

356394



NKNI

1945788

NÁRODNÍ KNIHOVNA



1001044111



P II

59

15. pros 1988

1

ROČNÍK 33 (LX)
CENA 12 Kčs
PRAHA
LEDEN 1987

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis LESNICTVÍ

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

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

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1987

CS ISSN 0024-1105

OBSAH

Mráz K.: Vodní bilance chlumních smrkových porostů na hydroopedologickém základě	1
Pospíšil J., Alferi L.: Vliv imisí na kvalitu pylu smrku ztepilého [<i>Picea abies</i> (L.) Karst.] v Beskydech	15
Remiš J., Lehotský L.: Racionalizačné aspekty výchovy zmiešaných mladín v horských podmienkach	33
Zumr V.: Omezení gradací lýkožrouta smrkového, <i>Ips typographus</i> (L.) (Coleoptera, Scolytidae), pomocí feromonových lapačů	49
Filipský L.: Technologická optimalizace těžeb (projekt TOT)	65
Hanák K.: Aktivizované létavé popílky jako netradiční pojivo při zpevňování lesních odvozních cest	79

Aktuality

Landa M.: Historický vývoj připravované Chráněné krajinné oblasti Blanský les v jižních Čechách	93
Čaboun V.: Oszlányi J.: Analýza produkcie biomasy a jej energetického ekvivalentu stromovej vrstvy v piatich lesných ekosystémoch. 1986, Bratislava	94
Kohán Š.: Keresztesi B. a kol.: Pestovanie a zužitkovanie agáta. 1984, Budapest	95

СОДЕРЖАНИЕ

Мраз К.: Водный баланс холмогорных еловых насаждений на гидропедологической основе	12
Поспишил Й., Алфери Л.: Влияние промышленных выбросов на качество пыльцы ели обыкновенной [<i>Picea abies</i> (L.) Karst.] в Бескидах	31
Ремиш Й., Леготский Л.: Рационализаторские аспекты воспитания смешанного молодняка в горных условиях	47
Зумр В.: Ограничение градаций жука короеда, <i>Ips typographus</i> (L.) (Coleoptera, Scolytidae), при помощи феромонных ловушек	63
Филипски Л.: Технологическая оптимизация рубок (проект TOT)	78
Ганак К.: Активизированная летучая зола как нетрадиционный вяжущий материал при укреплении лесных вывозных дорог	91

Новости

Ланда М.: Историческое развитие готовящейся Охраняемой природной местности Бланский лес в южной Чехии	93
Габоун В.: Озсланий Й.: Анализ продукции биомассы и ее энергетического эквивалента древесного слоя в пяти лесных экосистемах. 1986, Братислава	94
Коган Ш.: Керестеши Б. и колл.: Выращивание и использование агата. 1984, Будапешт	95

VODNÍ BILANCE CHLUMNÍCH SMRKOVÝCH POROSTŮ NA HYDROPEDOLOGICKÉM ZÁKLADĚ

K. Mráz

Č. 1112
lm2 Hanka

MRÁZ, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Vodní bilance chlumních smrkových porostů na hydropedologickém základě*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 1-14.

V ekosystémech smrkových chlumních porostů na kyselé ilimerizované půdě (lepší bonity) a na pseudogleji (horší bonity) byly stanoveny elementy vodní bilance půdy na základě měření sacího tlaku vody v půdě pomocí tenziometrů, gravimetrického stanovení půdní vlhkosti a měření srážek koryty podporosty. Sezónní bilance (za letní a zimní období) přinesla zajímavý poznatek o vyrovnanosti denních průměrů hodnoty evapotranspirace v letním období 1979—1982 (v porostech lepší bonity 1,99 až 2,09 mm za den) a patrně první poznatky o evapotranspiraci v zimním období. Smrkový ekosystém lepší bonity v letech 1979 až 1982 za letní sezónu vždy snížil zásobu vody v profilu a vertikální tok spodinou půdy byl v ročním úhrnu vždy negativní, docházelo tedy k vyčerpávání zásob spodin. Úhrn evapotranspirace za letní období byl stálý, srážky vždy deficitní. Smrkový ekosystém horší bonity na pseudogleji měl převážně kladné hodnoty vertikálního toku (dodával vodu do podzemních vod i ve vegetačním období). Je to dáno jak menší spotřebou vody menší biomasou, tak i vlastnostmi půdy. Měsíční bilance má denní průměry evapotranspirace již více rozrůzněné a je vidět určité souvislosti s ekologickými faktory. Hodnoty průměrné denní evapotranspirace z krátkých (několikadenních) intervalů detailní bilance vykazují největší kolísání i nejužší souvislosti s ekologickými faktory. I když je evapotranspirace v sezónním průměru poměrně stálá, ukazuje velmi variabilní detailní bilance, jak velký význam mají ekologické podmínky v období maximálního přírůstu (tloušťkový přírůst byl měřen mikrometricky). Detailní bilance vykazovala vysoká maxima denních průměrů několikadenních intervalů (5 až 6 mm za den). Křivka průběhu evapotranspirace může být vícevrcholová, závisí na sacím tlaku a vlhkosti půdy.

hydrologie lesnická; pedologie lesnická; smrkové porosty; Želivka

Stanovení vodní bilance lesního ekosystému na hydropedologickém základě je kvalitativně vyšším stupněm výzkumu vodního režimu půdy. V rámci výzkumu vodního režimu půd v rámci řešení úkolů, které předcházely tomuto úkolu, jsme se zaměřili na stanovení změn vlhkostních poměrů v půdním profilu v čase; jelikož jsme měřili sací tlaky (pomocí tenziometrů), mohli jsme vyjádřit nejen změny obsahu vody v půdě, ale i její přístupnost pro rostliny. Výsledky jsme znázorňovali pomocí diagramů chronoizobar sacího tlaku v půdním profilu v čase.

V dalším průběhu řešení jsme k tomuto základu připojovali stanovení jednotlivých elementů vodní bilance; především jsme se snažili o stanovení vertikálních toků půdní spodinou (T_v), které jsou měřítkem dodávky vody do podzemních vod a tedy i produkce disponibilní vody určitou částí zemského povrchu, resp. určitým ekosystémem.

Jelikož z hodnot sacího tlaku (měřených tenziometry průběžně během vegetačního období) je možno pomocí retenčních křivek (pF — kři-

vek) odvodit obsah vody v půdě a při měření v různých hloubkách v půdním profilu obsah vody v celém profilu v čase, je možno odvodit i změny zásoby vody v půdním profilu (ΔZP) jako další základní element vodní bilance.

Vzhledem k tomu, že na výzkumných plochách měříme i srážky (a to i porostní srážky) jako vstupní hodnotu, známe za předpokladu, že nedochází k bočnímu toku vody, všechny elementy vodní bilance.

Znalost jednotlivých elementů vodní bilance však ještě neznamená možnost sestavení detailní vodní bilance, která nás z ekologického, produkčního i vodohospodářského hlediska zajímá nejvíce, i když je možno sestavit roční a popř. i měsíční bilanci na základě rovnice

$$ET = N - \Delta ZP - T_v - A,$$

kde ET — evapotranspirace;

N — srážky (porostní);

ZP — zásoba vody v půdním profilu;

A — boční odtok (povrchový nebo podpovrchový laterální tok preferenčními cestami, jako trhlínami, chodbami po kořenech, nadložním humusem aj., což přichází v úvahu jen při velmi silných a intenzivních srážkách);

T_v — vertikální tok půdní spodinou; všechny veličiny udávány v mm vody.

Na základě uvedené rovnice je možno počítat i detailní vodní bilance ve vegetačním období (kdy je k dispozici měření sacího tlaku pomocí tenziometrů v krátkých intervalech, nejčastěji dvou až tří, výjimečně i více dní), je však nutno vyřešit některé problémy. Bilanční rovnici je nutno řešit se zřetelem na vzájemnou časovou vazbu jednotlivých elementů vodní bilance. Zatímco se při delších časových intervalech (sezónní a i měsíční bilance) chyby z časového posunu jednotlivých elementů vyrovnávají, projevují se plně při krátkých časových intervalech. Tyto chyby nejsou chybami výpočetního postupu, ale jsou dány povahou materiálu; tak např. spadne-li dešťová srážka v den, který je hranicí intervalu (a to je při krátkých intervalech časté), může se efektivně v bilanci projevit buď v intervalu, který tomuto hraničnímu dni předchází nebo až v následujícím intervalu. K přesnému řešení tohoto problému bychom museli znát denní dobu, kdy srážka spadla, popř. její rozložení během dne a její intenzitu. Tím by se komplikovala neúnosnou měrou jak venkovní šetření, tak zejména program pro počítač, bez něhož nelze vodní bilanci řešit. Snažili jsme se tímto způsobem vznikající chyby eliminovat tím, že jsme srážku v hraničním dni rozdělili rovným dílem na předchozí a na následující interval.

Další možný zdroj chyb detailní bilance představuje skutečnost, že vodivá pletiva v kmeni stromu plní nejen funkci transportu vody, ale vzhledem ke svým schopnostem hromadění vody mají možnost regulace zásobování stromu vodou, a tím i ovlivnění kořenové desukce.

Vzhledem ke složitosti ekofyziologických procesů a vazeb a složitosti závislostí při pohybu vody v půdě jsou možné i další zdroje chyb. Jak ukazují výsledky, jsou však vzdor tomu průběhy hodnot vodní bilance blízké realitě a prakticky cenné.

METODIKA

Metodika byla podrobně objasněna v dřívějších pracích (K. Mráz 1975 aj.), proto zde uvádíme jen základní údaje.

Základem metodiky je měření sacího tlaku, resp. potenciálu vody (matričního potenciálu) v půdě pomocí rtuťových tenziometrů, jejichž čidla (keramická tělíska) jsou instalována v hloubce 20, 50, 100 a 150 cm v několikanásobném opakování, takže na jedné ploše je 51 tenziometrů. Odečítání hodnot tohoto průběžného měření se děje z technických důvodů v průměru po dvou až třech dnech během vegetačního (bezmrazého) období.

Vztah mezi sacím tlakem a obsahem vody v půdě vyjadřují retenční křivky stanovené pro jednotlivé horizonty půdy. Retenční křivky jsme stanovili kombinovanou metodou, ve vlhkém rozsahu jako terénní, v suchém jako laboratorní pomocí přetlakového přístroje podle Richardse. Jelikož retenční křivka stanovená jako desorpční (vysoušecí větev) se liší od křivky sorpční (zvlhčovací větev), přičemž vedle těchto dvou základních obalových křivek existují mezi nimi ještě vedlejší dílčí křivky, a jelikož u laboratorní křivky jde o vysoušecí větev a u terénní křivky jsou použité páry hodnot sacího tlaku a vlhkosti (zjištěné současně gravimetricky) rovněž převážně z období vysoušení, dochází ve zvlhčovacích fázích k nadhodnocení obsahu vody v půdě, což může vést při řešení bilanční rovnice k negativním a tedy nemožným hodnotám evapotranspirace.

Tento problém jsme pro účely programování řešili (K. Mráz, A. Mráz 1985, nepubl.) tak, že jsme zvláštním početním postupem pro fáze zvlhčování simulovali zvlhčovací větev (sorpční křivku) redukcí přírůstku vlhkosti určitým empiricky ověřeným koeficientem; pro plochu na ilimerizované půdě je vhodný koeficient 0,7 a pro plochu na pseudogleji koeficient 0,5.

Stanovení vlhkosti půdy jako základu pro výpočet rozdílů zásob vody v profilu (ΔZP) pro jednotlivé intervaly času ze sacích tlaků pokládáme za účelné z několika důvodů. Nepřímé měření vlhkosti (neutronovou sondou nebo dielektrickou sondou) činí v lesních půdách velké potíže, zejména při kalibraci; stanovení přímou metodou (gravimetricky) je nemožné, protože je nemožné v tak velkém množství opakování v prostoru i v čase odebírat vzorky půdy pro tento účel.

Sací tlak je též nutným podkladem pro výpočet gradientu, směru a rychlosti pohybu vody v půdě; hydraulickou vodivost půdy jsme stanovili pro nasycenou půdu laboratorně na přístroji s konstantním spádem, pro nenasyčenou půdu děkuje se za stanovení hydraulické vodivosti pomocí zvláštního programu na základě výpočtu podle Marshalla z retenčních křivek Ing. Císlarové, CSc., ze stavební fakulty ČVUT.

CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÝCH PLOCH

Podrobný popis experimentálního objektu Želivka je stejně jako popis jednotlivých výzkumných ploch obsažen v dřívějších publikovaných pracích.

Experimentální povodí je mezi 360 a 471 m n. m., plochy jsou v nadmořské výšce cca 430 a 450 m, plocha 1 na ilimerizované půdě na mírném VJV svahu (azimut 125°, sklon 8,8 %), plocha 3 na pseudogleji v rovinaté poloze na návrší. Biotitické pararuly budují skalní podklad území, ale matečným substrátem půd je smíšená svahovina převážně soliflukčního původu, která obsahuje jílovité zvětraliny, vzniklé původně za tropického klimatu ve třetihorách a ovlivněné kvartérním zvětráváním (K. Žebera 1966) a příměsí sprašového materiálu.

Přirozeným lesním rostlinným společenstvem těchto stanovišť jsou v naší chlumní oblasti kyselé jedliny s dubem (*Luzulo-Abietum typicum* na ploše 1 a *Myrtillo-Abietum* na ploše 3). Dnes převládá smrk.

Přehled o makroklimatu podávají výsledky měření blízkých stanic sítě HMÚ v Čechticích a v Ledči n. S., i stanice VÚLHM na objektu. Celkové roční srážky kolísají přibližně mezi 600 a 700 mm, v extrémních letech mezi 550 a více než 800 mm.

Jako modelové porosty pro stanovení vodní bilance chlumních smrkových ekosystémů byly vybrány porosty na ploše 1 a 3.

Taxační charakteristika:

plocha	dřevina	věk	d _{1,3} v cm	výška v m	bonit. stup.	zakmen.	zápoj	zásoba m ³ /ha
1	smrk	78	23	24	3.—4.	1,14	0,9	577
3	smrk	80	18,5	17	7.	0,9	0,9	270

V dalším textu označujeme tyto porosty 3.—4. bonitního stupně jako porosty lepší bonity a porosty 7. bonitního stupně jako porosty horší bonity.

VÝSLEDKY

SEZÓNŇÍ BILANCE VODY ZA LETNÍ A ZIMNÍ OBDOBÍ

Při sestavení sezónní bilance vody smrkových ekosystémů bylo nutno uvažovat odděleně bilanci za letní období (obvykle květen až říjen) a za zimní období, protože měření sacího tlaku pomocí tenziometrů je možné jen v bezmrazém období, pro které je možno řešit bilanční rovnici pro ET při znalosti srážek (porostních, měřených srážkoměrnými koryty), rozdílů zásob vody v půdním profilu a vertikálního toku vody půdní spodinou. Pro zimní období z těchto veličin neznáme úhrn vertikálního toku půdní spodinou. Bilanční rovnici pro zimní období je tedy možno řešit pro úhrn $ET + T_v$ a po odečtení odhadnutého T_v dospět k přibližnému stanovení ET .

