
Lesy MNO + ost.	33 817	1,5	0,024	0,6
Celkem SSR	66 113	0,4	0,003	0,1
Celkem lesy ČSSR	1 946 673	4,7	0,034	0,9

Poznámka: ¹⁾ jen pro období 1966–1975

těžba způsobená námrazou na Lesním závodě Třebíč (134 000 m³, tj. 0,71 m³ na ha ročně, 16,4 % etátu celkové těžby) a na lesních závodech Telč, Český Rudolec a Jemnice (s 0,48–0,43 m³ hroubí b. k. na 1 ha ročně a s 9–12 % etátu celkové těžby).

Na podkladě průměrné výše roční nahodilé těžby na 1 ha porostní plochy lesních závodů, počítané pro jednotlivé závody podle výše nahodilé těžby z období 1963–1975, lze vylíšit na území ČSSR celkem čtyři oblasti s různým stupněm postižení námrazovými polomy.

Stupeň postižení námrazou:

1. silný (s nahodilou těžbou vyšší než 0,201 m³ hroubí b. k. na 1 ha ročně),
2. střední (0,101–0,200 m³ na ha ročně),

3. slabý (0,011–0,100 m³ na ha ročně),
4. nepatrný (s méně než 0,010 m³ na ha ročně).

Do skupiny námrazou silně postižených lesních závodů v ČSR (tabulka VI) patří 11 lesních závodů, ve kterých dosahuje nahodilá těžba po polomech námrazou ročně víc než 0,201 m³ hroubí b. k. na 1 ha. Námraza tedy značně postihuje přes 203 000 ha porostní plochy, což představuje 7,9 % celkové rozlohy porostní plochy v ČSR. Podobně jako tomu bylo u silného ohrožení porostů větrem a sněhem, soustřeďuje se silné poškození lesních porostů námrazou hlavně do oblasti buko-smrkového a smrko-bukového vegetačního stupně, a to hlavně na horní hranici těchto vegetačních stupňů. V letech 1963–1975 dosáhla nahodilá těžba způsobená námrazou ve značně

VI. Rozloha lesů v ČSR s různým stupněm poškození námrazou v období 1963–1975

Postižení porostů	Prům. roční nahodilá těžba na 1 ha (meze) m ³	Počet LZ a organizací ¹⁾	Plocha porostů		Celkový objem nahodilé těžby na 1 ha m ³	Roční průměr nahodilé těžby na 1 ha m ³	Podíl nahodilé těžby z etátu celkové těžby %
			ha	%			
Silné	0,201 +	11	203 147	7,9	1 107 874	0,419	9,3
Střední	0,101 – 0,200	11	193 726	7,5	377 595	0,149	2,8
Slabé	0,011 – 0,100	50	893 986	34,8	348 936	0,030	0,7
Nepatrné	0,000 – 0,010	72	1 280 619	49,8	46 165	0,003	0,1
Celkem	—	144	2 571 478	100,0	1 880 560	0,056	1,3

Poznámka: ¹⁾ podle stavu v roce 1975

ohrožené oblasti výše 1108 m³ hroubí b. k., tj. 0,419 m³ hroubí na ha každým rokem; toto množství nahodilé těžby odpovídá 9,3 % etátu těžby mytní a předmytní.

Značné škody námrazou se v ČSSR objevují především v lesních závodech v oblasti Českomoravské vrchoviny, zejména v její jihovýchodní a východní části. K oblastem silně postižovaným námrazou patří dále horské partie Kralického Sněžníku, Orlických hor a Krušných hor. V těchto pohořích je silně ohrožení námrazou lokalizováno do poměrně úzce vymezených a přitom nepříliš rozlehlých území. Celé lesní závody jsou však v těchto oblastech postižovány námrazou (v počtu na 1 ha porostní plochy) zřetelně méně a patří tedy do středního, popř. slabého stupně postižení.

Do oblastí, jež je námrazou středně postižena, patří dalších 11 lesních závodů; na těchto závodech bylo v období 1963–1975 vytěženo 378 000 m³ nahodilé těžby po polomích námrazou, v průměru ročně 0,149 m³ hroubí b. k. na 1 ha porostní plochy. K oblastem námrazou středně postižovaným patří značná část území Českomoravské vrchoviny, dále území lesních závodů v oblasti Kralického Sněžníku a Hrubého Jeseníku, jež zachycují příliv vlhkého oceánského vzduchu ze severu a kromě toho i západní část Českého lesa, vystavená proudění tepleho a vlhkého oceánského vzduchu západních směrů.

V jednotlivých pohořích se škody námrazou vyskytují zpravidla jen v určitých výškových pásmech. Tak např. v Krušných horách se maximální škody námrazou vyskytují na jihovýchodních svazích v nadmořských výškách 650–

–900 m (Singer 1916), v Jizerských horách hlavně na severozápadních až severovýchodních svazích v nadmořské výšce 800–1000 m, v Orlických horách převážně na jihovýchodních svazích ve výšce 900–1000 m n. m., v oblasti Kralického Sněžníku na severozápadních až severovýchodních svazích ve výšce 1000–1250 m n. m. a v oblasti nejvíce postižované námrazou – na Českomoravské vrchovině – v nadmořské výšce 650–800 m hlavně, na svazích s jihovýchodní a východní expozicí (Kadlus 1967). Proměnlivost škodlivého působení námrazy co do nadmořské výšky a expozice podle jednotlivých pohoří zdůrazňoval již Döbele (1938). V polohách ležících pod uvedenými hranicemi působí námraza škody už ve značně menším rozsahu; v těchto polohách se velmi často objevuje mlha velké vodnosti.

Na výši škod námrazou v lesních porostech má velký vliv sama konfigurace terénu. Námraza ve zvýšené míře ohrožuje především nechráněné hlavní i boční horské hřbety a prudší svahy pohoří. Na návětrných svazích sestupují škody námrazou do mnohem nižších poloh než na svazích v závětrí. Rovněž na svazích nižších horských hřbetů sestupují škody námrazou níže než na svazích širších hmotnatějších hřbetů (Kadlus 1960). Na závětrných svazích, dále v horských sedlech a v údolích, stejně jako na svazích širších horských hřbetů mají škody způsobené námrazou mnohem mírnější ráz (Hess 1878, Kadlus 1960, 1967).

Většina lesních závodů na území ČSR však patří do oblastí, jež je námrazou postižována slabě až nepatrně nebo není postižována vůbec. Slabě až nepa-

trné škody námrazou se v ČSR objevují na převážné rozloze porostní plochy, tj. na 2,175 mil. ha, což představuje 84,6 % celkové rozlohy porostů v ČSR. Na většině území ČSR není tedy námraza činitelem, který by přímo ovlivňoval způsob hospodaření v lesích; ovšem za mimořádných okolností může čas od času dojít k větším škodám námrazou i na tomto území.

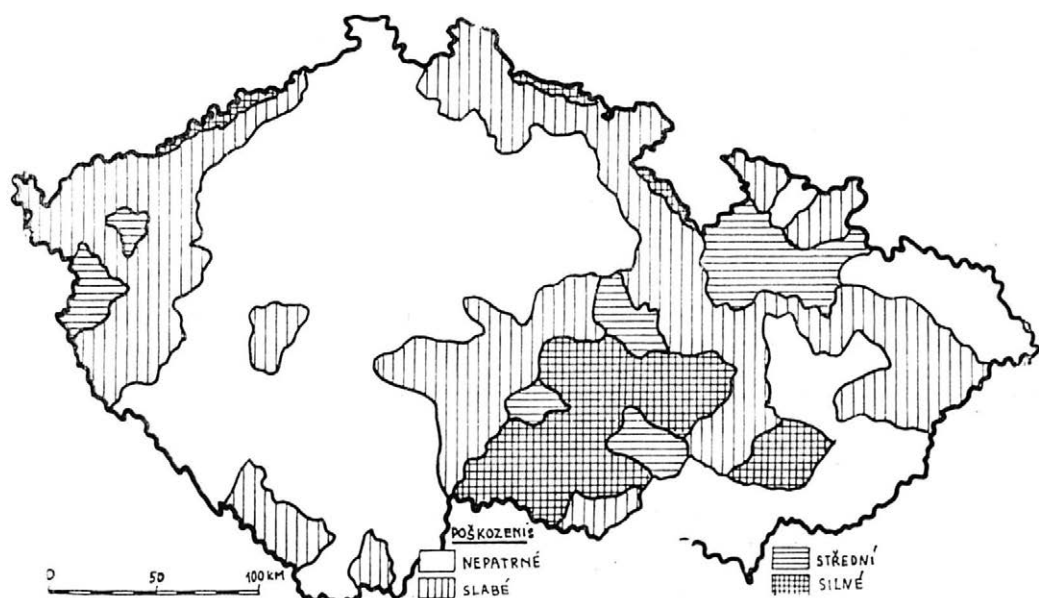
K hlavním opatřením, která z praktického hlediska přicházejí v úvahu ve smrkových porostech pěstovaných v polohách ohrožovaných námrazou, patří na prvním místě výsadba nízkého počtu kvalitních 4–5letých školkových sazenic na 1 ha (max. 2500 ks). Pro vypěstování těchto sazenic je nutno zajistit semena z vybraných stromů, které v průběhu svého života dokázaly závěsům námrazy úspěšně vzdorovat. Jsou to zpravidla jedinci s deskovitým typem zachování s kónicky utvářenými kmeny, s řidší, paraboloidní, ve stáří až sloupovitou korunou, se značně ohebnými větvemi prvního řádu, které se při zatížení námrazou přitisknou ke kmeni (Rubner 1936, 1941, Priehäuser 1958, Meyer 1959). Vůči námrazě se považují za zvlášť odolné smrky se špičatou korunou (Rubner 1936). V polohách ohrožovaných ná-

mrazou je tedy třeba zabránit tomu, aby se do porostů vysazovaly sazenice jiného než místního původu.