Pro roční, resp. sezónní (zimní a letní) bilanci vody máme k dispozici údaje z let 1979 až 1982. I když sezóny jednotlivých let nejsou navzájem zcela srovnatelné, protože s ohledem na počasí bylo možno měřit jen v různě dlouhých obdobích, je vidět, že hodnoty evapotranspirace ekosystémů lepší bonity (ET v mm vody) jsou velmi vyrovnané (tabulka I): kolísají pro letní období mezi 1,99 v roce 1980 a 2,09 v roce 1981 (denní průměr za období). Pro zimní období se denní průměrná hodnota $ET + T_v$ pohybuje mezi 0,65 v zimě 1981—1982 a 0,803 v zimě 1980—1981. Vzhledem k tomu, že T_v byl kromě října 1979 (velmi malé kladné hodnoty okolo 0,003 až 0,005 mm denně, tedy směrem dolů) jak na konci, tak na začátku letních období stále záporný (směr vzhůru), je možno pro zimní období počítat s nepatrnými hodnotami T_v kromě krátkých silně vlhkých období, např. při tání sněhu. Proto by se prakticky celá uvedená hodnota $ET + T_v$ měla vztahovat k evapotranspiraci; ostatně u jehličnatých porostů je možno i v zimě občas s určitou transpirací počítat.

U ostatních elementů vodní bilance jsou úhrnné hodnoty ovlivněny délkou období; i tak jsou však velmi zajímavé, protože ukazují dynamiku vody při střídání zimních a letních období. Letní období byla v uvedených letech s ohledem na možnost měření kratší než zimní (144 až 174 dny) proti 190 až 217 dnům. V letních sezónách odpovídá nejvyšším úhrnům srážek (325 mm v roce 1981) nejmenší vyčerpání zásob vody půdního profilu (uvažován do hloubky 1 m), a to 15,5 mm; s klesajícím úhrnem srážek čerpání zásob stoupá až na 137 mm (v roce 1982 při velmi nízkých srážkách jen 147 mm). V letních obdobích jde ve smrkových porostech lepší bonity vždy o vyčerpání různě velké části zásoby vody půdního profilu. Vertikální tok zde v tomto období 1979—1982 vykazoval vcelku vyrovnané úhrny (−14 až −24 mm, tedy vzhůru).

I. Roční bilance vody za letní a zimní období (Želivka 1). — Yearly balance of water over summer and winter seasons (Želivka 1)

Datum	1979		1980		1981		1982	
	1. 6.	22. 10.	12. 5.	27. 10.	6. 5.	26. 10.	1. 6.	26. 10.
Počet dní	144	201	169	190	174	217	148	
ΣN	227	223	288	155	325	177	147	
ZP	234	276	345	315	317	301	338	200
ΔZP	- 58	70	- 31	2	- 16	36	-137	
ΣT_v	- 14		- 17		- 24		- 17	
ET	299		336		364		302	
$N - \Delta ZP$		154		153		141		
ET/d	2,08		1,99		2,09		2,04	
$(ET + T_v)/d$		0,76		0,80		0,65		

Jelikož v uvažované řadě let (1979—1982) byla průměrná denní ET prakticky stálá [2 až 2,1 mm], je vidět, že smrkové porosty lepších bonit měly přibližně stálou úhrnnou spotřebu vody za letní období; srážky byly v poměru k ní vždy deficitní, takže jejich nedostatek byl doplněn čerpáním z půdních zásob. Z přívodu vody srážkami se tedy kryje v prvním pořadí potřeba na evapotranspiraci.

Zcela jiná situace je v zimních obdobích. Při přibližně konstantní veličině průměrné denní evapotranspirace (v souhrnu s velmi nízkým T_v v porostech lepších bonit) mezi 0,65 až 0,8 mm, což představuje v úhrnu nanejvýš dlouhých období 141—154 mm, se mohly snížené zásoby půdní vláhy doplnit z nízkého úhrnu srážek zimního období 1980—1981 (155 mm) jen o 2 mm, z vysokého úhrnu zimního období 1979—1980 (223 mm) o 70 mm. Je vidět, že i v zimním období hraje evapotranspirace (souhrnně s vertikálním tokem) přednostní úlohu.

Jiné jsou poměry ve smrkových ekosystémech horších bonit na pseudogleji, kde díky vyšší hydraulické vodivosti půdních spodin v souvislosti s jejich dlouhodobě vyšší vlhkostí jsou podstatně vyšší úhrny vertikálního toku směrem dolů, často i ve vegetačním období. Souvisí to s nižší spotřebou vody těchto porostů horší bonity s menší biomasou.

MĚSÍČNÍ BILANCE VODY V LETNÍCH OBDOBÍCH

Oproti ročním (resp. sezónním) bilancím vidíme u měsíčních bilancí podstatně větší diferenciaci hodnot, která dovoluje řadu ekologických a hydrologických závěrů. Měsíční úhrny srážek byly v chlumních smrkových ekosystémech lepších bonit v letech 1979—1982 pochopitelně silně rozrůzněny, od minima v říjnu 1982 (5 mm) a v říjnu 1979 (11 mm) až po neobyčejně vysoké hodnoty 108 mm v červenci 1980 a 185 mm v červenci 1981; rok 1981 byl ve vegetačním období zcela mimořádně nevyrovnaný; kromě uvedeného maxima v červenci byly celkem nepatrné srážky v červnu (11,6 mm) a v srpnu (12,1 mm), jak je vidět z tabulek II—V.

II. Měsíční bilance vody za vegetační období 1979 (Želivka 1). — Monthly balance of water over growing season 1979 (Želivka 1)

Měsíc Den	6. 1.	7. 29.	8. 30.	9. 29.	10. 28.	6.—10. 22.
Počet dní	29	31	30	30	24	144
ΣN	68	40	36	72	11	227
ZP	334	315	286	258	300	276
ΔZP	-19	-28	-29	43	-25	-58
ΣT_v	-4,2	-3,3	-4,0	-2,9	0,04	-14,3
ET	91	72	69	32	35	299
ET/d	3,14	2,31	2,30	1,06	1,47	2,08

III. Měsíční bilance vody za vegetační období 1980 (Želivka 1). — Monthly balance of water over growing season 1980 (Želivka 1)

Měsíc Den	5. 12.	6. 29.	7. 30.	8. 1.	9. 1.	10. 1.	5.—10. 27.
Počet dní	18	32	32	31	30	26	169
ΣN	7	57	108	42	18	55	288
ZP	345	323	317	336	299	270	315
ΔZP	-22	-6	20	-38	-28	44	-31
ΣT_v	-1,7	-5,5	0,7	-1,0	-5,2	-4,7	-17,5
ET	31	69	88	81	52	16	336
ET/d	1,75	2,14	2,75	2,60	1,74	0,60	1,99

IV. Měsíční bilance vody za vegetační období 1981 (Želivka 1). — Monthly balance of water over growing season 1981 (Želivka 1)

Měsíc Den	5. 6.	6. 1.	7. 2.	8. 31.	9. 31.	10. 30.	5.—10. 26.
Počet dní	27	31	29	31	30	26	174
ΣN	23	12	185	12	38	54	325
ZP	317	282	240	310	262	271	301
ΔZP	-35	-42	70	-48	9	30	-16
ΣT_v	-4,0	-5,9	-1,7	-2,7	-4,6	-4,6	-23,6
A	—	—	37	—	—	—	37
ET	63	58	80	63	34	28	327
ET/d	2,33	1,91	2,76	2,02	1,12	1,07	1,88

V. Měsíční balance vody za vegetační období 1982 (Želivka 1). — Monthly balance of water over growing season 1982 (Želivka 1)

Měsíc	6.	7.	8.	9.	10.	6.—10.
Den	1.	30.	31.	31.	30.	26.
Počet dní	30	31	31	30	26	148
ΣN	30	56	36	20	5	147
ZP	338	260	255	232	220	200
ΔZP	-78	-5	-23	-12	-20	-137
ΣT_v	-5,7	-5,2	-3,5	-2,1	-0,9	-17,3
ET	113	67	62	35	25	302
ET/d	3,76	2,22	2,01	1,16	0,98	2,04

VI. Měsíční balance vody za vegetační období 1979 (Želivka 3). — Monthly balance of water over growing season (Želivka 3)

Měsíc	6.	7.	8.	9.	10.	6.—10.
Den	6.	29.	30.	29.	28.	22.
Počet dní	24	31	30	30	24	
ΣN	77	44	42	77	9	250
ZP	234	249	223	205	247	217
ΔZP	15	-26	-18	42	-30	-17
ΣT_v	8,2	8,2	3,2	0,8	4,1	24,6
ET	53	63	57	35	36	243
ET/d	2,22	2,02	1,89	1,16	1,49	1,75

Průměr měsíčních rozdílů zásob vody v půdním profilu (ΔZP) vykazuje v jednotlivých letech velké rozdíly. Tyto rozdíly jsou zpravidla na počátku letního období negativní (odčerpávání vody) a později v souvislosti se silnými letními srážkami kladné (doplňování zásob); jen v suchém roce 1982 byly všechny měsíční hodnoty ΔZP negativní, voda byla z půdního profilu trvale čerpána, takže došlo k výše uvedenému sezónnímu rozdílu -137 mm. Nejvyšší kladný měsíční ΔZP vidíme v červenci 1981 (70 mm) a negativní v červnu 1982 (-77 mm). Měsíční hodnoty odčerpávání vody z půdy (negativní rozdíly) se pohybují nejčastěji mezi 20 až 40 mm, měsíční doplňování zásob vody v půdě kolísalo mezi 9 a 70 mm v srážkově nevyrovnaném roce 1981, jinak též mezi 20 a 40 mm.

Vertikální tok půdní spodinou (T_v) vykazoval v celém období 1979—1982 ve smrkových ekosystémech lepších bonit až na výjimky stále negativní měsíční úhrny, tzn., že převládal tok vzhůru (spotřeba vody porostů se doplňuje z půdních spodin). Malé kladné měsíční úhrny se vyskytly jen v červenci 1980 (0,68 mm) a v říjnu 1979 (0,04 mm); jinak se pohybovaly negativní měsíční úhrny mezi -2 až -5 mm, jen výjimečně byly vyšší (-5 až -6 mm) nebo nižší (pod -2 mm). Vysoké

negativní hodnoty T_v [největší doplňování na evapotranspiraci spotřebované vody ze spodin] se vyskytují nejčastěji počátkem vegetačního období (i maxima $-5,95$ mm bylo dosaženo v červnu v roce 1981), tedy v době, kdy bývá nejvyšší ET . V roce 1980 se však vyskytly i koncem vegetačního období (září, říjen). Kladné hodnoty měsíčních úhrnů T_v se zde vyskytují jen po silných srážkách, ale pokud současně již byla naplněna zásoba vody v půdním profilu (k toku směrem dolů však nedošlo v měsíčním úhrnu v červenci 1981 vzdor současnému rekordnímu úhrnu srážek, protože zásoba vody v profilu byla po suchém červnu velmi nízká). Nelze však zapomínat na komplexnost jevu vertikálního toku, který je — jak vyplývá z Darcy-Buckinghamovy rovnice — řízen gradientem potenciálu a hydraulickou vodivostí, jež velmi značně závisí na vlhkosti půdy v uvažované úrovni.

Ve smrkových ekosystémech horších bonit (plocha 3) na pseudogleji naopak převažují kladné měsíční úhrny T_v a tedy převládá i směr toku dolů; proto probíhá i doplňování podzemních vod a produkce disponibilní vody, což se projevuje v odtocích z povodí měřených na měrném přepadu.

Měsíční úhrny evapotranspirace (ET) se ve smrkových ekosystémech lepších bonit na ilimerizované půdě naší chlumní oblasti pohybovaly v uvedeném období mezi $15,6$ mm v říjnu (1.—27.) 1980 a $112,8$ mm v červnu 1982; nejvyšší měsíční úhrny byly zpravidla v červnu, červenci a srpnu (60 až 90 mm), v roce 1981 bylo toto tříměsíční období maxima posunuto do května. K podzimu klesají měsíční úhrny ET ke 30 mm.

Tomu odpovídají i denní průměrné hodnoty ET jednotlivých měsíců, nejvyšší hodnoty (nad 2 mm denně) jsou v uvedeném tříměsíčním období, maximální hodnoty nad 3 mm byly v červnu (v roce 1982 $3,76$ mm, v roce 1979 $3,14$ mm denně). K podzimu se blíží k 1 mm za den, hodnota $0,6$ mm v říjnu 1980 je mimořádná.

Ve smrkových ekosystémech horších bonit na pseudogleji je evapotranspirace podstatně nižší, a to zejména v období maximálních měsíčních úhrnů, k podzimu se hodnoty přibližují hodnotám porostů lepších bonit nebo jsou i poněkud vyšší. Tak v roce 1979 zde byly měsíční úhrny ET v období maxima jen 53 až 63 mm proti 69 až 91 mm v porostech lepší bonity, denní průměry jen $1,9$ až $2,2$ mm proti $2,3$ až $3,1$ mm. Zářijové a říjnové hodnoty byly v ekosystémech lepší i horší bonity prakticky stejné.

Z měsíční bilance jsou vidět zajímavé a důležité ekologické a hydrologické souvislosti. Vcelku vyrovnaný je průběh měsíčních hodnot evapotranspirace (jak v úhrnu, tak i v denních průměrech, i když se průběh počasí i hodnot zásoby vody v půdních profilech značně liší).

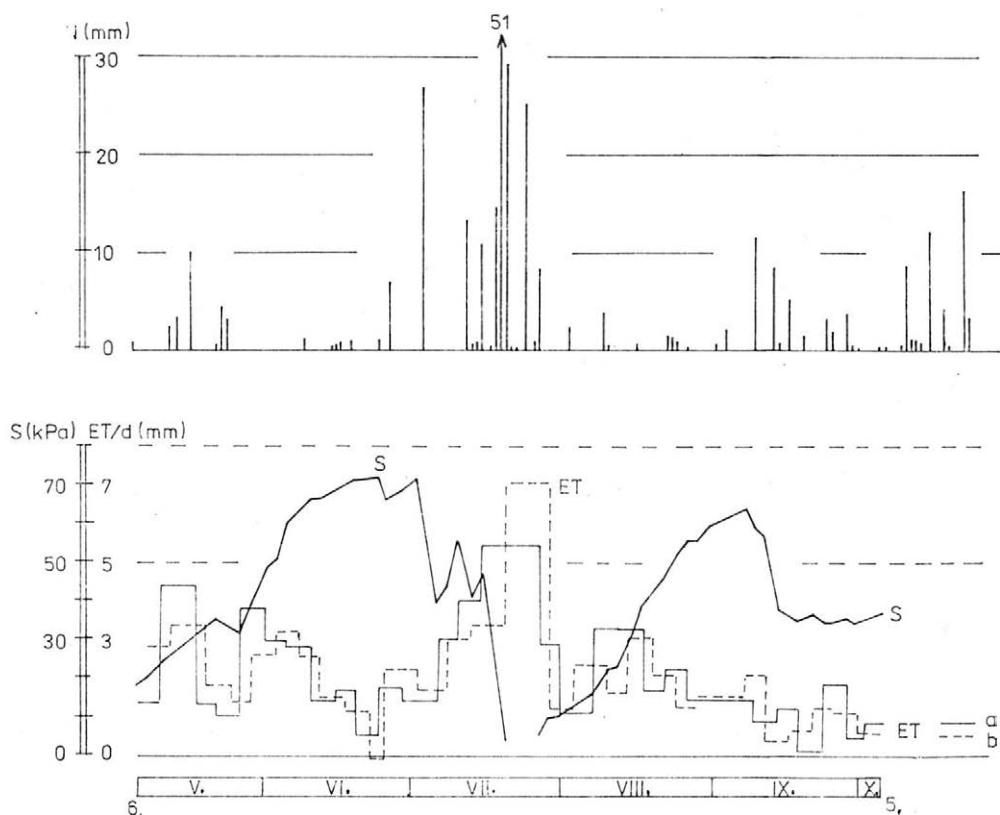
Zřetelné soustředění nároků na vodu do období červen (někdy již květen) až srpen (červenec) u chlumních smrkových ekosystémů studovaných půd je důležité z ekologického, produkčního i hydrologického hlediska. Zvláštní i praktický význam pro hospodaření v lesích vodohospodářského určení má skutečnost, že porosty s menší biomasou (horší bonity) na uvedených půdách dodávají i v letním období vodu do spodin, a tím i do podzemních vod, a doplňují tedy zásoby disponibilní vody, zatímco v tomto období porosty lepších bonit s větší biomasou naopak vyčerpávají zásoby ve spodinách.

DETAILNÍ BILANCE VODY V LETNÍM OBDOBÍ

Sestavení detailní bilance vody chlumních smrkových ekosystémů na půdách popsanych vlastností bylo naším hlavním, ale i nejobtížnějším cílem. Hlavním proto, že v co nejdetailnějším průběhu hodnot elementů vodní bilance se nejlépe odrážejí různé ekologické a hydrologické faktory, takže z detailní vodní bilance je možno odvozovat teoreticky i prakticky nejvýznamnější souvislosti a závěry.

Nejdetailnější by byla bilance s intervalem jednoho dne; jediná práce, která na odpovídající úrovni řeší problematiku vodní bilance v lese, je práce F. Bórova (1982) věnovaná vodnímu režimu úrovňového stromu douglasky. I když je jeho práce neobyčejně precizní a přístrojově náročná (použil 450 rtuťových tenziometrů a 48 autoregistračních tenziometrů, 24 srážkoměry a 57 měrných rour pro neutronovou sondu), měřil jako my ve tři až čtyřdenních intervalech; interpolací hodnot z těchto intervalů se nepodařilo získat denní bilanci lepších vlastností.

Hodnoty pro krátké, několikadenní intervaly vykazují podstatně větší kolísání než měsíční průměry, které tyto důležité rozdíly vyhlazují. Jak



1. Průběh průměrných denních hodnot evapotranspirace krátkých intervalů a hodnot sacího tlaku vody v půdě (v horní části diagramu průběh srážek). — The curve of average daily values of evapotranspiration over short intervals and of the values of the suction pressure of water in the soil (precipitation values are in the upper part of the figure)

je vidět z diagramů, které ukazují průměrné denní hodnoty evapotranspirace (ET) krátkých, několikadenních intervalů, jde o podstatně vyšší maxima, která dosahují i 5 až 6 mm za den.

Abychom eliminovali výše zmíněné chyby u příliš krátkých intervalů měření, počítali jsme bilanční rovnici vždy ob jeden interval měření, a to střídavě pro liché a sudé intervaly; proto jsou v diagramech vždy dvě lomené čáry (klouzavé průměry).

Jak je vidět, může být křivka evapotranspirace ve vegetačním období vícevrcholová. U smrkového ekosystému lepší bonity v roce 1981, kterou jsme zvolili jako příklad, je zřetelně dvouvrcholová. Po prvním maximu v květnu a první dekádě června (nad 3 mm za den v několika intervalech) a poklesu pod 2 mm za den na minimum okolo 0,5 mm mezi 19. a 25. červnem následuje druhé, výraznější maximum v červenci, kdy bylo překročeno 5 až 6 mm za den. Tak vysoké průměrné denní hodnoty zjistil i Borer u douglasky ve Švýcarsku. Následuje plynulý pokles k podzimním hodnotám okolo 1 mm denně v druhé polovině září a v říjnu.

Z diagramů detailní vodní bilance je vidět, že někdy po vysokých hodnotách ET následují rychlé a výrazné poklesy oproti průběhu obalové křivky, kterou můžeme vyrovnat sloupcový diagram. Tyto krátkodobé poklesy mohou souviset buď s chybami, které jsou dány možnostmi metody a které jsme uvedli v úvodní části, nebo mohou mít ekofyziologické příčiny; jak je vidět z diagramu pro rok 1981, kde je kromě průběhu průměrných denních hodnot ET krátkých intervalů znázorněn i průběh hodnot sacího tlaku, závisí evapotranspirace na sacím tlaku (nepřímo úměrně) a tedy i na vlhkosti půdy. Jelikož tloušťkový přírůst je podmíněn fotosyntézou, a ta závisí na evapotranspiraci (přesněji na transpiraci), závisí i přírůst na ET , i když tento vztah je složitější než předchozí. I výsledky našich měření ukazují, že nejvyšší tloušťkový přírůst je v období nejvyšší evapotranspirace (v roce 1981 v ekosystému lepší bonity v červnu a v červenci). Jelikož tloušťkový přírůst vykazuje často po maximech krátkodobé výkyvy k minimu, které souvisejí pravděpodobně s vyčerpáním růstových látek, je možné, že v tomto krátkém období snížené přírůstové aktivity stromu je snížena i transpirace.

DISKUSE A ZÁVĚRY

Ve světové literatuře je málo pramenů, se kterými by bylo možno naše výsledky srovnávat. Nejlepší a nejmodernější je již zmíněná práce F. Borera (1982). Naše výsledky co se týče denních hodnot evapotranspirace jsou s jeho výsledky v plném souladu a též pokud se týká metodických problémů naše zkušenosti souhlasí.

Také další švýcarská práce (German 1976) získala pro dospělý porost s převahou smrku hodnoty ET okolo 2 mm za den. Pro mladý, 8 m vysoký porost douglasky zjistili na základě metody energetické bilance Mc Naughton a Black (1973) denní ET okolo 4,5 mm při velmi vlhké půdě (sací tlak asi 5 kPa) a 1,5 mm při vyschnutí na asi 30 kPa (polní kapacita je okolo 10 kPa). I naše výsledky ukazují zřetelné klesání ET při stoupání sacího tlaku nad 30 kPa.

Pokud se týká další velmi významné složky vodní bilance, kterou je nutno složitým způsobem stanovit, a to vertikálního toku půdní spo-

dinou (T_v), zjistil B o r e r ve srážkově podstatně vlhčích podmínkách hodnoty blízké našim, zjištěným ve smrkovém ekosystému horší bonity: za vegetační období okolo 200 dnů 13 až 24 mm. Je pochopitelné, že v našich srážkově sušších chlumních podmínkách ekosystém smrku lepší bonity naopak určité množství vody ze spodin odčerpá.

Z naší práce můžeme vyvodit tyto nejdůležitější závěry:

Roční, resp. sezónní (zimní a letní) bilance vody vykazuje ve smrkových ekosystémech na ilimerizované půdě chlumní oblasti s vyšší bonitou i v rocích s velmi rozdílným průběhem počasí (zejména srážek) vyrovnané hodnoty průměrné denní evapotranspirace (1,99 a 2,09 mm). Měsíční bilance má denní průměry ET již více rozrůzněné a je vidět určité souvislosti s ekologickými faktory. Hodnoty průměrné denní ET z krátkých intervalů detailní bilance (několikadenních) vykazují největší kolísání i největší souvislosti s ekologickými faktory. I když je evapotranspirace (ET) v ročním průměru více méně stálá, ukazuje velmi variabilní detailní bilance, jak velký význam mají ekologické podmínky v období maximálního potenciálního přírůstu (uvažován tloušťkový přírůst, který byl měřen mikrometricky). To pak rozhodne o celkovém přírůstu za vegetační období (K. M r á z 1979).

V této souvislosti je zajímavá otázka tzv. polycykličnosti u stromů; někteří fyziologové soudí, že jde o genetickou vlastnost a doporučují jí využít v selekci. Naše výsledky ukazují, že více vrcholů evapotranspirace, se kterými mohou být v souvislosti i maxima přírůstu, je pravděpodobně dáno průběhem ekologických faktorů.

Roční (sezónní) bilance přinesla zmíněný zajímavý poznatek o vyrovnanosti denních průměrů hodnoty ET v letním období; dále zajímavé poznatky — patrně vůbec první — o ET v zimním období (v souhrnu s T_v , který je ve smrkovém ekosystému lepší bonity velmi malý), jež činí 0,65—0,80 mm denně.

Za letní sezónu se při vysokých srážkách v tomto ekosystému vyčerpalo nejméně vody z půdního profilu (v roce 1981 15,5 mm při N_{por} 325 mm), nejvíce (137 mm) při nízkém úhrnu porostních srážek (N_{por} 147 mm v roce 1982). Smrkový ekosystém lepší bonity v letech 1979 až 1982 za letní sezónu vždy snížil zásobu vody v profilu a vertikální tok spodinou (roční úhrn) byl vždy negativní, tedy směr vzhůru, vyčerpávání zásob spodin. Úhrn ET za letní období zde byl stálý, srážky vždy deficitní. V zimních sezónách při nízkém úhrnu $ET + T_v$ (141 až 154 mm) se doplnily zásoby vody půdního profilu o 2 mm (zima 1980—1981) až o 70 mm (1979—1980).

Smrkový ekosystém horší bonity na pseudogleji měl převážně kladné hodnoty vertikálního toku spodinou (dodávka vody do podzemních vod i ve vegetačním období; je to v souvislosti s menší spotřebou vody menší biomasou a půdními vlastnostmi).

Měsíční bilance ukázala, že smrkový ekosystém s větší biomasou měl až na výjimky stále negativní měsíční úhrny T_v , většinou —2 až —5 mm, největší v době vysoké ET . Ekosystém s malou biomasou měl převážně kladné měsíční úhrny, tedy dodával vodu do spodin a přispíval podstatně k produkci disponibilní vody. Měsíční úhrn ET byl v ekosystému s větší biomasou 20 až 113 mm, nejvyšší obvykle v červnu až srpnu (60 až 90 mm za měsíc), k podzimu klesal ke 30 mm; tomu od-

повидалы denní průměry, vyšší nad 2 mm, nejvyšší nad 3 mm (max. 3,76), k podzimu okolo 1 mm.

Ekosystém s menší biomasou (horší bonity) měl naproti tomu nižší zejména maximální úhrny a tomu odpovídající denní průměry (jen 1,9 až 2,2 mm v období maximální *ET*). Průběh měsíčních hodnot *ET* byl vcelku vyrovnaný vzhledem k tomu, že se počasí a průběh hodnot zásoby vody v půdním profilu v různých letech značně lišily.

Detailní bilance vykazovala podstatně větší kolísání hodnot evapotranspirace, maxima (denní průměry krátkých několikadenních intervalů) 5 až 6 mm. Ukázalo se, že křivka průběhu evapotranspirace může být vícevrcholová. K podzimu vykazuje plynulý pokles k hodnotám okolo 1 mm za den (ve druhé polovině září a v říjnu). Evapotranspirace závisí na sacím tlaku (nepřímo úměrně) a tedy i na vlhkosti půdy; už poměrně nízké sací tlaky (okolo 30 kPa) zřetelně omezují *ET* (v závislosti na potenciální *ET*, jak dokázali Denmead a Shaw (1962).

Přírůst závisí na fotosyntéze, ta opět na *ET*; proto bylo možno očekávat i závislost přírůstu na *ET*. Naše měření závislost tloušťkového přírůstu na *ET* potvrzuje; maximální tloušťkový přírůst byl v ekosystému lepší bonity v červnu až červenci (1981), tedy v období nejvyšší evapotranspirace.

Literatura

- BENECKE, P.: Soil water relations and water exchange of forest ecosystems. *Ecol. studies*, 19, 1976, s. 101-131
BORER, F.: Zum Wasserhaushalt einer dominierenden Douglasie im einem Waldbestand. *Mitt. schweiz. Anst. f. d. forstl. Vers. wes.*, 58, 1982, s. 162
DENMEAD, P. — SHAW, H. R.: Availability of soil water to plants as affected by soil moisture. *Agron. J.*, 54, 1962, s. 385-390
GERMANN, P.: Wasserhaushalt und Elektrolytverlagerung in einem Wald. *Mitt. schweiz. Anst. f. d. forstl. Vers. wes.*, 52, 1967, s. 163-309
LIKENS, G. E. a kol.: *Biogeochemistry of a forested ecosystem*. Springer New York, 1977
McNAUGHTON, K. G. — BLACK, T. A.: A study of evapotranspiration from a douglas fir forest using the energy balance approach. *Water Res. Res.*, 9, 1973, s. 1579-1590
MIČURIN, B. N.: *Energetika počvennoj vlagi*. Gidrometeoizdat, Leningrad, 1975
MRÁZ, K.: Produkční význam půdní vlhkosti v chlumních smrkových porostech. *Práce VÚLHM*, 55, 1979, s. 7-20
MRÁZ, K.: Závislost mezi některými hydopedologickými a hydrologickými veličinami v chlumních smrkových porostech. *Lesnictví*, 26, 1980, s. 699-712
RODE, A. A.: *Počvoveděnije*. Moskva, 1955

Došlo dne 17. 7. 1986

МРАЗ, К. (Вýzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Водный баланс холмогорных еловых насаждений на гидропочвоведческой основе. *Лесnictví*, 33, 1987 (1) : 1-14.

В экосистемах еловых холмогорных насаждений на кислой илиimerизованной почве (лучшего бонитета) и на псевдоглее (худшего бонитета) устанавливали элементы водного баланса почвы на основе измерения давления всасывания воды в почве при помощи тензиометров, гравиметрического определения почвенной влажности и измерения осадков с применением желобов под насаждениями.