Dalším účinným opatřením, jež vede k určitému zmírnění škod námrazou v polohách ohrožovaných tímto škodlivým činitelem, je příměs buku, optimálně ve výši 20–30 % (max. 40 %); buk se ovšem musí uplatnit ve vyšších vzrůstových třídách (Kadlus 1975).

V polohách ohrožovaných námrazou se tedy smrkové porosty pěstují systematicky ve volném zápoji (nízký počet sazenic na ha, silné redukce počtu stromů při prořezávkách) tak, aby jedinci, kteří patří k nejvyšším stromovým třídám v porostě, měly od mládí dostatek prostoru pro vývin korun a kořenového systému.

Ke zmírnění škod námrazou ve smrkových porostech lze přispět i tím, že se omezí vytváření porostních stěn vystavených větrům přinášejícím námrazu; náseky se proto vedou souběžně se směrem těchto větrů. Při tom je však nutno brát ohled na bořivé a přepadavé větry. V polohách ohrožovaných námrazou je třeba se vyhnout vysloveně maloplošným formám obnovy (např. kotlíkům) a dále trvajícím prosvětlení porostů na větších rozlohách.



1. Lokalizace námrazových polomů v ČSR

Literatura

1. DÖBELE, E.: Beiträge zur Frage der Rauhreifbildung. Thar. forstl. Jahrbuch, 89, 1938, s. 424-435
2. FOJT, V.: Námraza. Met. zprávy, 12, 1959, s. 87-90
3. GÄBLER, H.: Forstschutz. Berlin (Akad.), 1963, 171 s.
4. HEGER, A.: Beeinflussung der Fichtenwirtschaft der Erzgebirgshochlagen durch Rauhreif — und Eisbruch. Thar. forst. Jahrbuch, 91, 1940, s. 139-202
5. HESS, R.: Der Forstschutz. Leipzig (Teubner), 1878, 699 s.
6. KADLUS, Z.: K otázce námrazy v Orlických horách. Práce VÚLHM, 18, 1960, s. 155-179
7. KADLUS, Z.: Vrcholový jev v Orlických horách. Opera corcontica, 4, 1967, s. 55-57
8. KADLUS, Z.: Námraza lesům škodí. Lesnická práce, 46, 1967, s. 77-79
9. KADLUS, Z.: Racionalizace preventivních opatření proti námraze. Sborník ref. z konf. „Racionalizace v ochraně lesů.“ 1975, 9 s.
10. MEYER, H.: Hochharzfichten für Ziele der Forstpflanzenzüchtung. Der Forst- u. Holzwirt, 14, 1959, s. 77-78
11. PAŘEZ, J. — PRUDIČ, Z.: Ohrožení stejnorodých a smíšených smrkových porostů škodlivými abiotickými činiteli ve vyšších (BKSM a SMBK) vegetačních stupních. 1977 Závěrečná zpráva. VÚLHM — Strnady, 99 s.
12. PATOČKA, J.: Komplexné smernice pre ochranu lesných kultúr. Realiz. výstup k úkolu C-16-331-013-05/06, 1975, 38 s.
13. PODZIMEK, J.: Fysika oblaků a srážek. Praha, 1959, 476 s.
14. PRIEHÄUSER, G.: Die Fichten-Variationen und Kombinationen des Bayer. Waldes nach phänotypischen Merkmalen mit Bestimmungsschlüssel. Forstwiss. Cblt. 77, 1958, s. 151-171.
15. PROCHÁZKA, J.: Pravděpodobnost výskytu povětrnostních jevů s destruktivními účinky na lesních porostech (ve výškách 700–900 m n. m.). Studie HMÚ, 1975, Praha
16. PROCHÁZKA, J.: Námrazy ve středních výškách ČSR. Meteor. zprávy, 29, 1976, s. 36-50
17. RUBNER, K.: Beitrag zur Kenntnis der Fichtenformen und Fichtenrassen. Thar. forstl. Jahrbuch, 87, 1936, s. 101-176
18. RUBNER, K.: III. Beitrag zur Kenntnis der Fichtenformen und Fichtenrassen. Thar. forstl. Jahrbuch, 92, 1941, s. 462-472
19. SINGER, J.: Über Rauhreif — oder Duftbruch im Erzgebirge. Cblt. f. d. ges. Forstwesen, 42, 1916, s. 161-177
20. Katalog povětrnostních situací pro území ČSSR. Hydrometeor. ústav, 1967, 94 s.

Ing. Jan Pařez, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště — Strnady, 255 01 Praha — Zbraslav

WOLF, R. — RAKUŠAN, C.: ČERNÁ ZVĚŘ. 1977, PRAHA

Po předmluvě a úvodu se autoři zabývají původem a vývojem prasatovitých. Vhodným doplňkem stručné charakteristiky a rozšíření jednotlivých druhů ve světě by byly údaje o počtu a struktuře chromozómů, pokud jsou již k dispozici, které by ovšem zajímaly jen část čtenářů. Ukazují však na vývojové souvislosti a křížení poddruhů prasete divokého v Evropě a křížení s prasetem domácím. V jednotlivých kapitolách se autoři dále zabývají rozšířením černé zvěře v Evropě a v ČSSR a jejím životním prostředím, popisem černé zvěře (10

podkapitol), její biologií a ekologií (6 podkapitol), nepřáteli černé zvěře, nemocemi (4 podkapitoly), mysliveckým hospodařením (6 podkapitol), péči o černou zvěř (5 podkapitol), černou zvěř v zajetí, škodami a možnostmi jejich omezování a předcházení včetně oceňování škod a ochrany proti nim, lovem (14 podkapitol), odhadem věku ulovené zvěře, odchytom černé zvěře, jejími vynikajícími trofejemi a hospodářským významem (v myslivosti, v zemědělské výrobě a v lesním hospodářství). Knihu vhodně doplňuje obsáhlý seznam literatury

a věcný rejstřík. Obsáhlejší souhrny jsou uvedeny v ruštině a němčině. Jednotlivé kapitole zpracovali společně Ing. R. Wolf a Ing. C. Rakušan, kapitolu o chorobách černé zvěře zpracoval MVDr. Z. Kolář, který napsal také podkapitulu o péči o zdraví zvěře a spolupracoval na kapitole o ošetření ulovené zvěře a zvěřiny.

Kniha poskytuje obsáhlý soubor poznatků o černé zvěři a je vynikající příručkou pro všechny myslivce, kteří mají o tuto zvěř zájem. Přes vysokou odbornost je psána přístupnou formou. Co je třeba vzlástě ocenit je etický přístup k lovu této zajímavé, lovecky tak náročné zvěře, jejíž stavy je nutno usměrňovat a podle potřeby a podmínek omezovat, ale nikoliv ji hubit nemysliveckým způsobem, jako je střelba na každou vzdálenost a za každé viditelnosti, jak se to poměrně dost často právě vzhledem k opatrnosti a bystrosti této zvěře a obtížím lovu i škodám někdy uplatňuje. Tento postup vede u tak bystré zvěře k ještě větší opatrnosti a lov se dále ztěžuje. Lze říci, že právě myslivecký a chovatelský způsob lovu je při důsledném dodržování mysliveckých zásad lovu právě nakonec nejúspěšnější.

Stejně je třeba ocenit chovatelský přístup, který je plně žádoucí alespoň ve větších lesních honitbách, kde je zvěř spíše užitečná než škodlivá, jak autoři správně uvádějí. Ve všech případech je žádoucí lovit přednostně letošáky a lončáky, a to nejslabší kusy nejdříve, jako je to samozřejmé u jiných druhů spárkaté zvěře. Dále je třeba dodržovat zákaz odstřelu bachyní v době jejich há-

jení s ohledem na vodící bachyně. Je však třeba upravovat poměr pohlaví, aby nedocházelo k nežádoucímu přemnožení, zejména odstřelem nevodící mladé samičí zvěře a bachyní po odstřelu, resp. vyspění selat, dále šetřením mladých, zdravých a dobře vyvinutých knourů, pokud možno do doby plné vyspělosti. Tento jinak žádoucí postup, již dříve zaváděný v NDR, bude ztěží plně uskutečnitelný tam, kde zvěř neúměrně škodí na poli a její lov je velmi obtížný. Autoři jsou si těchto problémů vědomi, jejich kniha jistě přispěje k prosazení všech základních chovatelských hledisek alespoň v honitbách, kde černá zvěř převážně neškodí, a těch nejdůležitějších i jinde.

Vzhledem k tomu, že příležitost vidět černou zvěř je poměrně řídká i tam, kde se pravidelně vyskytuje, je obtížné získat dostatek zkušeností pro odhad věku i určení pohlaví, což je v některých případech bezpečně téměř vyloučené i pro zkušeného lovce černé zvěře. Je proto velkou předností knihy, že uvádí dostatek podrobností a četná vyobrazení usnadňující myslivecký lov. Ve zmíněné důležité kapitole o biologii a ekologii je věnována značná pozornost také chování, etologii černé zvěře, u nás posud značně zanedbávané, což je rovněž předností knihy.