Сезонный баланс (за летний и зимний периоды) дал интересные данные о равенности среднесуточных значений эвапотранспирации в летний период 1979—

—1982 гг. (в насаждениях лучшего бонитета 1,99 и до 2,09 мм в сутки), и, очевидно, первые результаты по эвапотранспирации в зимний период, в сумме с вертикальным течением (здесь очень малым) 0,65—0,80 мм в сутки. Еловая экосистема лучшего бонитета в 1979—1982 гг. за летний сезон всегда снижала запас воды в профиле, а вертикальное течение в подпочвенном слое (T_v) в годичной сумме всегда было отрицательным, вследствие чего расходовались запасы подпочвенных слоев. Сумма эвапотранспирации за летний период была постоянной, осадки были всегда дефицитными. Еловая экосистема худшего бонитета на псевдогле имела преимущественно положительные значения T_v (она поставляла воду в грунтовые воды даже во время вегетационного периода). Это обусловлено не только меньшим расходом воды и меньшей биомассой, но и свойствами почвы.

Месячный баланс характеризуется уже более разнородными средними эвапотранспирации и наблюдаются определенные ее зависимости с экологическими факторами. Значения среднесуточной эвапотранспирации из коротких (несколькодневных) интервалов детального баланса показывают наибольшие колебания и самые тесные взаимозависимости с экологическими факторами. Хотя эвапотранспирация в сезонном среднем относительно и постоянная, очень варьирующий детальный баланс показывает, насколько большое значение имеют экологические условия в период максимального прироста (прирост в толщину измеряли микрометрическим методом).

Детальный баланс характеризовался высокими максимумами суточных средних данных несколькодневных интервалов (5—6 мм в сутки). Кривая хода эвапотранспирации может быть многовершинной, зависящая от давления всасывания воды и влажности почвы.

лесная гидрология; лесное почвоведение; еловые насаждения; Желивка

MRÁZ, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Water Balance of Hilly Spruce Stands on the Hydropedological Basis*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 1-14.

In the ecosystems of hilly spruce stands on acidic illimerized soil (of higher site quality) and on pseudogley (of lower site quality) we determined the components of the water balance of soil by tensiometer measuring the suction pressure of water in the soil, by determining gravimetrically soil moisture contents and by recording precipitation sums in troughs under the forest stands.

The seasonal balance (over summer and winter periods) showed an interesting finding about the uniformity of daily means of evapotranspiration value in the summer periods of 1979—1982 (in better-quality stands 1.99—2.09 mm per day) and apparently the first findings about evapotranspiration in the winter periods; the sum with vertical flow (very small in this case) makes 0.65—0.80 mm a day. In the spruce ecosystem of better quality, water resources in the soil profile decreased in the years 1979—1982, and the yearly sum of vertical flow in subsoil (T_v) was always negative; water resources in subsoil were in this way depleted. The evapotranspiration sum was constant over the summer period, precipitation sum was always deficient. In the spruce ecosystem of lower quality on pseudogley the values T_v were mostly positive (the vertical flow supplied water to groundwaters also in the growing season). This can be explained both by the lower water consumption of the smaller biomass, and by the soil properties.

The daily means of evapotranspiration of the monthly balance are rather differentiated, and there are certain relations with the ecological factors. The values of average daily evapotranspiration calculated from short (several-day) intervals of detailed balance fluctuate to the highest degree and are the most closely related with ecological factors. Even though the seasonal evapotranspiration mean is relatively steady, the great importance of ecological conditions in the period of maximum increment (diameter increment was measured micrometrically) can be seen from the variable detailed balance.

Detailed balance showed the high maximum daily means of several-day intervals (5—6 mm per day). The evapotranspiration curve can have several peaks, it is proportional to the suction pressure and moisture content of soil.

forest hydrology; forest pedology; spruce stands; Želivka

MRÁZ, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady). *Wasserbilanz von Fichtenbeständen des Berglandes auf hydrologischer Grundlage*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 1-14.

In den Ökosystemen der Fichtenbestände des Berglandes auf sauerem illimisiertem Boden (besserer Bonität) und auf Pseudogley (niedriger Bonität) wurden Elemente der Wasserbilanz des Bodens aufgrund der Messung der Saugspannung im Boden mit Hilfe von Tensiometern, der gravimetrischen Bestimmung der Bodenfeuchte und aufgrund der Messung der Bestandesniederschläge mit Hilfe von Meßtrögen ermittelt.

Die Saisonbilanz (für den Sommer- und für den Winterzeitraum) brachte die interessante Erkenntnis über die Ausgeglichenheit der täglichen Durchschnittswerte der Evapotranspiration im Sommerzeitraum 1979—1982 (in Beständen besserer Bonität 1,99 bis 2,09 mm pro Tag), und wahrscheinlich die ersten Erkenntnisse über die Evapotranspiration im Winterzeitraum; in Zusammenfassung mit dem hier sehr geringen Vertikalfluß 0,65 bis 0,80 mm pro Tag. Das Fichtenökosystem besserer Bonität hat in den Jahren 1979 bis 1982 während der Sommersaison stets den Wasservorrat des Bodenprofils herabgesetzt und der Vertikalfluß durch den Unterboden (Tiefensickerung T_p) war in der Jahressumme stets negativ, es kam daher zur Ausschöpfung der Wasservorräte des Unterbodens. Die Summe der Evapotranspiration für die Sommersaison war konstant, die Niederschläge wiesen stets ein Defizit auf. Das Ökosystem der Fichte niedrigerer Bonität auf Pseudogley wies überwiegend positive T_p -Werte auf (es lieferte Wasser dem Grundwasser auch im Vegetationszeitraum). Es ist sowohl durch den geringeren Wasserverbrauch der kleineren Biomasse bedingt, als auch durch die Bodeneigenschaften.

Die monatliche Bilanz weist bereits stärker differenzierte Tagesdurchschnittswerte der Evapotranspiration auf und es werden bestimmte Zusammenhänge mit ökologischen Faktoren deutlich. Die Werte der durchschnittlichen täglichen Evapotranspiration aus kurzen Intervallen (eine Tage) der Detailbilanz weisen die größten Schwankungen und die engsten Zusammenhänge mit den ökologischen Faktoren auf. Obwohl die Evapotranspiration im Saisondurchschnitt relativ konstant ist, zeigt die sehr variable Detailbilanz, was für eine große Bedeutung die ökologischen Bedingungen im Zeitraum des höchsten Zuwachses aufweisen (der Durchmesserzuwachs wurde mikrometrisch gemessen).

Die Detailbilanz wies hohe Maxima täglicher Durchschnittswerte kurzer Intervalle (einige Tag) auf, und zwar 5 bis 6 mm pro Tag. Die Kurve des Verlaufs der Evapotranspiration kann mehrere Gipfel aufweisen, die letztere hängt annähernd indirekt proportional von der Saugspannung und direkt proportional von der Bodenfeuchtigkeit ab.

Forsthydrologie; forstliche Bodenkunde; Fichtenbestände; Želivka

Adresa autora:

Ing. Karel Mráz, DrSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 255 01 Praha 5 - Zbraslav

VLIV IMISÍ NA KVALITU PYLU SMRKU ZTEPILÉHO [*PICEA ABIES* (L.) KARST.] V BESKYDECH

J. Pospíšil, L. Alferi

POSPÍŠIL, J. — ALFERI, L. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Vliv imisí na kvalitu pylu smrku ztepilého [Picea abies (L.) Karst.] v Beskydech*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 15-32.

Vytvoření životaschopného semene závisí u lesních dřevin na řadě faktorů. Prvním předpokladem je však přítomnost dostatečného množství fertilního pylu daného druhu a jeho přenos na samičí generativní orgány. Je tedy možno na základě zjištěné kvality produkovaného pylu usuzovat na zdárný počátek oploďňovacího procesu. Rozdílná nadmořská výška jednotlivých lokalit (z oblasti Beskyd) měla přirozeně vliv na uvolňování pylu i na připravenost samičích květenství k jeho přijetí. Rok 1980 je možno považovat za rok semenný s bohatou úrodou a předcházejícím bohatým kvetením smrku ztepilého. Kvalita pylu zjišťovaná in vitro v 10% sacharóze vykazovala rozdílnou klíčivost. Byl zjištěn výskyt teratologických změn a polysifonie klíčícího pylu. Se vzrůstajícím imisním zatížením jednotlivých lokalit byl zjištěn zvýšený počet deformací pylových zrn. Současně byla sledována velikost pylových zrn a délka pylových láček. Z uvedeného je patrný vliv imisí na kvalitu pylu vyvíjejícího se v přírodních podmínkách beskydské oblasti.

jehličnany; imise; pyl; znečišťování životního prostředí

Produkce plodů a semen lesních dřevin je jedním ze základních předpokladů přirozené i umělé obnovy lesa. Je třeba si uvědomit, že nejen kvantita, ale především kvalita získaného osiva má z genetického hlediska spolu s četností opakování semenných roků prvořadý význam pro vypěstování dostatečného množství výsadbyschopných sazenic určených k zalesňování.

Na zvlášť extrémních lokalitách zasažených exhaláty jde často o pouhou existenci lesa, i když donedávna se zde nacházely kvalitní porosty ať již autochtonních, nebo alochtonních dřevin, v horských oblastech převážně smrku ztepilého.

Lesní porosty v oblasti Beskyd vykazují vážná poškození způsobená průmyslovými exhaláty. Maximální pozornost je proto věnována záchraně genofondu cenných ekotypů smrku z této oblasti.

V předložené práci řešené v rámci výzkumného úkolu Výzkum náletu pylu horského a vysokohorského ekotypu smrku v Jeseníkách a Beskydech, jsou uvedeny výsledky zjišťování kvality pylu in vitro u smrku ztepilého, *Picea abies* (L.) Karst., rostoucího v Beskydech pod vlivem různého imisního zatížení.

V poslední době je publikováno stále více prací, které pojednávají o škodlivém působení exhalátů na celé lesní oblasti, jejich porosty i jednotlivé druhy lesních dřevin (Bauer 1983, Filip 1981, Kalina 1983, Kjersgaard 1982, Latner 1982, Materna 1983, Nymburský — Urban 1984 aj.).

Převážná část prací se většinou zabývá komplexním působením ex-

halátů, jen ojedinělé práce se u nás zabývají problematikou vlivu exhalátů konkrétně na plodnost lesních dřevin (Jurásek, Mareš, Vacek 1982, Málek 1983).

Je poměrně dosti obtížné zkoumat tuto problematiku, neboť zahrnuje celý průběh mikro i makrosporogeneze, chování gamety samčí na samičím orgánu, jejich vzájemné vztahy v přípravách nebo průběhu oplodňovacího procesu.

Přenos pylu, jeho přítomnost v blízkosti samičí makrospory je počáteční etapa celého oplodňovacího procesu. Také v tomto případě rozhoduje řada většinou vnějších faktorů, která se spoluúčastní na transportu pylu (Křiž 1963, 1964, 1966; Chalupa 1969, 1985; Rohmeder, Schönbach 1959, Pospíšil 1975, 1978, 1978; Nekrasova 1983).

Známost skutečností je, že jak u živočichů, tak i u rostlin je rozdílný poměr v produkci gamet samčích a samičích. Samčích gamet je vytvořeno mnohonásobně více než gamet samičích.

Hrubý (1961) uvádí, že tato nadprodukce samčích gamet není plýtváním, ale pouze zajištěním zplození potomstva, udržení druhu. Lze předpokládat, že větší množství výskytu samčích gamet má příznivý vliv na úpravu intimního prostředí, ve kterém se uskutečňuje pronikání samčích gamet ke gametám samičím, i na vlastní proces oplození.

Golubinskij (1974) uvádí svá vlastní pozorování, i práce řady autorů, o zvýšené aktivitě pylových zrn při jejich větším seskupení než při jednotlivém výskytu.

Je-li při vlastním oplození možnost určitého výběru, přenos pylu na samičí generativní orgány je potom zcela náhodný, ovlivňovaný řadou vnějších činitelů, z nichž rozhodující úlohu má — u anemofilních dřevin — teplota, pohyb vzduchu a v neposlední řadě i vliv exhalátů.

METODIKA

Výzkum a řešení tohoto dílčího úkolu záviselo na kvetení smrku ztepilého. Je všeobecně známa nepříznivá situace v tomto směru již po delší období, která se projevuje prodlužováním intervalů mezi semennými roky.

Z jednotlivých stromů na vybraných lokalitách byla odebírána samčí květenství pro získání pylu, zjištění jeho klíčivosti (fertility) in vitro a dalších charakteristik.

Před vyprášením (uvolněním) pylu na vybraných lokalitách z jednotlivých výběrových stromů (VS) a vzorníků (VZ) byly odřezány větve s dostatečným množstvím samčích květenství, pyl byl získán v laboratorních podmínkách a uskladněn ve zkumavkách nad CaCl_2 v chladničce. Zaklíčování uskutečněno v 10% vodním roztoku sacharózy metodou Pospíšilovou (Pospíšil 1956). Za 24 hodin po zaklíčení a fixaci bylo sledováno % klíčivosti, délka, tloušťka, teratologické změny pylových láček a výskyt anomálií klíčího pylu. Po úpravě pylu acetolýzou (Erdtman 1956) byla zjišťována velikost (délka, včetně vzdušných vaků a šířka) 100 pylových zrn (PZ).

Sledování bylo uskutečněno na:

a) 10 výběrových stromech v SPR Plenisko LZ Jablunkov — výběrové stromy stanovil Kantor (Lipowski 1982).

b) 12 vzornících (VZ) ve čtyřech pásmech různého imisního zatížení SO_2 , vzorníky stanovil Vlček (1982): pásmo 1 — relativně čisté (Dolní Lomná), pásmo 2 — mírně poškozované (Hradiště), pásmo 3 — středně poškozované (Šumbark), pásmo 4 — silně poškozované (Radvanice).

Všechny získané údaje byly zpracovány matematicko-statistickými metodami, uváděné hodnoty jsou průměrné ($\bar{x}$).

CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH LOKALIT

a) Státní přírodní rezervace (SPR) Plenisko byla zřízena výnosem MŠK čj. 18 986/55 ze dne 4. 7. 1956. Nachází se na hřebenové části masívu Stožek - Krkavice ve výšce 760—980 m n. m. Rozloha činí 16,31 ha, průměrné roční srážky 1140 mm, půda písčitohlinitá, geologické podloží godulský pískovec. Jde o smíšený porost buku, jedle a smrku pralesovitého charakteru, na kamenitém a skalnatém svahu s jižní expozicí. V SPR jsou četná prameniště. Věk stromů istebňanského ekotypu se pohybuje v rozmezí 60—160 let. (Obr. 1, 3.)

b) Severomoravské státní lesy — PŘ Krnov.

Pásmo 1 — Dolní Lomná, lokalita je umístěna v nadmořské výšce 600 m na mírném jižním až jihozápadním svahu hory Kozubová. Plocha je ze všech stran chráněna hřebeny Těšínských Beskyd (900 m n. m.). Porost 359a2, polesí Dolní Lomná, LZ Jablunkov, terénní typ 4, plocha 10,31 ha, věk 88 let, zakmenění 9, typologická jednotka 5F2, 5S1. Kmenovina ze sadby, z náletu, smíšení ve skupinách, buk zastoupen především ve střední části a podél JZ okraje skupiny. Vtroušené dřeviny jasan, klen, bonitní stupeň 1 (smrk), 4 (buk), genetická klasifikace IIC. Zastoupení dřevin — smrk 90, buk 10; průměrná výška smrku 30 m, $\varnothing d_{1,3} = 32$ cm.

Pásmo 2 — Hradiště, lokalita je umístěna v nadmořské výšce 295 m na rovině až velmi mírném jihozápadním svahu v lese zvaném Hradišťák v k. ú. Hradiště. Porost 236a8, I. skupina polesí Albrechtice u Českého Těšína, ÚLZ Šenov, terénní typ 1, plocha 3,72 ha, věk 95 let, zakmenění 10, genetická klasifikace IIC, typologická jednotka 3P1. Tvárná kmenovina smíšená jednotlivě, nerovnoměrně zapojená. Zastoupení dřevin — smrk 93, borovice 7, $\varnothing$ výška smrku 28 m, $\varnothing d_{1,3} = 31$ cm. Bonitní stupeň 3 (smrk).

Pásmo 3 — Šumbark, lokalita je umístěna v nadmořské výšce 280 m na mírném jihojihozápadním svahu v Pežgovském lese v k. ú. Šumbark. Porost 509d1, polesí Ostrava, ÚLZ Šenov, terénní typ 1, plocha 13,00 ha, věk 86 let, zakmenění 8, genetická klasifikace IIC, bonitní stupeň 4 (smrk). Kmenovina tloušťkově i výškově diferencována, ze sadby, smíšená v hloučcích, jednotlivě, nerovnoměrně, místy mezernatá, zabuřenělá, při východním okraji kotlík, vtroušené dřeviny vejmutovka, bříza. Zastoupení dřevin — smrk 77, borovice 12, dub 1, olše 9, $\varnothing$ výška smrku 24 m, $\varnothing d_{1,3} = 27$ cm. Poškozeno exhaláty, stupeň č. 1.

Pásmo 4 — Radvanice, lokalita je umístěna v nadmořské výšce 272 m na mírném jihojihozápadním svahu v Radvanickém lese v k. ú. Ostrava - Radvanice. Porost 525b1, I. skupina polesí Ostrava, ÚLZ Šenov, terénní typ 1, plocha 2,20 ha, věk 86 let, zakmenění 4, genetická klasifikace IIC, bonitní stupeň 3 (smrk). Zbytek kmenoviny, smíšení jednotlivě, celoplošně mezernatý, zabuřenělý. Vtroušené dřeviny buk, bříza. Zastoupení dřevin — smrk 94, borovice 3, modřín 1, dub 2, $\varnothing$ výška smrku 26 m, $\varnothing d_{1,3} = 29$ cm. Poškozeno exhaláty, stupeň č. 3 (tabulka I, obr. 2, graf na obr. 4).

VÝSLEDKY A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Bohatý nástup kvetení smrku ztepilého v roce 1980 vytvářel předpoklad bohaté úrody semen, a tím i možnost zahájení výzkumných prací.

I. Charakteristika výběrových stromů (Plenisko) a vzorníků (Šenov a Jablunkov).
 — Characteristics of plus trees (Plenisko) and sample trees (Šenov and Jablunkov)

Lokalita Číslo výběrového stromu (VS) Číslo vzorníku (VZ)	Výška m	$d_{1,3}$ cm	Věk
SPR Plenisko (LZ Jablunkov)			
VS 601	38,0	55,5	140
603	34,0	60,5	140
604	33,0	59,5	140
605	34,0	62,0	140
606	34,5	59,5	140
607	35,0	62,5	140
608	32,0	59,5	140
609	35,0	65,5	140
628	36,5	53,5	140
633	36,0	59,5	130
Dolní Lomná (LZ Jablunkov)			
VZ 11	41,2	54,7	88
12	42,7	54,7	88
13	41,3	58,9	88
Hradiště (ÚLZ Šenov)			
VZ 21	33,9	45,4	95
22	35,9	49,3	95
23	32,9	45,8	95
Šumbark (ÚLZ Šenov)			
VZ 31	29,1	40,7	86
32	31,2	46,8	86
33	31,2	46,8	86
Radvanice (ÚLZ Šenov)			
VZ 41	25,8	37,4	86
42	24,2	39,8	86
43	24,0	35,5	86

(Lipowski 1983, Vlček 1982)

Odběr větví se samčími květenstvími byl uskutečněn dne 7. 6. 1980 z VS 601, 603, 604 606, 607, 608, 609, 628 a 633 lokality SPR Plenisko, 30. 5. 1980 z VZ 11, 12, 13 lokality Dolní Lomná, 14. 5. 1980 z VZ 31, 32, 33 lokality Šumbark a VZ 41, 42, 43 lokality Radvanice, 15. 5. z VZ 21, 22, 23 lokality Hradiště.

Získaný pyl byl po dozrání prašníků v laboratorních podmínkách podroben dalším rozborům.

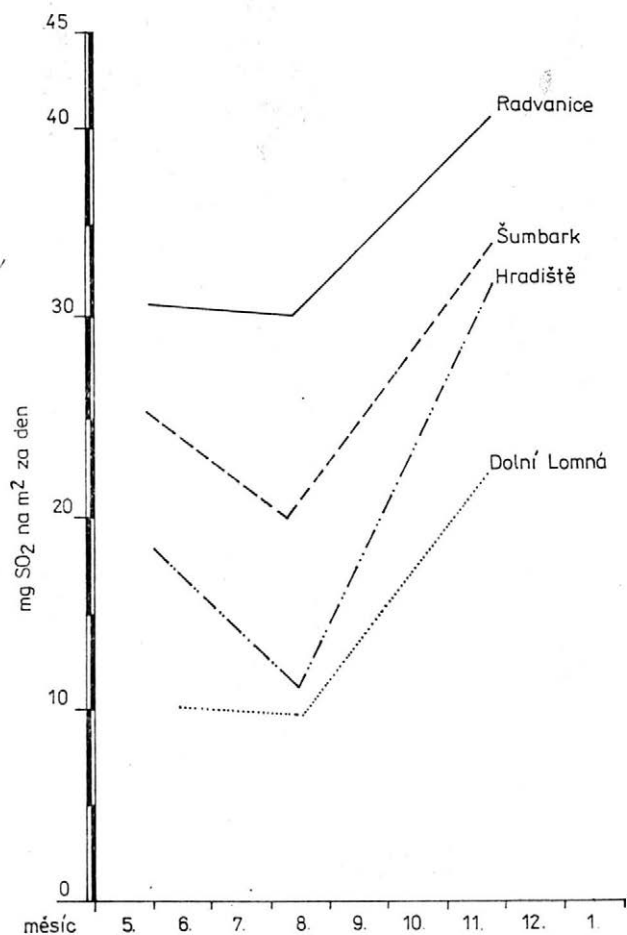
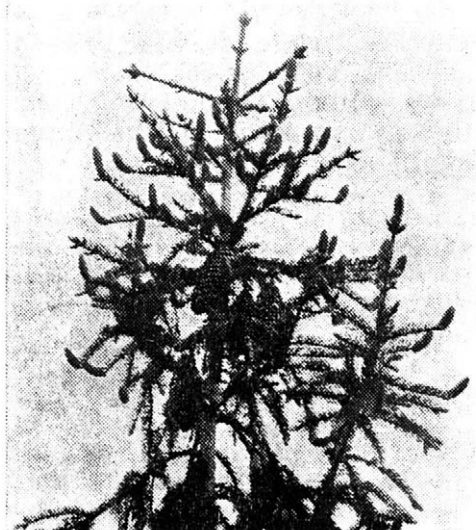
KLÍČIVOST PYLU

Klíčivost pylu byla zjišťována in vitro ve vodním roztoku 10% sacharózy (obr. 5). Z grafu vyplývá, že nejmenší klíčivost ze zkoumaných lokalit mají VS ze SPR Plenisko (30,05 %), potom následují VZ z lokality Hradiště (41,30 %), Radvanic (65,10 %), Šumbarku (80,83 %) a největší klíčivost dosahují VZ z lokality Dolní Lomná (92,10 %).

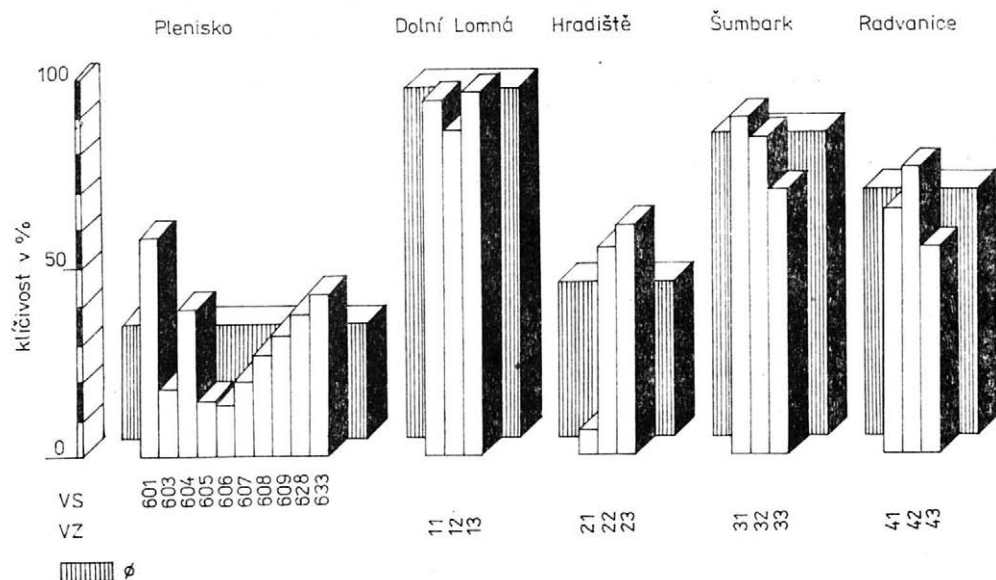


1. Imisemi poškozený výběrový strom 603 (SPR Plenisko). Snímek Hauck. — Plus tree 603 injured by air pollution (Plenisko). The photo by Hauck
2. Vzorník 41 (Radvanice). Snímek Vlček. — Sample tree 41 (Radvanice). The photo by Vlček

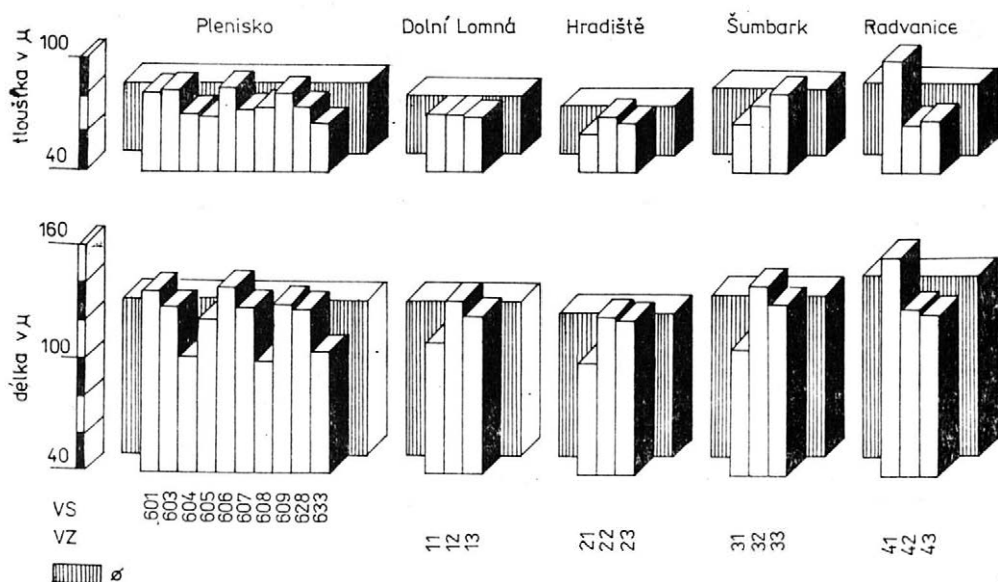
3. Kvetoucí výběrový strom 606 (SPR Plenisko). Snímek Hauck. — Flowering plus tree 606 (Plenisko). The photo by Hauck



4. Průměrná depozice SO₂ na jednotlivé lokality v průběhu semenného roku 1980. — Average values of SO₂ deposition at different localities during the seed year 1980



5. Průměrná klíčivost pylových zrn *in vitro* na jednotlivých lokalitách. — The average values of *in vitro* germination of pollen grains at different localities



6. Průměrná velikost pylových láček v μ . — Average size of pollen tubes in μ

Hodnotíme-li jednotlivé výběrové stromy mezi sebou zjistíme, že nejnížší klíčivost má VS 606 (14%) a nejvyšší VS 601 (58,30%) a že procento klíčivosti mezi jednotlivými výběrovými stromy značně kolísá. Také mezi vzorníky jsou patrné značné rozdíly v klíčivosti na jednotlivých lokalitách, nejmenší rozdíly jsou patrné mezi vzorníky na lokalitě Dolní Lomná.

II. Statistická charakteristika velikosti pylových láček v μ . — Statistical characteristics of pollen tube sizes in μ

Lokalita VS, VZ	Délka			Tloušťka		
	$\bar{x}$	s_x	vk %	$\bar{x}$	s_x	vk %
Plenisko	120,09	23,17	19,29	50,51	6,45	1,98
VS 601	153,14	34,84	22,75	78,83	9,15	11,61
603	177,42	38,53	21,72	37,66	6,95	18,45
604	163,33	5,36	3,28	33,23	8,20	24,74
605	140,46	5,95	4,24	79,40	1,76	2,22
606	64,53	12,25	18,98	37,13	1,73	4,66
607	105,68	11,84	11,20	34,33	2,70	7,86
608	77,48	5,80	7,49	42,22	6,65	15,75
609	96,72	18,57	19,20	37,44	3,86	10,31
628	105,32	47,29	44,90	56,52	5,41	9,57
633	116,86	51,29	43,89	68,34	18,12	26,51
Dolní Lomná	85,69	37,44	43,69	38,84	3,10	7,98
VZ 11	62,40	37,61	60,27	38,27	2,85	7,45
12	94,74	40,99	43,26	37,96	2,31	6,09
13	99,91	33,73	33,76	40,30	4,15	10,30
Hradiště	85,97	30,39	35,35	40,98	2,89	7,05
VZ 21	51,46	16,42	31,91	50,51	4,31	8,53
22	122,46	33,58	27,42	36,19	2,03	5,61
23	83,99	41,18	49,03	36,23	2,31	6,38
Šumbark	114,35	29,29	25,61	37,63	4,02	10,68
VZ 31	118,80	39,20	32,99	38,48	4,50	11,69
32	116,46	32,89	28,24	35,92	4,22	11,75
33	107,80	15,77	14,63	38,48	3,33	8,65
Radvanice	103,84	22,73	21,89	34,91	1,72	4,93
VZ 41	106,50	16,09	15,11	38,95	2,55	6,55
42	121,73	28,19	23,16	29,34	1,41	4,79
43	83,30	23,92	28,72	36,35	1,19	3,27

$\bar{x}$ — aritmetický průměr, s_x — směrodatná odchylka, vk — variační koeficient.