Důkladné a přístupné zpracování této monografie z ní činí v současné době neocenitelnou příručku pro všechny myslivce, kteří jsou chovateli zvěře a lovci ve všech honitbách, v nichž se černá zvěř častěji vyskytuje.

Ing. Jiří Kučera, CSc., Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha

Podepsáno k tisku 21. 4. 1980.

OBSAH

Bartuněk J.: Prognóza vývoje požadavků na složení lesní výroby sestavená metodou křížových interakcí	385
Houba A.: Růst borovice na některých půdách České křídové tabule	409
Tokár F.: Vztahy nadzemnej biomasy v produkčnom priestore zmiešaného porastu gaššana jedlého (<i>Castanea sativa</i> Mill.) a duba zimného (<i>Quercus petraea</i> Liebl.)	427
Páv J.: Invazní choroby muflona, jejich ekologicko-zdravotní závažnost a tlumení	441

Aktuality

Vorel J.: Odešel prof. RNDr. Ing. Alois Zlatník, DrSc.	449
Pařez J.: Lokalizace polomů způsobených námrazou na území ČSR	451
Kučera J.: Wolf R., Rakušan C.: Černá zvěř. 1977, Praha	458

Příloha

Matematické metody v lesnictví

Páv B.: Explikace a aplikace některých statistických testů v lesnictví nejvíce používaných (II. část)	1
---	---

СОДЕРЖАНИЕ

Бартушек Й.: Прогноз развития требований к составу лесного производства по методу перекрестных взаимодействий	406
Гоуба А.: Рост сосны на некоторых почвах Чешского мелового шита	424
Токар Ф.: Наземная биомасса в продукционном пространстве смешанного насаждения посевного каштана (<i>Castanea sativa</i> Mill.) и дуба зимнего (<i>Quercus petraea</i> Liebl.)	438
Пав Я.: Инвазийные заболевания муффона, их экологическо-санитарное значение и подавление	447

Новости

Ворел Я.: Ушел из жизни проф. ест. наук инж. Алоис Златник, д-р наук	449
Паржез Я.: Локализация повалов, вызываемых гололедом, на территории ЧСР	451
Кучера Й.: Вольф Р., Ракушан Ц.: Кабаны. 1977, Прага.. . . .	458

Приложение

Математические методы в лесном хозяйстве

Пав Б.: Экспликация и применение некоторых наиболее распространенных в лесном хозяйстве статистических тестов (II часть)	1
--	---

CONTENTS

Bartuněk J.: A Forecast of the Development of Requirements for the Structure of Forest Production Elaborated by the Method of Cross Interactions	406
Houba A.: Pine Growth on Some Soils of the Bohemian Cretaceous Table	424
Tokár F.: Relationships of the Aboveground Biomass in the Production Area of the Mixed Stand of Spanish Chestnut (<i>Castanea sativa</i> Mill.) and Durmast oak (<i>Quercus petraea</i> Liebl.)	439
Páv J.: Parasitic Diseases in Mouflon — their Role and Control in view of Ecology and Health	448

Topical News

Vorel J.: Professor RNDr. Ing. Alois Zlatník, DrSc. has Departed	449
Pařez J.: Localization of Ice-breaks in the Territory of the Czech Socialist Republic	451
Kučera J.: Wolf R., Rakušan C.: Wild Boars. 1977, Praha	458

Supplement

Mathematical Methods in Forestry

Páv B.: The Explication and Application of some Statistical Tests most Frequently Used in Forestry (Part II)	1
--	---

INHALT

Bartuněk J.: Eine mit Hilfe der Methode von Kreuzinteraktion zusammengestellte Prognose der Entwicklung von Anforderungen an die Zusammensetzung der forstlichen Produktion	406
---	-----

Houba A.: Kiefernwachstum auf einigen Böden der Böhmisches Kreidetafel	425
Tokár F.: Beziehungen der oberirdischen Biomasse im Produktionsraum eines Mischbestandes aus Edelkastanie (<i>Castanea sativa</i> Mill.) und Traubeneiche (<i>Quercus petraea</i> Liebl.)	439
Páv J.: Invasionskrankheiten des Muffelwildes, ihre ökologisch-gesundheitliche Gewichtigkeit und ihre Dämpfung	448

Aktualitäten

Vorel J.: Prof. RNDr. Ing. Alois Zlatník, DrSc. verstarb	449
Pařez J.: Lokalisation der durch den Rauhfrost verursachten Brüche auf dem Gebiet der ČSR	451
Kučera J.: Wolf R., Rakušan C.: Schwarzwild. 1977, Praha	458

Beilage

Mathematische Methoden in der Forstwirtschaft

Páv B.: Explikation und Applikation einiger statistischer Teste, die in der Forstwirtschaft am gebräuchtesten sind (II. Teil)	1
---	---

TABLE DES MATIÈRES

Bartuněk J.: La prognose du développement des exigences sur la composition de la production forestière établie en appliquant la méthode des interactions croisées	407
Houba A.: La croissance du pin sur certains sols de la table crétacée tchèque	425
Tokár F.: Les rapports de la biomasse aérienne dans l'espace de production du peuplement mélangé de châtaignier commun (<i>Castanea sativa</i> Mill.) et du chêne rouvre (<i>Quercus petraea</i> Liebl.)	440
Páv J.: Les maladies invasives du mouflon, leur gravité écologique et sanitaire et leur inhibition	An 448

Actualités

Vorel J.: In memoriam RNDr. Ing. Alois Zlatník, DrSc.	449
Pařez J.: Localisation des bris de neige sur le territoire de la République Socialiste Tchèque	451
Kučera J.: Wolf R., Rakušan G.: Les bêtes noires. 1977, Prague	458

Annexe

Les méthodes mathématiques dans la sylviculture

Páv B.: L'explication et l'application de certains tests statistiques les plus utilisés en sylviculture (II ^e partie)	1
--	---

LESNICTVÍ č. 6/1980

je tematicky zaměřeno na vývoj a současné úkoly lesnické ergonomie:

- Čermák K. R.: Exergie při těžbě borovice a buku
 Slonek L.: Ergonomický výzkum mýtních těžeb jehličnanů stromovou metodou s odvětvovacím a sklízecím strojem Volvo 900
 Petříček V.: K problematice přenosu vibrací systémem ruka — paže obsluhy stroje
 Petr J.: Exergie dvoučlených posádek při montáži a provozu vyklizovacích lanovek v předmýtních porostech
 Sláma O.: Psychická náročnost některých profesí v lesním hospodářství
 Stolařík R., Joachimsthaler J., Taušlová S.: Orto a klinostatická reakce u lesních dělníků různých somatotypů

Aktuality

- Čermák K. R.: Pracovní prostředí lesního dělníka
 Sláma O.: VII. světový kongres mezinárodní ergonomické asociace (IEA). Mezinárodní seminář o bezpečnosti práce v lesnictví. Symposium specialistů z lesnické ergonomie států RVHP a Finské republiky

Lesnictví č. 6/1980 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: Explikace a aplikace některých statistických testů v lesnictví nejvíce používaných (II. část)

PŘÍLOHA LESNICTVÍ 26 (LIII), 1980, Č. 5

V předchozím článku jsme se zabývali testováním souhlasnosti hypotetického a výběrového rozložení pomocí χ^2 -testu a D -testu za předpokladu znalosti parametrů teoretického rozložení. Dnes budeme ve výkladu dalších aplikací χ^2 -testu pokračovat.

1.3. TESTOVÁNÍ SOUHLASNOSTI HYPOTETICKÉHO A VÝBĚROVÉHO ROZLOŽENÍ NEJSOU-LI ZNÁMY PARAMETRY TEORETICKÉHO ROZLOŽENÍ

Dosud jsme při testech shody rozložení uvažovali hypotézy, které teoretické rozložení naprosto specifikovaly. To znamená, že se učinil určitý předpoklad nejen o jeho typu, např. rozložení četností je normální, nýbrž i o jeho parametrech, např. o průměru a rozptylu u normálního rozložení (viz příklady 1.2 a 1.3). V praxi však velmi zřídka můžeme učinit takovouto úplnou specifikaci teoretického rozložení. Daleko častěji nemůžeme o parametrech rozložení nic bližšího říci a odhadujeme je z výběru. Hypotézou určujeme pouze charakter rozložení.

Nahrazení parametrů charakteristikami pořízenými z výběru, na jehož základě verifikujeme hypotézu o rozložení základního souboru, nutně musí vést k lepší přiléhavosti empirického materiálu k teoretické funkci. Čím větší počet parametrů budeme odhadovat, tím lepší dosáhneme shody mezi výběrovým a hypotetickým rozložením. Proto musíme být v tomto případě opatrní při aplikaci χ^2 -testu.

R. A. Fisher (1924) modifikoval χ^2 -test pro případ, kdy parametry teoretického rozložení nahrazujeme výběrovými charakteristikami. Potom též pravděpodobnosti p_i jsou nahrazovány přibližnými hodnotami $\hat{p}_i$, jež jsou ve smyslu odhadu parametrů funkcemi výběrových dat.

Nahradíme-li na příklad při testu normality rozložení parametry ξ a σ^2 výběrovými charakteristikami $\bar{x}$ a s^2 , budou přibližné hodnoty pravděpodobnosti $\hat{p}_i$ dány výrazem

$$\hat{p}_i = \frac{1}{s \sqrt{2\pi}} \int_{\Delta_i} e^{-\frac{(x - \bar{x})^2}{2s^2}} dx,$$

kde Δ_i je délka i -tého třídního intervalu.

Podobně jako při známých přesných pravděpodobnostech p_i definujeme si též v případě jejich aproximace hodnotou $\hat{p}_i$ kritérium

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n\hat{p}_i)^2}{n\hat{p}_i} \quad (k = \text{počet tříd}), \quad (1.15)$$

pomocí něhož budeme také nyní rozhodovat o shodě mezi teoretickým a empirickým rozložením.

Poslední vzorec si upravíme na počtářsky výhodnější tvar

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n_i^2}{n\hat{p}_i} - n, \quad (1.16)$$

neboť vzhledem k relaci $\sum_{i=1}^k n_i = n$ a vztahu

$$\sum_{i=1}^k \hat{p}_i = 1,$$

můžeme psát

$$\sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n\hat{p}_i)^2}{n\hat{p}_i} = \sum_{i=1}^k \frac{n_i^2}{n\hat{p}_i} - 2 \sum_{i=1}^k n_i \frac{n\hat{p}_i}{n\hat{p}_i} + \sum_{i=1}^k \frac{(n\hat{p}_i)^2}{n\hat{p}_i} = \sum_{i=1}^k \frac{n_i^2}{n\hat{p}_i} - 2n + n.$$

R. A. Fisher dokázal, že veličina χ^2 , definovaná výrazem (1.15), resp. (1.16), má přibližně χ^2 -rozložení s počtem stupňů volnosti $m = k - c - 1$, kde c je počet odhadnutých parametrů.

Postup při testování normality rozložení

Máme-li testovat hypotézu o normalitě rozložení nějaké náhodné proměnné a porídíme-li si odhady neznámého průměru a rozptylu ($c = 2$) z výběru roztržiděného do k skupin, pomocí něhož chceme verifikovat náš předpoklad, vypočteme si kritérium χ^2 podle (1.16) a srovnáme s tabelovanou 100 α procentní hodnotou odpovídající $m = k - 2 - 1 = k - 3$ stupňům volnosti. Rozhodování provádíme takto:

Překročí-li vypočtená hodnota kritéria hodnotu tabelovanou, hypotézu zamítneme, v opačném případě ji přijmeme.

Příklad 1.4. Aby se verifikovalo, zda rozložení výšek v jistém borovém porostu lze pokládat za normální, byla pečlivě změřena výška 377 kmenů. V tabulce 1.4 jsou shrnuty výsledky měření do 21 tříd po 1 m (sloupec 2) s příslušnou četností (sloupec 3).

Ověření hypotézy bylo provedeno na základě modifikovaného vzorce (1.16) pro χ^2 . Nejdříve však bylo třeba vypočíst odhady parametrů ξ a σ^2 , tj. vypočíst charakteristiky $\bar{x}$ a s^2 . Za tím účelem zavedeme transformaci

$$v_i = \frac{x_i - x_0}{\Delta},$$

1.4. Tabulka pro test normality rozložení výšek kmenů v borovém porostu při neznámých parametrech ξ a σ^2

Poř.	Třídní intervaly		n_i	v_i	$v_i n_i$	$v_i^2 n_i$	u_i	$\Phi(u_i)$	p_i	np_i	$\frac{n^2 i}{np_i}$
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		7,5	10	-9	- 90	810	-1,67	0,0475	0,0475	18	5,556
2	7,5	8,5	17	-8	-136	1 088	-1,49	0,0681	0,0206	8	36,125
3	8,5	9,5	16	-7	-112	784	-1,31	0,0951	0,0270	10	25,600
4	9,5	10,5	20	-6	-120	720	-1,13	0,1292	0,0341	13	30,169
5	10,5	11,5	18	-5	- 90	450	-0,95	0,1711	0,0419	16	20,250
6	11,5	12,5	15	-4	- 60	240	-0,77	0,2206	0,0495	19	11,842
7	12,5	13,5	19	-3	- 57	171	-0,60	0,2743	0,0537	20	18,050
8	13,5	14,5	27	-2	- 54	108	-0,42	0,3372	0,0629	24	30,375
9	14,5	15,5	26	-1	- 26	26	-0,24	0,4052	0,0680	26	26,000
10	15,5	16,5	23	0	0	0	-0,06	0,4761	0,0709	27	19,593
11	16,5	17,5	19	1	19	19	0,12	0,5478	0,0717	27	13,370
12	17,5	18,5	14	2	28	56	0,30	0,6179	0,0701	26	7,538
13	18,5	19,5	18	3	54	162	0,48	0,6844	0,0665	25	12,960
14	19,5	20,5	23	4	92	368	0,66	0,7454	0,0610	23	23,000
15	20,5	21,5	16	5	80	400	0,83	0,7967	0,0513	19	13,474
16	21,5	22,5	14	6	84	504	1,01	0,8438	0,0471	18	10,889
17	22,5	23,5	20	7	140	980	1,19	0,8830	0,0392	15	26,667
18	23,5	24,5	26	8	208	1 664	1,37	0,9147	0,0317	12	56,333
19	24,5	25,5	16	9	144	1 296	1,55	0,9394	0,0247	9	28,444
20	25,5	26,5	11	10	110	1 100	1,73	0,9582	0,0188	7	17,286
21	26,5	27,5	9	11	99	1 089	—	1,0000	0,0418	15	5,400
			377		313	12 035			1,0000	377	438,921

kde x_i je střed intervalu, x_0 je konstanta (v našem případě $x_0 = 16$) a Δ je délka třídního intervalu (pro náš případ $\Delta = 1$). Hodnoty v_i jsou uvedeny ve sloupci 4 tabulky 1.4. V dalších sloupcích 5 a 6 téže tabulky jsou obsaženy výpočty pro pomocný průměr $\bar{v}$ a směrodatnou odchylku s_v . Numerická hodnota $\bar{v}$ je

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k v_i n_i = 0,83,$$

podobně hodnota

$$s_v = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k v_i^2 n_i - \bar{v}^2} = 5,596.$$

Lineární transformací horních mezí

$$u_i = \frac{H_{xi} - \bar{x}}{s}$$

převedeme aproximativně normální rozložení na aproximativně standardizované.

Abychom pro výpočet hodnot u_i mohli použít výše definovaných, pracovních pohodlnějších, hodnot v_i (uvedených se sloupci 4 zmíněné tabulky) a pomocí nich vypočtených charakteristik $\bar{v}$ a s_v , je třeba si uvědomit, že s výjimkou posledního intervalu platí při ekvidistančních třídních intervalech tento vztah mezi středem intervalu a horní mezí:

$$H_{xi} = x_i + \frac{\Delta}{2}$$

Dosadíme-li tento vztah do vzorce pro u_i a za x_i dosadíme relaci

$$x_i = v_i \Delta + x_0$$

vyplývající z inverze výše uvedené formule pro v_i , dále průměr $\bar{x}$ a směrodatnou odchylku s nahradíme vztahy

$$\bar{x} = \bar{v} \Delta + x_0 \text{ a } s = \Delta s_v,$$

dostaneme

$$u_i = \frac{v_i + \frac{1}{2} - \bar{v}}{s_v}.$$

Hodnoty u_i jsou uvedeny ve sloupci 7.

Hodnota u_1 je

$$u_1 = \frac{-9 + \frac{1}{2} - 0,83}{5,596} = -1,67,$$

podobně

$$u_2 = \frac{-8 + \frac{1}{2} - 0,83}{5,596} = -1,49$$

atd. až poslední hodnota je

$$u_{21} = +\infty.$$

Ve sloupci 8 jsou hodnoty standardizovaného normálního rozložení $\Phi(u_i)$.

Postupným odčítáním hodnot $\Phi(u_i)$ dostaneme pravděpodobnosti $\hat{p}_i$, jež jsou uvedeny v 9. sloupci naší tabulky.

Vynásobením hodnot $\hat{p}_i$ počtem pozorování $n = 377$ dostaneme očekávané (teoretické) četnosti $n\hat{p}_i$, jež jsou uvedeny v 10. sloupci.

V posledním 11. sloupci téže tabulky jsou obsaženy podíly čtverců empirických četností a četností teoretických.

Součet posledního sloupce po odečtení počtu pozorování n nám dává hodnotu kritéria χ^2 , která je

$$\chi^2 = 61,9.$$

Vzhledem k této vysoké hodnotě nemůžeme hypotézu H : výšky kmenů v borovém porostu mají normální rozložení na základě našich měření přijmout, neboť i při 1% hladině významnosti je teoretická hodnota χ_{α}^2 pro $m = k - c - 1 = 21 - 2 - 1 = 18$ (počet tříd je $k = 21$ a počet odhadnutých parametrů je $c = 2$) daleko menší než námi vypočtená hodnota, tj.

$$\chi_{0,01}^2 = 34,8 < 62,5.$$

Výsledek testu se shoduje se známým faktem, že rozložení výšek bývá pravostranně asymetrické.