DÉLKA A TLOUŠŤKA PYLOVÝCH LÁČEK

Byla zjišťována po 24 hodinách prorůstáním zaklíčeného pylu (tabulka II, graf na obr. 6). Nejmenší délku pylové láčky mají vzorníky z lokality Dolní Lomná (85,69 μ), potom následují vzorníky z lokality

III. Testování rozdílů $\bar{x}$ velikosti pylových láček jedinců (t-test). — Testing the differences $\bar{x}$ in pollen tube sizes of individual trees (t-test)

SPR Plenisko										
VS	délky									
	601	603	604	605	606	607	608	609	628	633
601	—	4,6	2,8	3,5	23,8	12,8	21,3	14,2	8,1	5,8
603	36,6	—	3,6	9,4	27,7	17,7	25,5	18,7	11,7	9,3
604	36,9	4,1	—	28,4	73,5	44,1	108,1	39,2	12,1	8,9
605	0,6 ⁻	57,9	54,7	—	55,4	26,1	75,4	22,3	7,3	4,5
606	44,5	0,7 ⁻	4,6	170,4	—	24,9	9,5	14,4	8,3	9,8
607	46,1	4,4	1,2 ⁻	139,1	8,6	—	21,2	4,0	0,1 ⁻	2,1 ⁺
608	32,2	4,7	8,4	53,7	7,3	10,9	—	9,8	5,8	7,5
609	41,4	0,2 ⁻	4,6	98,4	1,7 ⁻	6,5	6,2	—	1,6 ⁻	3,6
628	20,8	21,3	20,5	41,0	33,9	36,5	16,6	28,5	—	1,6 ⁻
633	5,1	15,7	17,5	6,0	17,0	18,4	13,4	16,6	6,2	—
VS	601	603	604	605	606	607	608	609	628	633
	tloušťky									
Dolní Lomná										
VZ	délka			tloušťka						
	11	12	13	11	12	13				
11	—	5,78	7,39	—	0,87 ⁻	3,99				
12	—	—	0,97 ⁻	—	—	4,00				
Hradiště										
VZ	délka			tloušťka						
	21	22	23	21	22	23				
21	—	18,90	7,30	—	29,95	29,06				
22	—	—	7,20	—	—	0,13 ⁻				
Šumbark										
VZ	délka			tloušťka						
	31	32	33	31	32	33				
31	—	0,46 ⁻	2,39 ⁺	—	4,13	0,00 ⁻				
32	—	—	2,36 ⁺	—	—	4,74				
Radvanice										
VZ	délka			tloušťka						
	41	42	43	41	42	43				
41	—	4,67	8,01	—	32,51	9,19				
42	—	—	11,34	—	—	37,32				

0,6⁻ — rozdíly neprůkazné, 2,39⁺ — rozdíly průkazné, 4,7 — rozdíly vysoce průkazné.

IV. Testování rozdílů $\bar{x}$ velikosti pylových láček a pylových zrn mezi jednotlivými lokalitami (t-test). — Testing the differences $\bar{x}$ in the sizes of pollen tubes and pollen grains between the localities of investigation (t-test)

Pylové láčky					
lokalita	délka				
	Plenisko	Dol. Lomná	Hradiště	Šumbark	Radvanice
Plenisko	—	1,50 ⁻	1,79 ⁺	0,31 ⁻	1,08 ⁻
Dolní Lomná	4,29 ⁺⁺	—	0,01 ⁻	0,85 ⁻	0,59 ⁻
Hradiště	3,61 ⁺⁺	0,71 ⁻	—	0,95 ⁻	0,67 ⁻
Šumbark	4,16 ⁺⁺	0,34 ⁻	0,96 ⁻	—	0,40 ⁻
Radvanice	6,87 ⁺⁺	1,57 ⁻	2,55 ⁺	0,88 ⁻	—
tloušťka					
Velikost pylových zrn					
lokalita	délka				
	Plenisko	Dol. Lomná	Hradiště	Šumbark	Radvanice
Plenisko	—	0,04 ⁻	1,03 ⁻	0,60 ⁻	2,52 ⁺
Dolní Lomná	1,29 ⁻	—	0,74 ⁻	1,43 ⁻	1,71 ⁻
Hradiště	2,41 ⁺	0,79	—	1,04 ⁻	2,33 ⁺
Šumbark	0,31 ⁻	0,61 ⁻	1,33 ⁻	—	1,00 ⁻
Radvanice	0,39 ⁻	1,14 ⁻	1,90 ⁺	0,46 ⁺	—
tloušťka					

1,50⁻ — rozdíly neprůkazné, 2,41⁺ — rozdíly průkazné, 4,29⁺⁺ — rozdíly vysoce průkazné

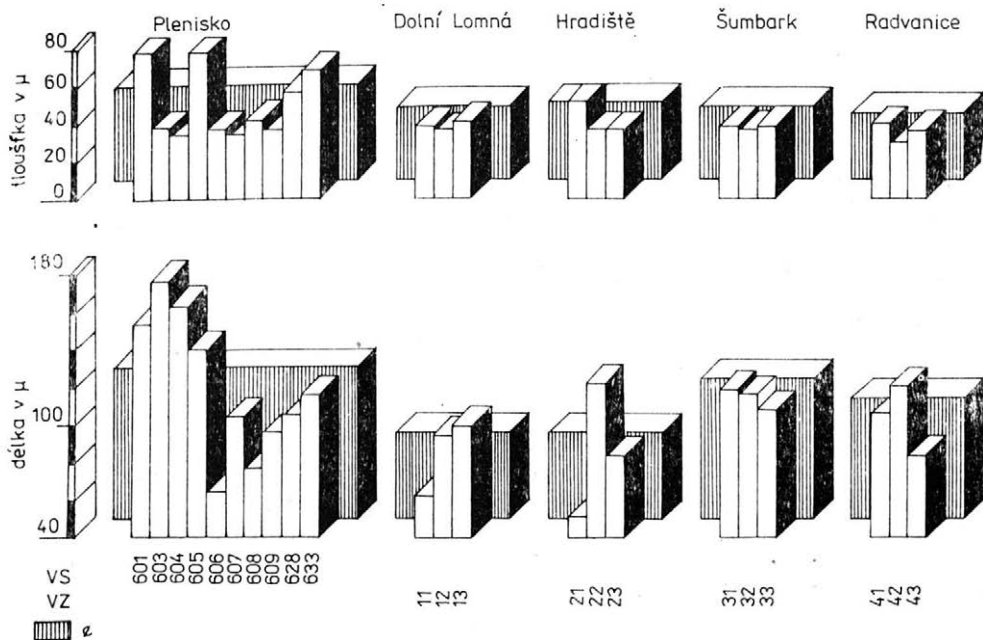
Hradiště (85,97 μ), Radvanice (103,84 μ), Šumbark (114,35 μ) a největší délku pylové láčky mají výběrové stromy ze SPR Plenisko (120,09 μ).

Hodnotíme-li jednotlivé výběrové stromy zjistíme, že nejkratší pylovou láčku má VS 606 (64,53 μ) a nejdelší VS 603 (177,42 μ). Tento rozdíl představuje 112,89 μ . Také mezi jednotlivými vzorníky na jednotlivých lokalitách jsou v některých případech značné rozdíly.

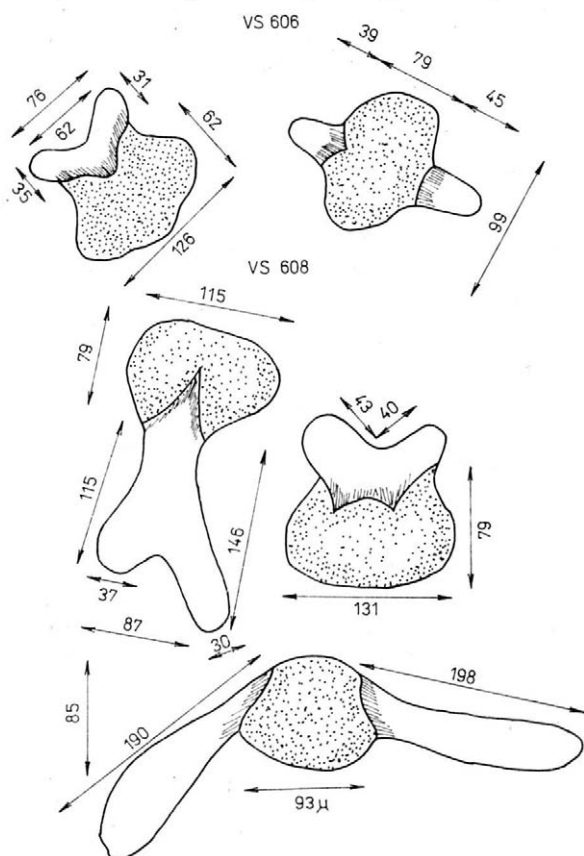
Nejmenší tloušťku pylové láčky mají vzorníky z lokality Radvanice (34,91 μ), pak následují lokality Šumbark (37,63 μ), Dolní Lomná (38,84 μ), Hradiště (40,90 μ) a největší tloušťku pylové láčky mají výběrové stromy ze SPR Plenisko.

Mezi jednotlivými výběrovými stromy i vzorníky z těchto lokalit jsou v tloušťce pylových láček rovněž značné rozdíly. Např. tloušťka pylových láček z VS 604 Plenisko = 33,23 μ , VS 605 = 79,40 μ (tabulka II, graf na obr. 6).

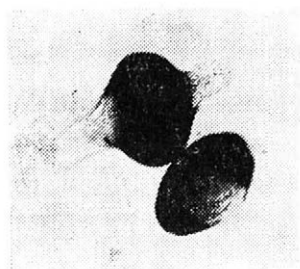
Rozdíly $\bar{x}$ délek i tlouštěk pylových láček na všech lokalitách jsou uvedeny v tabulce III, mezi jednotlivými lokalitami v tabulce IV.



7. Průměrná velikost pylových zrn v μ . — Average size of pollen grains in μ



8. Anomálie klíčího pylu. — Abnormalities of germinating pollen



9. Anomálie (polysifonie) klíčícího pylu, výběrový strom 603 (SPR Plenisko). — Abnormalities (polysiphony) of germinating pollen, plus tree 603 (Plenisko)
10. Anomálie (polysifonie) klíčícího pylu, výběrový strom 608 (SPR Plenisko). Snímky Alferi. — Abnormalities (polysiphony) of germinating pollen, plus tree 608 (Plenisko). The photos by Alferi

VELIKOST PYLOVÝCH ZRN — DÉLKA A ŠÍŘKA

Nejkratší pylová zrna mají vzorníky z lokality Hradiště ($115,90 \mu$), pak následují výběrové strany ze SPR Plenisko ($122,03 \mu$), Dolní Lomná ($122,21 \mu$), Šumbark ($126,32 \mu$) a nejdelší pylová zrna mají vzorníky z lokalit Radvanice.

Nejmenší šířku pylových zrn mají rovněž vzorníky z lokality Hradiště ($65,78 \mu$). Pak následují vzorníky z lokality Dolní Lomná ($70,87 \mu$), Šumbark ($74,98 \mu$), výběrové stromy ze SPR Plenisko ($78,46 \mu$) a nejširší zrna mají také vzorníky z lokality Radvanice ($78,16 \mu$) (tabulka V, graf na obr. 7).

Také mezi jednotlivými stromy na sledovaných lokalitách velikost pylových zrn kolísá. Např. u VS ze SPR Plenisko má nejkratší zrna VS 608 ($74,99 \mu$) nejdelší VS 606 ($85,26 \mu$), rozdíl činí $10,27 \mu$.

Rozdíl $\bar{x}$ délek i tloušťek pylových zrn na všech lokalitách jsou uvedeny v tabulce VI, mezi jednotlivými lokalitami v tabulce IV.

DEFORMACE PYLOVÝCH ZRN

Při zjišťování velikosti pylových zrn byl pozorován také výskyt deformace pylových zrn. Bylo zjištěno, že se vzrůstajícím imisním zatížením se vyskytuje více deformací. Maximum bylo zjištěno u výběrových stromů ze SPR Plenisko a vzorníků Radvanice ($7,80$ a $7,17 \%$).

ANOMÁLIE PŘI KLÍČENÍ

Při zjišťování klíčivosti byly pozorovány anomálie při klíčení pylových zrn, vyskytující se v různém zastoupení na jednotlivých zkoumaných lokalitách i u jednotlivých stromů a vzorníků (obr. 8–10).

DISKUSE

Úspěch oplodňovacího procesu, a tím i vytvoření životaschopného semene lesních dřevin závisí na řadě faktorů. Prvním předpokladem je však přítomnost dostatečného množství fertilního pylu daného druhu

V. Statistická charakteristika velikosti pylových zrn v μ . — Statistical characteristics of pollen grain sizes in μ

Lokalita	Délka			Tloušťka		
	$\bar{x}$	s_x	vk %	$\bar{x}$	s_x	vk %
Plenisko	122,03	9,19	7,53	76,46	7,22	9,44
VS 601	136,66	11,04	8,08	82,99	9,40	11,33
603	128,37	9,29	7,24	83,40	8,47	10,16
604	101,90	6,33	6,21	71,27	4,75	6,66
605	123,34	7,66	6,21	70,29	7,32	10,41
606	137,99	12,70	9,20	85,26	9,49	11,13
607	127,54	9,93	7,79	73,24	6,31	8,61
608	99,94	7,96	7,06	74,99	4,39	5,85
609	130,01	12,27	9,44	81,91	10,03	12,25
628	127,65	7,24	5,67	75,25	6,97	9,26
633	106,86	7,46	6,98	66,01	5,02	7,60
Dolní Lomná	122,21	7,97	6,52	70,87	6,31	8,90
VZ 11	109,04	6,30	5,78	71,03	5,47	7,70
12	132,81	9,57	7,21	71,05	6,09	8,57
13	124,77	8,03	6,43	70,52	7,37	10,45
Hradiště	115,90	9,04	7,80	65,78	6,58	10,00
VZ 21	100,46	8,45	8,41	61,43	5,60	9,12
22	124,14	7,52	6,06	69,52	7,12	10,24
23	123,09	11,15	9,06	66,39	7,03	10,59
Šumbark	126,32	10,93	8,65	74,98	7,24	9,65
VZ 31	107,30	8,57	7,99	66,58	5,48	8,23
32	140,79	8,63	6,13	76,58	6,19	8,08
33	130,88	15,58	11,90	81,80	10,06	12,30
Radvanice	135,99	8,19	6,02	78,16	6,44	8,24
VZ 41	155,28	10,06	6,48	99,75	8,46	8,48
42	126,71	5,41	4,27	66,13	4,39	6,64
43	125,98	9,11	7,23	68,60	6,47	9,43

a jeho přenos na samičí generativní orgány. Je tedy možno na základě zjištěné kvality produkovaného pylu usuzovat na zdárný počátek oplodňovacího procesu.

Rozdílná nadmořská výška jednotlivých lokalit měla přirozeně vliv na uvolňování pylu i na připravenost samičích květenství k jeho přijetí. Zatímco na lokalitách Radvanice a Šumbark počátek uvolňování pylu

VI. Testování rozdílů $\bar{x}$ velikosti pylových zrn jedinců (t-test). — Testing the differences $\bar{x}$ in pollen grain sizes of individual trees (t-test)

SPR Plenisko										
VS	délka									
	601	603	604	605	606	607	608	609	628	633
601	—	5,7	27,1	9,8	0,7 ⁻	6,1	26,8	4,0	7,6	22,2
603	0,3 ⁻	—	23,4	4,1	6,1	0,6 ⁻	23,1	1,0 ⁻	0,6 ⁻	17,9
604	11,1	12,4	—	21,5	25,3	21,6	1,9 ⁻	20,2	26,6	5,0
605	10,6	11,6	1,1 ⁻	—	9,8	3,3	21,0	4,5	4,1	15,2
606	1,6 ⁻	1,4 ⁻	13,2	12,4	—	6,4	25,2	4,5	7,0	21,0
607	0,7 ⁻	9,6	2,4 ⁺	3,0	10,4	—	21,6	1,5 ⁻	0,1 ⁻	16,5
608	7,7	8,7	5,7	5,4	9,7	2,2 ⁺	—	20,4	25,6	6,3
609	0,8 ⁻	1,1 ⁻	9,5	9,3	2,4 ⁺	7,2	6,2	—	1,6 ⁻	16,0
628	6,5	7,3	4,6	4,8	8,4	2,1 ⁺	0,3 ⁻	5,4	—	19,9
633	15,8	17,5	7,5	4,8	17,8	8,9	13,4	14,1	10,7	—
VS	601	603	604	605	606	607	608	609	628	633
	tloušťka									
Dolní Lomná										
VZ	délka			tloušťka						
	11	12	13	11	12	13				
11	—	20,64	15,33	—	0,02 ⁻	0,55 ⁻				
12	—	—	6,40	—	—	0,55 ⁻				
Hradiště										
VZ	délka			tloušťka						
	21	22	23	21	22	23				
21	—	20,83	16,09	—	8,89	5,49				
22	—	—	0,78 ⁻	—	—	3,11				
Šumbark										
VZ	délka			tloušťka						
	31	32	33	31	32	33				
31	—	27,40	13,19	—	12,04	13,22				
32	—	—	5,54	—	—	4,40				
Radvanice										
VZ	délka			tloušťka						
	41	42	43	41	42	43				
41	—	24,89	21,48	—	35,10	29,10				
42	—	—	0,69 ⁻	—	—	1,14 ⁻				

0,32⁻ — rozdíly neprůkazné, 2,13⁺ — rozdíly průkazné, 4,68 — rozdíly vysoce průkazné.

byl 14. 5. (nadm. výška 272 m a 280 m), na lokalitě Hradiště 15. 5. (nadm. výška 290 m), na lokalitě Dolní Lomná 30. 5. (nadm. výška 600 m) a na lokalitě SPR Plenisko 7. 6. (nadm. výška 870 m). Lze předpokládat, že rozdílná doba kvetení (uvolňování pylu a připravenost samičích květenství k jeho přijetí) v různých výškových pásmech znemožňuje do jisté míry opylení pylem z níže položených porostů a naopak. Např. při odběru samčích květenství z lokality SPR Plenisko 7. 6. byla také odebrána samičí květenství. Jejich rozbořením nebyla ještě zjištěna žádná přítomná pylová zrna, i když jinak přítomnost pylu ve značném množství byla zcela jasně patrna na půdním povrchu. Tento pyl pocházel z níže položeného porostu (650 m n. m.), který již v té době uvolňoval obla-ka pylu.

Klíčivost pylu odpovídá, s výjimkou lokality Hradiště, pásmům zařazení působení exhalátů. Pyl z lokality Dolní Lomná, která byla volena jako lokalita „relativně čistá“, měl také nejvyšší klíčivost. Překvapením je nízká klíčivost pylu z lokality SPR Plenisko, v té době považované ještě za exhaláty nedotčenou. Následný rozbor samičích květenství však signalizoval již značné znečištění prašnými imisemi. V současné době (1985) je lokalita SPR silně narušena působením imisí, odpovídajícím zařazení do pásma 4. Je tedy možno předpokládat, že na kvalitu pylu mělo vliv prostředí při jeho vývoji. Podstatně rozdílný věk stromů z lokality SPR Plenisko (140 let) a z ostatních lokalit (86–95 let) neměl patrně na kvalitu pylu (klíčivost) podstatný vliv. Rozdíly v kvalitě pylu mezi jednotlivými výběrovými stromy a vzorníky mohou být podmíněny genotypem.

Sledování délky a tloušťky pylových láček neposkytuje výsledky, odpovídající většině citovaných výsledků v literatuře. Golubinskij (1974) uvádí názory Tischlera z roku 1925, který na základě prací mnoha autorů se domnívá, že prorůstání a délka pylových láček je v přímé závislosti na výživě. Rozměry pylových zrn jsou pak podle řady autorů podmíněny množstvím výživných látek, které získávají při sporigenezi.

Z výsledků námi získaných není závislost délky a tloušťky pylové láčky na velikosti pylových zrn patrna (prokázána). Je však zajímavé, že nejmenší délky pylových láček ze stromů na všech zkoumaných lokalitách odpovídají — s výjimkou lokality Dolní Lomná — pylu z jedinců s nejmenším procentem klíčivosti. Je nutno ovšem přihlídnout k tomu, že v našem případě byla délka i tloušťka pylové láčky sledována 24 hodin, tedy nikoli do konečného růstu pylové láčky. Andersson (1954) uvádí, že mezi jednotlivými jedinci i v rámci jednotlivce se vyskytují v rozměrech i fertilitě pylu značné rozdíly, zejména u smrku a borovice. To dokumentují i naše výsledky sledování klíčivosti. Jako příklad nestejné fertility při téměř stejné velikosti pylových zrn je možno uvést velikost pylových zrn z lokality SPR Plenisko a z lokality Dolní Lomná. Délka pylové láčky v prvním případě je $120,03 \mu$ a klíčivost 30,05 %, v druhém případě $122,21 \mu$ a klíčivost 92,19 %. Také jedinci z těchto lokalit vykazují značné rozdíly ve velikosti pylových láček i pylových zrn (délky a tloušťky). Rozdíly velikosti pylových láček jsou u 86 % jedinců vysoce průkazné, 2,6 % průkazné a 11,4 % neprůkazné. Rozdíly velikosti pylových zrn jsou u 77,20 % jedinců vysoce průkazné, 3,50 % průkazné a 19,3 % neprůkazné.

Také Nekrasova (1983) uvádí údaje Kozubova z roku 1975, který zjistil ve velikosti pylových zrn smrku ztepilého ze tří rozdílných lokalit pouze nepatrné odchylky v jejich velikosti. Velikost pylových zrn smrku ztepilého uvádějí Rohmeder, Schönbach (1959) v rozmezí hodnot 90—120 μ .

Při sledování mikrosporogeneze modřinu evropského v porostech poškozovaných imisemi (Pospíšil, Richtár 1970) byl zjištěn zvýšený výskyt deformací pylových zrn. Také v tomto případě u smrku ztepilého je možno zjistit zvýšený podíl deformovaných pylových zrn na lokalitách se zvýšeným imisním zatížením.

Na výskyt anomálií při klíčení pylu in vitro upozorňují četní autoři (Golubinskij 1984, Končalová 1975, Nikolajeva 1962, Ostrolucká 1982, Pospíšil 1966, Schnarf 1929, Smirnov 1977 aj.). Také při zjišťování klíčivosti pylu smrku ztepilého bylo možno pozorovat různé teratologické změny pylových láček projevující se různými zduřeninami, rozdvojením pylové láčky hned při její bázi nebo v průběhu růstu. Bylo by jistě zajímavé zjistit, zda a do jaké míry se na teratologických změnách podílí vliv imisí již při mikrosporogenezi nebo vliv média. Většina pylových zrn zkoumaných jedinců smrku ztepilého klíčí monosifonicky, tj. vytváří jednu pylovou láčku, vyskytuje se však také polysifonie — tj. vytváření více, v našem případě dvou pylových láček. Tato problematika — biologie a fyziologie květních orgánů — by si vyžadovala samostatného výzkumného řešení.

ZÁVĚR

Ze získaných výsledků je možno učinit tyto závěry:

Rok 1980, kdy byly provedeny rozbory a sledování, je možno považovat za rok semenný s bohatou úrodou a předcházejícím bohatým kvetením smrku ztepilého.

Kvalita pylu z jednotlivých lokalit zjišťována in vitro v 10% sacharóze vykazovala rozdílnou klíčivost odpovídající stupni imisního zatížení.

Byl zjištěn výskyt teratologických změn a polysifonie klíčícího pylu.

Velikost pylových zrn kolísala od 115,90 do 135,99 μ délky (včetně vzdušných vaků) a od 65,78 do 78,16 μ šířky mezi jednotlivými lokalitami.

Se vzrůstajícím imisním zatížením jednotlivých lokalit byl zjištěn zvýšený počet deformací pylových zrn.

Délka pylové láčky po 24 hodinách kolísala od 85,69 do 120,09 μ , tloušťka od 34,91 do 50,51 μ mezi jednotlivými lokalitami.

Z uvedeného je patrný výrazný vliv imisí na kvalitu pylu vyvíjejícího se v přirozených podmínkách beskydské oblasti.

Literatura

- ANDERSSON, E.: Några data om pollenvariationen och pollenvariationen och pollenfertilitet hos grau och tall. Svensk. papperstidn., 1954
BAUER, F.: Zunehmende Waldschäden auch in Bayerisch — Schwaben. Allg. Forstz., 38, 1983, č. 11, s. 254-255
ERDTMANN, G. E.: Morfologija pylcy i sistematika rastenij. Moskva, 1956
FILIP, O.: Im Erzgebirge sterben die Wälder. Dtsch. Forstm., 21, 1981, č. 7, s. 189
GOLUBINSKIJ, J. H.: Biologia prorastanija pylcy. Naukova dumka, Kijev, 1974
HRUBÝ, K.: Genetika. ČSAV, Praha, 1961

- CHALUPA, V.: Množství pylu ve vertikálním profilu borového porostu. *Lesnictví*, 15, 1969, č. 10, s. 903-908
- CHALUPA, V.: Přenos pylu a vytváření geneticky hodnotných semen v semenných plantážích. *Lesnictví*, 31, 1985, č. 11, s. 945-958
- JURÁSEK, A. — MAREŠ, V. — VACEK, S.: Vliv znečištění ovzduší na plodivost smrkových porostů. *Lesnická práce*, 1982, č. 11, s. 492-503
- KALINA, F.: Lesní hospodářství a životní prostředí. *Lesnická práce*, 1983, č. 1, s. 3-5.
- KJERSGAARD, O.: Sur neb bór og skov. *Dansk. Skooforen, Tidenskr.*, 67, 1982, č. 1, s. 87-94
- KONČALOVÁ, N. M.: Studies in rose pollen. II. Branched pollen tubes. *Preslia*, 1975
- KRIŽO, M.: Opad i transport peľu lesných stromov I. Opad peľu jedle (*Abies alba* Mill.). *Sborník VŠZ, řada C*, 1963
- KRIŽO, M.: Opad i transport peľu lesných stromov II. Opad peľu smreka obyčajného (*Picea excelsa* Link), borovice lesnej (*Pinus silvestris* L.) a buka obyčajného (*Fagus sylvatica* L.). *Sborník VŠZ, řada C*, 1963
- KRIŽO, M.: Pollenniederschlag und transport bei dem Waldbaumen III. Pollenniederschlag der Eiche (*Quercus* sp.), Birke (*Betula* sp.) und Hainbuche (*Carpinus betulus* L.). *Sborník VŠZ, řada Cu*, 1966
- LATNER, J.: Schopnost listů lesních dřevin zachycovat prašné složky imisí. *Lesnická práce*, 1982, č. 10, s. 457-460
- LIPOWSKI, F.: Vylíšení ístebňanského ekotypu smrku ztepilého (*Picea abies* Karst.) v SPR Plenisko na LZ Jablunkov. *Dipl. práce, VŠZ-LF Brno*, 1983
- MÁLEK, J.: K otázce vlivu znečištění ovzduší na plodivost smrku v horách. *Lesnická práce*, 1983, č. 9, s. 400-404
- MATERNA, J.: Vliv znečištění ovzduší na lesy. *Lesnictví*, 1983, č. 8, s. 647-648
- NIKOLAJEVA, Z. V.: Morfo-fiziologičeskije osobennosti prorastanija pylcy u jaseněj. *Doklady Akademii nauk SSSR*, Tom 146, 1962
- NYMBURSKÝ, B. — URBAN, K.: Lesy a průmyslové emise. *Lesnická práce*, 1984, č. 4, s. 149-152
- OSTROLUCKÁ, M. G.: Zvláštnosti klíčenia peľu in vitro druhov rodu *Quercus*. *Folia dendrologica*, 9, 1982
- POSPÍŠIL, J.: Šlechtění osiky. *Kandidátská disertační práce, VŠZ Brno*, 1956
- POSPÍŠIL, J.: Some results from a study of Microsporogenesis in the plus-tree of *Populus alba* No. 333. *Sborník VŠZ Brno, řada C/3*, 1966, s. 225-232
- POSPÍŠIL, J.: Výzkum náletu pylu na samičí orgány lesních dřevin. *Závěrečná zpráva, VŠZ-LF Brno*, 1975
- POSPÍŠIL, J.: Výzkum náletu pylu na samičí orgány modřínu evropského (*Larix decidua* Mill.). *Lesnictví*, 1978, č. 7, s. 581-599
- POSPÍŠIL, J.: Výzkum náletu pylu na samičí orgány smrku ztepilého (*Picea excelsa* Link). *Lesnictví*, 1978, č. 11, s. 979-990
- POSPÍŠIL, J. — RICHTÁR, V.: Mikrosporogeneze *Larix decidua* Mill. v porostech poškozovaných průmyslovými exhaláty v oblasti Ostravy. *Lesnictví*, 1970, č. 3, s. 263-272
- ROHMEDER, E. — SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. *Hamburg und Berlin*, 1959
- SCHNARF, K.: Embryologie der Angiospermen. 1929, Berlin
- SMIRNOV, A. I.: Žiznesposobnost pylcy nekotorych vidov chvojnyh introducentov. *Bjull. Glav. bot. sada*, 1977
- VLČEK, I.: Příčiny snížené plodnosti lesních dřevin. *Písemná práce k odborné zkoušce z kand. minima, VŠZ-LF Brno*, 1982
- NEKRASOVA, T. P.: Pylca i pylcevoj režim chvojnyh sibiri. *Nauka, Novosibirsk*, 1983

Došlo dne 5. 5. 1983

ПОСПИШИЛ, Й. — АЛФЕРИ, Л. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Влияние промышленных выбросов на качество пыльцы эли обыкновенной [*Picea abies* (L.) Karst.] в Бескидах. *Lesnictví*, 33, 1987 (1) : 15-32.