1.4. χ^2 -TEST JAKO TEST NEZÁVISLOSTI

V praxi se často setkáváme s problémem ověřit si, zda určité dva znaky spolu souvisí, jeden zapříčiňuje druhý — na sobě závisí. Chceme si např. verifikovat, zda délka stonku sazenice závisí na tloušťce krčku nebo zda na sobě závisí zdravotní stav kmene a jeho postavení v porostu, počet stromů na 1 ha a střední porostní kmen, klimatické podmínky a přírůstavost, zapříčiňuje-li jeden morfologický znak stromu jiný, souvisí-li intenzivnější růst sazenice s hnojením atd. Označíme-li obecně jeden znak symbolem A a druhý symbolem B , můžeme problém převést na verifikaci hypotézy H , kterou budeme formulovat jako

H : Znak A a znak B jsou vzájemně nezávislé (1.17)

a již buď přijmeme, nebo zamítneme.

V uvedeném smyslu bude například v případě zjišťování závislosti délky stonku a tloušťky krčku sazenice testovaná hypotéza H znít:

H : Délka stonku a tloušťka krčku jsou navzájem nezávislé.

Nyní předpokládejme, že znak A může nabývat obecně k_1 hodnot a znak B hodnot k_2 . Dále vezmeme náhodný výběr rozsahu n , pomocí něhož hypotézu o nezávislosti znaků A a B chceme verifikovat a jeho prvky roztrídíme podle znaku A do k_1 skupin a v rámci těchto skupin ještě podle znaku B do k_2 dalších skupin. Výsledky zapíšeme do dvojrozměrné tabulky 1.5, která bude mít celkem $k_1 \times k_2$ políček, přičemž n_{ij} bude značit

1.5. Tabulka pro test nezávislosti znaku A a znaku B

A	B	B_1	B_2	$\dots$	B_j	$\dots$	B_{k_2}	Celkem
A_1		n_{11}	n_{12}	$\dots$	n_{1j}	$\dots$	n_{1k_2}	$n_{1\cdot}$
A_2		n_{21}	n_{22}	$\dots$	n_{2j}	$\dots$	n_{2k_2}	$n_{2\cdot}$
$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$	$\vdots$
A_i		n_{i1}	n_{i2}	$\dots$	n_{ij}	$\dots$	n_{ik_2}	$n_{i\cdot}$
$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$	$\vdots$
A_{k_1}		n_{k_11}	n_{k_12}	$\dots$	n_{k_1j}	$\dots$	$n_{k_1k_2}$	$n_{k_1\cdot}$
Celkem		$n_{\cdot 1}$	$n_{\cdot 2}$	$\dots$	$n_{\cdot j}$	$\dots$	$n_{\cdot k_2}$	n

četnost skupiny v i -tém řádku a j -tém sloupci, tj. počet prvků, u nichž znak A nabyl hodnoty A_i a současně znak B hodnoty B_j .

Sečteme-li četnosti n_{ij} všech skupin, na něž se nám výběr rozpadl, dostaneme opět původní rozsah výběru n neboli platí

$$\sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} n_{ij} = n. \quad (1.18)$$

Symbol n_i bude značit marginální četnost i -tého řádku, tj. počet prvků, u nichž znak A nabyl hodnoty A_i (bez ohledu na znak B). Jelikož jde o součet všech prvků v i -tém řádku, bude platit, že marginální četnost n_i se rovná součtu dílčích četností v řádku i , tj. četností $n_{i1}, n_{i2}, \dots, n_{ik_2}$ neboli platí

$$n_i = \sum_{j=1}^{k_2} n_{ij}. \quad (1.19)$$

Marginální četnosti n_i ($i = 1, 2, \dots, k_1$) vyhovují relaci

$$\sum_{i=1}^{k_1} n_i = n, \quad (1.20)$$

neboť vzhledem k (1.18) a (1.19) je

$$\sum_{i=1}^{k_1} n_i = \sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} n_{ij} = n.$$

Podobně znakem $n_{\cdot j}$ značíme marginální četnost j -tého sloupce, tj. počet prvků, u nichž znak B nabyl hodnoty B_j (bez ohledu na znak A) neboli marginální četnost j -tého sloupce je rovna součtu

$$n_{\cdot j} = \sum_{i=1}^{k_1} n_{ij}.$$

Analogicky jako u marginální četnosti řádkové lze dokázat, že platí

$$\sum_{j=1}^{k_2} n_{.j} = n. \quad (1.21)$$

Znaky A i B mohou být kvalitativními i kvantitativními. Minimální počet všech skupin dostaneme v případě, kdy $k_1 = k_2 = 2$. Tento případ nám např. nastane, když u prvků zjišťujeme pouze přítomnost nebo nepřítomnost obou znaků (viz příklad 1.5).

Pro jednoduchost jev, že u náhodně vybraného prvku znak A nabude hodnoty A_i , označíme (A_i) , podobně jev, že znak B nabude hodnoty B_j , označíme jako (B_j) . Dále ještě zavedeme symbol $(A_i B_j)$ pro jev, že znak A nabude i -té hodnoty a současně znak B j -té hodnoty.

Pravděpodobnost jevu $(A_i B_j)$ budeme stručně psát jako $P(A_i B_j) = p_{ij}$ ($i = 1, 2, \dots, k_1; j = 1, 2, \dots, k_2$).

Jestliže pravděpodobnosti p_{ij} budou hypoteticky specifikovány, bylo by možno na základě náhodného výběru roztržiděného podle tabulky 1.5 testovat hypotézu

$$H: P(A_i B_j) = p_{ij} \quad (\text{pro } i = 1, 2, \dots, k_1 \quad (1.22) \\ \text{a } j = 1, 2, \dots, k_2).$$

O pravděpodobnostech daných hypotézou (1.22) platí

$$\sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} P(A_i B_j) = \sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} p_{ij} = 1,$$

protože jde o součet pravděpodobností vyčerpávající množiny vzájemně disjunktních jevů $(A_i B_j)$.

Hypotéza (1.22) se ověří pomocí kritéria χ^2 , jež v modifikované formě bude

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} \frac{(n_{ij} - np_{ij})^2}{np_{ij}}, \quad (1.23)$$

kde n_{ij} jsou empirické četnosti dosazené z tabulky 1.5 a np_{ij} teoretické četnosti vzhledem k hypotéze (1.22). Veličině χ^2 bude odpovídat $m = (k_1 k_2 - 1)$ stupňů volnosti.

Jsou-li dva jevy U a V na sobě stochasticky nezávislé, platí o nich relace

$$P(UV) = P(U) P(V).$$

Jsou-li tedy uvažované dva znaky A a B na sobě nezávislé, musí platit pro všechna i a j

$$P(A_i B_j) = P(A_i) P(B_j).$$

Stručněji budeme psát

$$p_{ij} = p_{i.} \cdot p_{.j}, \quad (1.24)$$

označíme-li

$$P(A_i) = p_{i.} \text{ a } P(B_j) = p_{.j},$$

přičemž platí

$$\sum_{i=1}^{k_1} P(A_i) = \sum_{i=1}^{k_1} p_{i.} = 1 \quad \text{a} \quad \sum_{j=1}^{k_2} P(B_j) = \sum_{j=1}^{k_2} p_{.j} = 1.$$

(Jevy $A_1, A_2, \dots, A_{k_1}$ a podobně $B_1, B_2, \dots, B_{k_2}$ tvoří vyčerpávající množinu vzájemně disjunktních jevů.)

Pravděpodobnosti $p_{i.}$ a $p_{.j}$ nahradíme jejich výběrovými odhady, které budou dány korespondujícími relativními četnostmi, tj. budeme uvažovat přibližné relace

$$p_{i.} \approx \frac{n_{i.}}{n} \quad \text{a} \quad p_{.j} \approx \frac{n_{.j}}{n}.$$

Potom pravděpodobnost p_{ij} , pro niž platí relace (1.24) bude vzhledem k hypotéze (1.17) přibližně rovna výrazu

$$p_{ij} \approx \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n^2}. \quad (1.25)$$

Dosadíme-li aproximativní výraz (1.25) do vzorce (1.23), dostaneme

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} \frac{\left(n_{ij} - \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n}\right)^2}{\frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n}}. \quad (1.26)$$

Veličina χ^2 , definovaná výrazem (1.26), má přibližně opět χ^2 – rozložení s počtem stupňů volnosti $m = k_1 k_2 - (k_1 + k_2 - 1)$.

Ve speciálním případě pro $k_1 = k_2 = 2$ bude mít uvažované kritérium po roznáso-bení následující jednoduchý tvar

$$\chi^2 = \frac{n(n_{11} n_{22} - n_{12} n_{21})^2}{n_{1.} \cdot n_{2.} \cdot n_{.1} \cdot n_{.2}}, \quad (1.27)$$

přičemž počet stupňů volnosti $m = (k_1 - 1)(k_2 - 1) = 1$.

Pro zjednodušení početních prací lze ještě vzorec (1.26) za použití vztahů (1.18), (1.20) a (1.21) upravit takto:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} \frac{\left(n_{ij} - \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n}\right)^2}{\frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n}} = \\ &= n \left[\sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} \frac{n_{ij}^2}{n_{i.} \cdot n_{.j}} - \frac{2}{n} \sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} n_{ij} \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n_{i.} \cdot n_{.j}} + \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} \frac{(n_{i.} \cdot n_{.j})^2}{n_{i.} \cdot n_{.j}} \right] = \\ &= n \left(\sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} \frac{n_{ij}^2}{n_{i.} \cdot n_{.j}} - 2 + 1 \right). \end{aligned}$$

Potom vzorec (1.26) přechází na jednodušší tvar

$$\chi^2 = n \left(\sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} \frac{n_{ij}^2}{n_{i.} \cdot n_{.j}} - 1 \right), \quad (1.28)$$

který má, jak jsme se zmínili, přibližně χ^2 -rozložení s počtem stupňů volnosti $m = (k_1 - 1)(k_2 - 1)$.

Při testování hypotézy o nezávislosti bude se postupovat analogicky jako v předchozích případech.

Postup při testování

Bude-li vypočtená hodnota χ^2 , daná výrazem (1.26) nebo ve zjednodušené formě (1.28), větší než tabelovaná 100α procentní hodnota, příslušející $m = (k_1 - 1)(k_2 - 1)$ stupňům volnosti, hypotézu (1.17) zamítneme, v opačném případě ji přijmeme, neboť logicky budeme očekávat — v případě platnosti hypotézy o nezávislosti — malé difference $(n_{ij} - n_{i.} \cdot n_{.j} / n)$, tudíž i malé hodnoty χ^2 .

Příklad 1.5. Z hlediska probírek se zkoumala závislost zdravotního stavu kmene a jeho koruny. Na smrkové pokusné ploše, k tomu účelu vytyčené, byly roztrženy stromy vzhledem ke zdravotnímu stavu podle určitých kritérií do dvou skupin, a to na kmeny se zdravotním stavem dobrým a se zdravotním stavem nedostatečným. Současně byly roztrženy do dvou skupin i z hlediska koruny, a to na stromy se špatnou a vhodnou korunou.

1.6. Tabulka pro test nezávislosti zdravotního stavu kmene a koruny

Koruna	Vhodná	Špatná	$n_{i.}$
Zdrav. stav			
Dobrý	528	112	640
Nedostatečný	6	27	33
$n_{.j}$	534	139	673

Pro výpočet χ^2 -kritéria při $k_1 = k_2 = 2$ [viz (1.27)] sestavíme si dvou-rozměrnou tabulku (tab. 1.6), která bude mít ve směru horizontálním i vertikálním po dvou polích. V rádcích je uveden zdravotní stav kmene a ve sloupcích stav koruny.

ny. V posledním sloupci a řádce jsou uvedeny marginální četnosti $n_{i.}$ a $n_{.j}$.

Numerická hodnota χ^2 -kritéria je

$$\chi^2 = \frac{673(528 \cdot 27 - 112 \cdot 6)^2}{640 \cdot 33 \cdot 534 \cdot 139} = 7,922.$$

V tabulkách χ^2 -rozložení (Janko 1958) nacházíme při $m = (2 - 1) \cdot (2 - 1) = 1$ stupni volnosti ještě pro půlprocentní hladinu významnosti hodnotu

$$\chi^2_{0,005} = 7,88,$$

která je menší než hodnota vypočtená. Lze tudíž učinit tento závěr:

Testovanou hypotézu

H : zdravotní stav a koruna kmene na sobě nezávisí
na základě výsledků daného empirického materiálu zamítáme a přijímáme opačnou hypotézu

H : zdravotní stav a koruna kmene jsou na sobě závislé.

1.7. Tabulka testu nezávislosti výčetní tloušťky a postavení kmene v porostu

Postavení stromu podle KRAFTA	1	2	3	4	5	$n_{i.}$	$\frac{1}{n_{i.}} \sum_{j=1}^{k_1} \frac{n_{ij}}{n_{.j}}$
Výčetní tloušťka							
9			53 4,6739	101 37,7815	122 87,5529	276	0,4710
10; 12		12 0,2202	255 108,1947	128 60,6815	33 6,4059	428	0,4100
13; 15		197 59,3410	246 100,6922	36 4,8000	15 1,3235	494	0,3363
16; 18		302 139,4556	42 2,9351	5 0,0926		349	0,4083
19; 21	52 17,5584	138 29,1193	5 0,0416			195	0,2396
22; 24	75 36,5260	5 0,0382				80	0,4570
25	27 4,7338					27	0,1753
$n_{.j}$	154	654	601	270	170	1849	2,4975

Příklad 1.6. Z těchto důvodů jako v příkladu 1.5, tj. z hlediska probírkových zásahů, zkoumal se na téže pokusné ploše vztah mezi výčetní tloušťkou a postavením kmene v porostu. Postavení kmene bylo klasifikováno podle Kraftovy stupnice, jež má celkem 5 stupňů. Výčetní tloušťky byly roztrženy po 3 cm.

Pro ověření závislosti mezi uvažovanými veličinami byla vypočtena hodnota kritéria χ^2 podle pracovního vzorce (1.28) a na základě dvourozměrné tabulky (tab. 1.7). V řádcích tabulky je uvedena výčetní tloušťka a ve sloupcích postavení stromu v porostu podle Kraftovy klasifikace. Řádky jsou rozděleny na další 2 pomyslná pole, v nichž jsou obsaženy mimo četnosti n_{ij} (nahore) ještě pomocné výpočty $n_{ij}^2/n_{.j}$ (dole). Marginální četnosti $n_{.j}$ a $n_{i.}$ jsou uvedeny ve sloupci a řádku, které následují po silném orámování. V dalším sloupci jsou obsaženy hodnoty

$$\frac{1}{n_{i.}} \sum_{j=1}^{k_2} \frac{n_{ij}^2}{n_{.j}},$$

jejichž součet zmenšený o jedničku a vynásobený celkovým počtem pozorování $n = 1849$ nám dá hodnotu χ^2 -kritéria

$$\chi^2 = 2769,$$

která vysoko převyšuje všechny tabelované hodnoty χ^2_{α} při $m = (k_1 - 1)(k_2 - 1) = 6 \cdot 4 = 24$ stupňů volnosti.

Pro tuto vysoce významnou hodnotu lze u smrku usuzovat na velmi značnou závislost výčetní tloušťky na postavení kmene v porostu.

1.5. χ^2 -TEST JAKO TEST SHODY MEZI HYPOTETICKÝM A VÝBĚROVÝM ROZPTYLEM

V praxi se někdy setkáváme s problémem usuzovat na základě náhodného výběru o rozptylu základního souboru — jako míry měnlivosti znaku — v porovnání s předpokládanou jeho hodnotou. Chceme objektivně rozhodnout, zda se výběrový rozptyl významně neodchyluje od hypotetické hodnoty, tj. zda vzhledem k informaci, kterou nám náhodný výběr poskytuje, máme hypotézu o rozptylu přijmout nebo zamítnout.

Jako nestranného odhadu parametru σ^2 používáme charakteristiku vypočtenou z výběru rozsahu n

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (1.29)$$

Rozhodování o správnosti nebo nesprávnosti hypotézy opřeme o srovnání výběrové charakteristiky s^2 , danou vzorcem (1.29), s hypotetickou hodnotou parametru σ^2 . Logickým kritériem pro takovéto srovnání může být podíl

$$\frac{s^2}{\sigma^2}. \quad (1.30)$$

Bude-li hypotéza o velikosti rozptylu správná, budeme očekávat, že hodnota podílu (1.30) se bude pohybovat kolem 1. Naopak velké hodnoty podílu (větší než 1) nebo malé

hodnoty (menší než 1) budou vzbuzovat podezření, že se hypotetický rozptyl neshoduje se skutečností.

Abychom závěry učiněné na základě podílu (1.30) mohli přesně formulovat ve smyslu pravděpodobnosti, musíme znát rozložení podílu. Všimněme si samotné jeho struktury. Dosadíme-li za s^2 [viz (1.29)], dostaneme

$$\frac{s^2}{\sigma^2} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{\sigma^2} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \right)^2.$$

Součet čtverců

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \right)^2$$

má χ^2 -rozložení s počtem stupňů volnosti $m = n - 1$ (důkaz viz např. Hald 1952). Vynásobíme-li tedy uvažovaný podíl číslem $(n - 1)$, dostaneme nové kritérium

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2},$$

jež bude mít známé a tabelované rozložení χ^2 s $(n - 1)$ stupni volnosti, na jehož základě budeme moci dělat objektivní závěry o hypotetické hodnotě σ^2 .

Nejdříve se budeme zabývat testy hypotéz o rozptylu při jednostranných alternativních hypotézách. To znamená, že budeme ověřovat hypotézu:

Rozptyl základního souboru je roven dané hodnotě σ_o^2 , tj.

$$\bar{H}: \sigma^2 = \sigma_o^2, \quad (1.31)$$

oproti alternativě, že

1. buď rozptyl σ^2 je větší než jeho hypotetická hodnota σ_o^2 , symbolicky

$$\bar{H}: \sigma^2 > \sigma_o^2, \quad (1.32)$$

příčemž případ $\sigma^2 < \sigma_o^2$ považujeme za nemožný nebo prakticky nedůležitý,

2. nebo rozptyl σ^2 je menší než předpokládaná hodnota σ_o^2 , symbolicky

$$\bar{H}: \sigma^2 < \sigma_o^2, \quad (1.33)$$

příčemž vylučujeme případ $\sigma^2 > \sigma_o^2$.

Na konec se budeme zabývat testem hypotézy (1.31) proti oboustranné alternativní hypotéze

$$\bar{H}: \sigma^2 \neq \sigma_o^2. \quad (1.34)$$

Příklad 1.7. Při kontrole plnění plánu těžby dřeva posuzovala se i rovnoměrnost plnění plánu. Jako ukazatele rovnoměrnosti bylo použito rozptylu. Sledována byla denní výkonnost v m^3 jednotlivých těžebních skupin a měsíčně bylo prováděno vyhodnocování.

Zároveň bylo dbáno, aby všechny skupiny pracovaly za přibližně stejných podmínek. Až do jisté doby byl rozptyl denní výkonnosti všech skupin přibližně stejný a pohyboval se okolo hodnoty 9. Následující měsíc bylo zjištěno, že rozptyl denní výkonnosti jedné pracovní skupiny při 26 pracovních dnech činil asi 17 oproti obvyklé hodnotě 9. Dříve než se hledala příčina, bylo statisticky ověřeno, zda odchylka od standardu je skutečně významná a nelze-li ji přisuzovat náhodným okolnostem.

Testována byla hypotéza, že rozptyl uvažované těžební skupiny je roven v podstatě standardu, tj.

$$H: \sigma^2 = 9$$

oproti opačné hypotéze

$$\bar{H}: \sigma^2 > 9.$$

Toto je příklad na testování hypotézy o rozptylu proti jednostranné alternativě (1.32).

Nyní si vyložíme obecně postup testování, který budeme aplikovat na náš příklad.

Postup testování při jednostranné alternativě $H: \sigma^2 > \sigma_0^2$

Máme-li verifikovat hypotézu (1.31) proti alternativní hypotéze (1.32), vypočteme si na základě náhodného výběru charakteristiku s^2 , pak pomocí s^2 a hypotetické hodnoty σ_0^2 podíl

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2}, \quad (1.35)$$

o němž víme, že za předpokladu správnosti hypotézy (1.31) má χ^2 -rozložení s $m = (n-1)$ stupni volnosti. Bude-li testovaná hypotéza (1.31) správná, pak logicky budeme očekávat, že podíl (1.35) nebude se podstatně lišit od hodnoty $(n-1)$. Není-li testovaná hypotéza správná, to znamená, že je správná hypotéza alternativní (1.32), budeme logicky očekávat velké hodnoty (1.35), daleko větší než číslo $(n-1)$. (Nízké hodnoty podílu nás vzhledem k dvěma možnostem, daným hypotézami (1.31) a (1.32) nezajímají.) Kritický obor pak bude dán intervalem

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} > \chi_{\alpha}^2,$$

kde χ_{α}^2 je tabelovaná hodnota χ^2 , stanovená vzhledem ke zvolené hladině významnosti α .

Rozhodování budeme tedy provádět takto:

Vypočtenou hodnotu podílu (1.35) srovnáme s tabelovanou hodnotou χ_{α}^2 (Janko 1958) příslušející $m = (n-1)$ stupňům volnosti. Bude-li vypočtená hodnota větší než tabelovaná, hypotézu (1.31) zamítneme, v opačném případě ji přijímáme.

Nyní se vrátíme k příkladu 1.7, na němž si demonstrujeme vyložený postup testování.

Nejdříve vypočteme hodnotu podílu

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} = \frac{25 \cdot 17}{9} = 47,2,$$

kteřou srovnáme s tabelovanou hodnotou χ_{α}^2 pro 25 stupňů volnosti. V tabulkách χ^2 -rozložení v řádce $m = 25$ vidíme, že hypotézu o nevýznamnosti odchylky rozptylu

s^2 od standardu σ^2 nemůžeme přijmout nejen při 5% a 1% hladině významnosti, ale dokonce ani při 1/2% hladině významnosti, neboť

$$\chi^2_{0,005} = 46,9 > 47,2.$$

Je tedy velmi málo pravděpodobné, že vysoká hodnota $s^2 = 17$ je způsobena náhodnými okolnostmi. Příčina bude jiného nenáhodného charakteru a je třeba ji odhalit. Může záležet v horších pracovních podmínkách, ve špatné organizaci práce nebo může být způsobena líností pracovníků atd.

Vedle volené pravděpodobnosti chyby prvního druhu (hladiny významnosti) α , tj. pravděpodobnosti zamítnutí správné hypotézy (1.31), kterou budeme symbolicky psát jako

$$P \left\{ \frac{(n-1)s^2}{\sigma_o^2} > \chi_\alpha^2 / H: \sigma^2 = \sigma_o^2 \right\} = \alpha, \quad (1.36)$$

všimněme si pravděpodobnosti chyby druhého druhu β .

Pravděpodobností chyby druhého druhu (Páv 1978) nazýváme pravděpodobnost přijetí nesprávné testované hypotézy, je-li správnou její alternativa. V našem případě budeme moci tuto pravděpodobnost symbolicky zapsat jako

$$P \left\{ \frac{(n-1)s^2}{\sigma_o^2} > \chi_\alpha^2 / \bar{H}: \sigma^2 \right\} = \beta, \quad (1.37)$$

kde σ^2 vyhovuje relaci

$$\sigma^2 > \sigma_o^2.$$

Nebude-li testovaná hypotéza (1.31) správná, tj. správnou bude její alternativa (1.32), nebude mít podíl (1.35) χ^2 -rozložení (viz předpoklady). Bude-li však skutečnou hodnotou hodnota σ^2 vyhovující alternativní hypotéze (1.32), bude pak mít χ^2 -rozložení s $(n-1)$ stupni volnosti veličina

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}. \quad (1.38)$$

Kritérium (1.35), na jehož základě jsme činili rozhodování o správnosti nebo nesprávnosti hypotézy, bude možno upravit jako

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2} \cdot C,$$

kde

$$C = \frac{\sigma^2}{\sigma_o^2}. \quad (1.39)$$

Označíme-li ještě podíl (1.38) jako χ^2 , budeme moci kritérium (1.35) přepsat v naší nové symbolice jako

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma_o^2} = \chi^2 \cdot C.$$

Dosadíme-li takto upravené kritérium do relace pro pravděpodobnost β (viz 1.37), budeme moci psát

$$P\left\{\frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} > \chi_\alpha^2 / \bar{H} : \sigma^2\right\} = P\left\{\chi^2 < \frac{1}{C} \chi_\alpha^2\right\} = \beta. \quad (1.40)$$

Ze vztahu (1.40) vidíme, že pravděpodobnost β se bude zmenšovat se zmenšujícím se podílem χ_α^2/C . Při pevném C , daným zlomkem (1.39), bude β rostoucí funkcí χ_α^2 , jež je specifikováno relací (1.36) čili pro vysoké hodnoty χ_α^2 , jež odpovídají nízkým hladinám významnosti α , bude hodnota pravděpodobnosti chyby druhého druhu velká a opačně. Pro konstantní χ_α^2 , při specifické hladině významnosti α , je pravděpodobnost β klesající funkcí C neboli σ^2 (neboť σ_0^2 je hypoteticky daná hodnota).

Z relace (1.40) si můžeme pro danou hladinu významnosti α a pro danou hodnotu podílu (1.39) (při určitém počtu stupňů volnosti) vypočítat hodnotu pravděpodobnosti β .

Budeme-li v příkladě 1.7 předpokládat o skutečném rozptylu σ^2 , že je roven odhadu s^2 , tj.

$$\sigma^2 = s^2 = 17,$$

bude podíl (1.39)

$$C = \frac{17}{9} = 1,89.$$

Pravděpodobnost chyby druhého druhu β při 5% hladině významnosti a příslušných $m = 25$ stupních volnosti určíme z relace

$$(1 - \beta) = 1 - P\left\{\chi^2 > \frac{37,7}{1,89}\right\} = 1 - P\{\chi^2 > 19,9\}.$$

Za použití tabulek (Janko 1978) shledáváme, že pravděpodobnost chyby druhého druhu je mezi 0,20 a 0,30. Síla našeho rozhodování je tedy solidní.

Postup testování při jednostranné alternativě $\bar{H}: \sigma^2 > \sigma_0^2$.

Analogicky jako jsme testovali hypotézu (1.31) proti alternativě (1.32), testujeme ji i proti alternativní hypotéze (1.33). Změní se nám jenom kritický obor, který bude v tomto případě dán nerovností

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} > \chi_\alpha^2.$$

Postup při rozhodování:

Hodnotu podílu (1.35) porovnáme s tabelovanou hodnotou χ_α^2 , odpovídající hladině významnosti α a $m = (n-1)$ stupňům volnosti, bude-li vypočtená hodnota menší než tabelovaná, hypotézu (1.31) zamítneme a budeme pokládat za správnou alternativní hypotézu (1.33). V opačném případě, kdy podíl (1.35) bude větší než tabelovaná hodnota χ_α^2 , testovanou hypotézu přijmeme.

Pravděpodobnost chyby druhého druhu β bude dána v tomto případě relací

$$P\left\{\frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} > \chi_\alpha^2 / \bar{H} : \sigma^2\right\} = \beta, \quad (1.41)$$

kde hodnota rozptylu σ^2 splňuje nerovnost

$$\sigma^2 > \sigma_o^2.$$

Za předpokladu správnosti alternativní hypotézy (1.33) bude mít veličina

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}$$

χ^2 -rozložení s $(n-1)$ stupni volnosti. Rozhodovací kritérium převedeme jako v předchozím případě na tvar

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma_o^2} = \chi^2 C,$$

kde

$$C = \frac{\sigma^2}{\sigma_o^2}.$$

Po této úpravě budeme moci pravděpodobnost (1.41) přepsat jako

$$P \left\{ \frac{(n-1)s^2}{\sigma_o^2} > \chi_{\alpha}^2 / \bar{H}: \sigma^2 \right\} = P \left\{ \chi^2 > \frac{1}{C} \chi_{\alpha}^2 \right\} = \beta.$$

Příklad 1.8. V rámci stanovení hmotnosti zvěřiny srnčí zvěře zjišťovala se v jisté honitbě hmotnost jednotlivých odstřelených kusů podle věku a pohlaví. Z celkového odstřelu bylo 15 srnců.

Vedle jiných charakteristik byly spočteny i směrodatné odchylky. U srn i srnčat byly hodnoty směrodatných odchylek na stejné úrovni. U srnců byla směrodatná odchylka $s = 0,6$ kg, zatímco v předchozích letech činila $s = 1,3$ kg.

Šlo o to, zda menší letošní hodnotu směrodatné odchylky lze přisuzovat náhodě nebo zda letos je opravdu menší rozrůzněnost v hmotnosti zvěřiny srnců.

Budeme tedy testovat hypotézu

$$H: \sigma^2 = 1,69$$

oproti opačné hypotéze

$$\bar{H}: \sigma^2 < 1,69.$$

Vypočteme si testovací kritérium

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma_o^2} = \frac{14 \cdot 0,36}{1,69} = 2,98,$$

jehož hodnotu srovnáme s tabelovanou hodnotou χ_{α}^2 pro 14 stupňů volnosti. Z tabulek χ^2 -rozložení se dovídáme, že ani při tak přísné hladině významnosti jakou je $\alpha = 0,001$ hypotézu nemůžeme přijmout, neboť stále platí nerovnost

$$2,98 < 3,04 = \chi_{0,001}^2.$$

Lze tedy důvodně předpokládat, že letošní rok je hmotnost zvěřiny u srnců vyrovnanější než předchozí leta, což je způsobeno zvýšenou péčí o trofejovou zvěř.

Abychom znali sílu našeho rozhodování, vypočteme si ještě pravděpodobnost chyby druhého druhu [viz (1.41)].

Budeme-li předpokládat, že rozptyl základního souboru σ^2 se letošní rok rovná zjištěnému výběrovému $s^2 = 0,36$, bude podíl (1.39)

$$C = \frac{0,36}{1,69} = 0,213.$$

Pravděpodobnost chyby druhého druhu β při obvyklé 5% hladině významnosti a příslušných $m = 14$ stupních volnosti je

$$P\left\{\chi^2 > \frac{1}{C} \chi_{0,05}^2\right\} = P\left\{\chi^2 > \frac{6,57}{0,213}\right\} = P\{\chi^2 > 30,84\} = 0,008.$$

Vzhledem k tomu, že nám vyšla pravděpodobnost chyby druhého druhu β velice malá, můžeme říci, že síla našeho testu je veliká.

Nyní nám zbývá ještě uvažovat oboustrannou alternativu, tj. test hypotézy (1.31) proti alternativní hypotéze (1.34).

Postup testování při oboustranné alternativě $\bar{H}: \sigma^2 = \sigma_0^2$

Kritický obor bude v tomto případě dán nerovnostmi

$$\frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} > \chi_2^2 \quad \text{a} \quad \frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} > \chi_1^2, \quad (1.42)$$

neboť podezřelé budou vzhledem k alternativní hypotéze nejen hodnoty příliš malé, nýbrž i hodnoty příliš velké lišící se podstatně od čísla $(n-1)$. Hladina významnosti α se rozpadá na dvě části, a to na α_1 udávající pravděpodobnost chyby prvního druhu při použití kritické hodnoty χ_1^2 a α_2 znamenající pravděpodobnost chyby prvního druhu při použití kritické hodnoty χ_2^2 . Celková chyba prvního druhu je dána součtem

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2.$$

Obvykle pokládáme chyby vzniklé použitím jedné i druhé kritické hodnoty za stejně závažné, tj. uvažujeme relaci

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{\alpha}{2}.$$

Rozhodování při testu hypotézy (1.31) proti alternativní hypotéze (1.34):

Vypočteme podíl (1.35), který srovnáme s tabelovanými hodnotami χ_1^2 a χ_2^2 , jež odpovídají pravděpodobnostem

$$P\{\chi^2 < \chi_1^2\} = \alpha_1 \text{ a } P\{\chi^2 > \chi_2^2\} = \alpha_2$$

při $m = (n-1)$ stupních volnosti.

Bude-li podíl splňovat některou z nerovností (1.42), hypotézu zamítneme. Bude-li však naopak vyhovovat nerovnosti

$$\chi_1^2 > \frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} > \chi_2^2,$$

testovanou hypotézu přijmeme.

Nyní si stanovíme pravděpodobnost β . Chyby druhého druhu se dopustíme, když přijmeme nesprávnou hypotézu. Její pravděpodobnost bude dána v naší symbolice relací

$$P\left\{\chi_1^2 > \frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} > \chi_2^2 / \bar{H}: \sigma^2\right\} = \beta,$$

kde hodnota σ^2 splňuje vztah

$$\sigma^2 \neq \sigma_0^2.$$

Známostou úpravou [viz (1.39)] budeme moci pravděpodobnost přepsat jako

$$P\left\{\frac{\chi_1^2}{C} < \chi^2 < \frac{\chi_2^2}{C}\right\} = \beta. \quad (1.43)$$

Příklad 1.9. Pro dodávky sazenic určitého standardu byl vedle průměrné výšky stanoven i jejich přípustný rozptyl, a to hodnotou $\sigma^2 = 7$. Kontrola dodržení předepsaných jakostních znaků byla prováděna náhodným výběrem sta sazenic, u nichž byla změřena výška a vypočteny charakteristiky $\bar{x}$ a s^2 . Srovnání výběrových charakteristik s jakostními požadavky bylo činěno na základě statistických testů. Průměr byl verifikován na základě t -testu, který bude vyložen později a rozptyl byl ověřován pomocí χ^2 -kritéria. V zájmu odběratele bylo, aby se do dodávky nedostalo mnoho podřadných sazenic, tj. rozptyl nebyl větší než předepsaný. Dodavatel naopak nechtěl, aby rozptyl byl menší než požadovaný, tj. aby z počátku nedodával pouze jakostní sazenice a nakonec mu zbyly sazenice podřadné. Chtěl podřadnými sazenicemi zatížit rovnoměrně všechny dodávky. Z uvedených hledisek vyplynul požadavek užití oboustranného testu pro rozptyl.

Kritický obor byl podle (1.42) při podmínce $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha/2$ dán nerovnostmi

$$\frac{99s^2}{7} > 128,4 \quad \text{a} \quad \frac{99s^2}{7} > 73,4,$$

kde hladina významnosti byla $\alpha = 0,05$.

Byla-li na základě náhodného výběru zjištěna hodnota charakteristiky $s^2 = 6$, byla pak numerická hodnota kritéria

$$\frac{99 \cdot 6}{7} = 84,9,$$

která nepřekročila žádnou z kritických hodnot, neboť

$$73,4 < 84,9 < 128,4.$$

Jelikož při daném náhodném výběru nebylo možno vyvrátit hypotézu (1.31) proti alternativě (1.34), byl pokládán požadavek $\sigma^2 = 7$ za splněný.

Chybu druhého druhu určíme z relace (1.43). Například pravděpodobnost přijetí hypotézy, že dodávka vyhovuje požadavku $\sigma^2 = 7$, zatím co ve skutečnosti je $\sigma^2 = 5$, bude podle (1.43) přibližně rovna

$$P \left\{ \frac{73,4}{0,714} > \chi^2 > \frac{128,4}{0,714} \right\} = P \{ \chi^2 > 102,8 \} - P \{ \chi^2 > 179,8 \} = 0,40.$$

1. DUNIN - BARKOVSKIJ, I. V. — SMIRNOV, N. V.: Teorijskaja i matematičeskaja statistika v tehnike. Moskva, 1955
2. FISHER, R. A.: The Conditions under which χ^2 Measures the Discrepancy between Observation and Hypothesis. Journ. Roy. Stat. Soc. 87, 1924
3. HALAJ, J.: Výškový rast a štruktúra porastov. Veda Bratislava, 1978
4. HALD, A.: Statistical Theory with Engineering Applications. John Wiley and Sons New York, 1952
5. HÝBL, J. — VLACH, V. — HALÍK, R.: Matematická štatistika a lineárne programovanie v riadení lesného hospodárstva. SVPL Bratislava, 1963
6. JANKO, J.: Statistické tabulky. ČSAV Praha, 1958
7. KORF, V.: Dendrometrie. SZN Praha, 1972
8. KORF, V.: Hospodářská úprava lesů. SZN Praha, 1955
9. PÁV, B.: Matematická statistika v lesnictví (I. část). Příloha časopisu Lesnictví, r. 24 (LI), 1978, č. 5, s. 1—20
10. PÁV, B.: Matematická statistika v lesnictví (II. část). Příloha časopisu Lesnictví, r. 24 (LI), 1978, č. 7, s. 21—38
11. ŠMELKO, Š. — WOLF, J.: Štatistické metody v lesníctve. Príroda Bratislava, 1977

Ing. Bohdan Páv, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jilovistě - Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