Образование жизнеспособных семян у лесных древесных пород обусловлено рядом факторов. Первым условием, однако, являются наличие достаточного количества фертильной пыльцы данного вида и ее перенесение на женские генеративные органы. Следовательно, на основе установленного качества производимой пыльцы, можно судить об успешном начале процесса размножения.

Разная высота над уровнем моря отдельных местопроизрастаний (в области Бескид), естественно, влияла на выделение пыльцы и на готовность женских соцветий к ее приему.

1980 год можно считать семенным годом с богатым урожаем и предшествующим обильным цветением ели обыкновенной. Качество пыльцы, которое устанавливали *in vitro* в 10%-ной сахарозе, показывало различную прорастаемость. Установили наличие тератологических изменений и полисифонии всхожей пыльцы. С повышающейся загрязненностью отдельных местностей промышленными выбросами увеличивалось число деформаций пылевых зерен. Параллельно изучали размер пылевых зерен и длину пылевых трубочек.

Из приведенного видно влияние промышленных выбросов на качество пыльцы, развивающейся в природных условиях бескидской области.

хвойные породы; промышленные выбросы; пыльца; загрязнение окружающей среды

POSPÍŠIL, J. — ALFERI, L. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *The Influence of Air Pollution on Pollen Quality in Norway Spruce [Picea abies (L.) Karst.] in the Beskid Mts.* Lesnictví, 33, 1987 (1) : 15-32.

The production of viable seed is influenced by a number of factors in woody plants. The first assumption is that a sufficient amount of fertile pollen has been produced in the given species and pollen transfer to female generative organs. Ascertaining the quality of produced pollen, the prosperous beginning of reproductive process can be deduced.

The altitudes above sea level of different localities (from the region of the Beskids) influenced pollen release and the readiness of female flowers to accept it.

The 1980 was a seed year with high seed yields and preceding rich flowering of Norway spruce. Pollen quality determined *in vitro* in 10% sucrose indicated differentiated germination. We found out the incidence of teratological changes and polysiphony of germinating pollen. With increasing air pollution at different localities a higher number of deformed pollen grain was observed. Pollen grain size and pollen tube length were studied at the same time.

The results of our observations demonstrate the apparent influence of air pollution on the quality of pollen produced in the natural conditions of the Beskids Mts.

coniferous trees; emissions; pollen; air pollution

POSPÍŠIL, J. — ALFERI, L. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Einfluß der Immissionen auf die Qualität des Pollens der Gemeinen Fichte [Picea abies (L.) Karst.] in den Beskiden.* Lesnictví, 33, 1987 (1) : 15-32.

Die Bildung lebensfähigen Samens hängt bei den Waldholzarten von einer Reihe von Faktoren ab. Die erste Voraussetzung stellt jedoch die Anwesenheit ausreichender Menge fertilen Pollens der gegebenen Art dar und seine Übertragung auf weibliche Generativorgane. Es ist deshalb möglich aufgrund der ermittelten Qualität des produzierten Pollens auf erfolgreichen Anfang des Vermehrungsprozesses zu schließen.

Die unterschiedliche Seehöhe der einzelnen Lokalitäten (aus dem Gebiete der Beskiden) hat natürlich die Freimachung des Pollens und die Bereitschaft der weiblichen Blütenstände für seinen Empfang beeinflusst.

Das Jahr 1980 kann als ein Samenjahr mit reicher Ernte und mit vorausgehender reicher Blüte der Gemeinen Fichte angesehen werden. Die Pollenqualität wurde *in vitro* in 10%iger Saccharose ermittelt und sie wies unterschiedliche Keimfähigkeit auf. Es wurde das Vorkommen teratologischer Veränderungen und der Polysiphonie des keimenden Pollens festgestellt. Mit steigender Immissionsbelastung der einzelnen Lokalitäten wurde eine erhöhte Anzahl von Deformationen der Pollenkörner festgestellt. Gleichzeitig wurde die Größe der Pollenkörner und die Länge der Pollenschläuche untersucht.

Aus den angeführten Tatsachen geht der Einfluß der Immissionen auf die Qualität des Pollens hervor, der sich in den natürlichen Bedingungen des Beskidengebietes entwickelt.

Nadelbäume; Immissionen; Pollen; Verunreinigung der Umwelt

Adresa autorů:

Prof. Ing. Jiří Pospíšil, DrSc., Ing. Ludmila Alferi, lesnická fakulta VŠZ, Lesnická 37, 662 66 Brno

RACIONALIZAČNÉ ASPEKTY VÝCHOVY ZMIEŠANÝCH MLADÍN V HORSKÝCH PODMIENKACH

J. Remiš, L. Lehotský

REMIŠ, J. — LEHOTSKÝ, L. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen; Výskumná stanica VÚLH, Liptovský Hrádok). *Racionalizačné aspekty výchovy zmiešaných mladín v horských podmienkach*. Lesníctví, 33, 1987 (1) : 33-48.

V príspevku rozoberáme vplyv rôznych metód prečistiek na kvantitatívnu štruktúru zmiešaného porastu sm-jd-bk v horských podmienkach Slovenska za 3-ročnú sledovanú periódu od doby vykonania zásahu. U štruktúry hodnotíme počet stromov, kruhovú plochu na 1 ha a priemernú kruhovú plochu na jeden strom. S ohľadom na kvantitatívnu produkciu sledujeme odraz zásahu na bežnom periodickom prírastku a prírastkovom percente na kruhovej ploche. Zo získaných výsledkov odvodzujeme z hľadiska racionalizácie najvhodnejší spôsob prečistky pre príslušný zmiešaný porast.

pestovanie lesov; výchova mladín; zmiešané porasty

Stále rastúce požiadavky na hospodárnosť a úsporu pracovných síl nás nútia hľadať také racionalizačné výchovné postupy, pri ktorých sa v čo najväčšom rozsahu zníži prácnosť výchovných zásahov. Táto požiadavka získava prioritné postavenie v rastovej fáze mladín, t. j. pri prečistkách. V tomto období sú porasty ťažko priechodné, čo sťažuje možnosť uplatnenia mechanizácie vo väčšom rozsahu a zvyšuje požiadavky na pracovné sily.

Osobitné špecifikum predstavuje výchova zmiešaných mladín v horských podmienkach na relatívne strmých svahoch. Pre tieto podmienky nie sú k dispozícii vhodné samojazdné mechanizačné prostriedky na rozčleňovanie mladých porastov a vlastná celoplošná selektívna výchova je značne práčna. Pri riešení výchovných postupov sa tu musia zohľadňovať dve základné požiadavky. Na jednej strane vystupuje požiadavka praxe na zjednodušenie a zhospodárnenie doterajších prácnych selektívnych metód výchovy so zameraním na ľahšie zvládnutie plánovaných výchovných úloh. Na druhej strane sú tu biologické zákonitosti rastu a vývoja jednotlivých drevín v porastoch, ktoré sa musia rešpektovať pri určovaní výchovných postupov. Úlohou výskumu je nájsť rozumné, kompromisné riešenie medzi týmito dvoma základnými požiadavkami tak, aby sa bezpečne dosiahli plánované výchovné ciele a nenarušila sa schopnosť lesa plniť ostatné požadované funkcie.

Problematickou racionalizácie výchovy zmiešaných porastov v horských podmienkach sa v posledných desiatich rokoch začal zaoberať aj výskum. Prvé poznatky z uplatnenia neceloplošnej výchovy pri prečistkách v zmiešaných porastoch smrek — jedľa — buk uvádzajú Štefančík (1975, 1977) a Paumer (1975). Pre jedľovo-smrekové mladiny navrhuje Korpeľ (1979) kombinovať schematický a selektívny zásah s uplatnením prvkov neceloplošnej výchovy. Komplexnejší pohľad

na smery racionalizácie výchovy zmiešaných mladín uvádza Korpel v roku 1981. V rámci riešenia úlohy „Výskum nových spôsobov prečistiek“ (Remiš a kol., 1982) sa zhodnocujú aj rôzne spôsoby prečistiek zmiešaných porastov v horských podmienkach 5. a 6. vegetačného lesného stupňa. Konkrétne pokyny pre lesnú prevádzku na racionálne uskutočňovanie výchovy mladín podľa hospodárskych súborov sú zahrnuté v publikácii Diferencované pestovanie lesov s produkčnou funkciou podľa hospodárskych súborov v SSR (Štefančík a kol., 1985).

Cieľom tohto príspevku je zhodnotiť rôzne spôsoby prečistiek v horských podmienkach 5. vegetačného lesného stupňa na výskumnej ploche (VP) Ďumbier.

METODIKA

SPÔSOB ZALOŽENIA VÝSKUMNÝCH PLOCH

VP Ďumbier bola založená v zmiešanom poraste základných drevín sm-jd-bk s určitým podielom ďalších sprievodných a hostovských drevín na Lesnom závode Brezno, v nadmorskej výške 800 m. S ohľadom na stanovištné podmienky ide o skupinu lesných typov *Abieto-Fagetum*, hospodársky súbor lesných typov 511, hospodársky súbor 55. Porast vznikol z kombinovanej obnovy, kde sa prirodzenou obnovou presadil hlavne buk. V týchto stanovištných podmienkach sa prejavuje silná kompetičná schopnosť buka, ktorý získava dominantné výškové postavenie a utláča primiešané ihličnaté dreviny. S ohľadom na ekologické požiadavky drevín a ich rastový rytmus musí zámer výchovy smerovať okrem úpravy žiadúceho drevinového zloženia aj k priamej podpore ihličnatých drevín, a to najmä smreka a jedle.

Celkom bolo založených 8 čiastkových výskumných plôch, z ktorých každá dosahuje výmeru 0,06 ha. So zreteľom na rozdielny vek sú čiastkové plochy umiestnené tak, že vytvárajú tri diferencované série:

I. séria VP — vek 25 rokov — 2 varianty:

A — selektívny celoplošný zásah (sm, jd, smc, bk, jv)

B — výchovná metóda cieľových stromov (sm, jd, smc, bk, jv);

II. séria VP — vek 20 rokov — 2 varianty:

A — selektívny neceloplošný zásah na striedavých 5 m širokých pruhoch (sm, jd, bk, jv),

B — nevychovávané, 5 m široké striedavé pruhy — kontrolná plocha (sm, jd, bk, jv, vr);

III. séria VP — vek 15 rokov — 4 varianty:

A — selektívny neceloplošný zásah na striedavých, 4 m širokých pruhoch (sm, jd, bk, jv),

B — nevychovávané, 4 m široké striedavé pruhy — kontrolná plocha (sm, jd, smc, bk, jv),

C — selektívny neceloplošný zásah na 3 m širokých striedavých pruhoch (sm, jd, bk),

D — nevychovávané, 3 m široké striedavé pruhy — kontrolná plocha (sm, jd, bk, jv).

POSTUP PRI VYZNAČOVANÍ VÝCHOVNÝCH ZÁSAHOV

Po vytýčení čiastkových plôch jednotlivých variantov výskumu a ich stabilizácii sme pristúpili k vyznačeniu výchovných zásahov.

Na variante s výchovnou metódou cieľových stromov sme prednostne pristúpili k vytypovaniu a k trvalému označeniu cieľových stromov farebným prúžkom a číslovaním. Za cieľové stromy sme zvolili relatívne najkvalitnejšie nadúrovňové a úrovňové jedince očakávaného cieľového zastúpenia. Potom sme pristúpili k vlastnému vyznačeniu zásahu, ktorý spočíval v uvoľnení cieľových stromov podľa ekologických požiadaviek jednotlivých drevín, teda v uplatnení pozitívneho výberu.

Na variantoch so selektívnou prečistkou sme pri vyznačovaní zásahu kombinovali negatívny výber (zdravotný, tvarový) s výberom pozitívnym, ktorý sme zamerali na priamu podporu drevín požadovaného cieľového drevinového zloženia.

Jedince určené k zásahu sme zreteľne označovali farbou alebo páskou z umelej hmoty.

MERANIE ZNAKOV STROMOV A KLASIFIKÁCIA ICH KVALITY

Pred uskutočnením výchovných zásahov sme u všetkých variantov výskumu zmerali hrúbku kmeňov priemerkou vo výške 1,30 m nad zemou s presnosťou na 1 mm. Evidovali sme iba stromy hrubšie ako 5 mm. Hrúbku $d_{1,3}$ sme vypočítali ako strednú hodnotu z dvoch na seba kolmých meraní.

Kvalitu stromu sme hodnotili súborne (kmeň, koruna, zdravotný stav) na I. sérii VP zatriedením jedincov do troch kvalitatívnych tried:

1. dobrý (tvárny, rovný, zvislý kmeň s úmernou korunou, zdravý),
2. sporný (kmeň s miernejším zakrivením, prípadne nevýrazný dvojjak vo vyššej časti, kde chyby môžu byť neskorším rastom zmiernené, zdravý),
3. zlý (kmeň s vážnymi nedostatkami, ktoré ani pokročilý rast nezmení natoľko, aby sa jedinec mohol presunúť do 2. až 1. triedy, teda krivý, výrazný dvojjak, výmladok točivého rastu, poškodený).

Ihneď po ukončení merania a klasifikácii sme pristúpili k výchovným zásahom. Na všetkých sériách VP sme použili vyhodnocovací interval 3 roky. Po uplynutí tohto intervalu sme u jednotlivých variantov výskumu opäť zmerali hrúbky stromov podobne ako pred zásahom.

SPRACOVANIE MATERIÁLU

Namerané hrúbky stromov sme zatriedili do stupňov a pre príslušné hrúbkové stupne sme z tabuliek zistili kruhové plochy. Potom sme pre jednotlivé varianty výskumu na základe počtu stromov jednotlivých drevín vypočítali kruhové plochy a kruhové plochy na 1 ha v m^2 . Pre lepšiu porovnateľnosť sledovaných variantov výskumu sme vypočítali aj priemerné kruhové plochy jedného stromu v cm^2 .

So zreteľom na značnú rôznorodosť štruktúr zmiešaných porastov sme posúdili základné znaky porovnateľnosti sledovaných variantov na základe počtu stromov a kruhových plôch. Ďalej sme pre jednotlivé varianty výskumu zhodnotili silu výchovného zásahu na základe počtu stromov a kruhovej plochy na 1 ha a pre I. sériu VP aj priemernú kvalitu.

Zo zistených kruhových plôch ihneď po zásahu a po uplynutí vyhodnocovacieho intervalu (3 roky) od doby uskutočnenia zásahu sme vypočítali bežné periodické prírastky a prírastkové percentá.

Nakoľko v porovnávaných variantoch ihneď po zásahu boli rôzne východiskové hodnoty kruhových plôch, upustili sme od testovania významnosti rozdielov výbe-

I. Základné znaky porovnateľnosti jednotlivých variantov výskumu vo východiskovom stave pred výchovným zásahom u I. série VP Ďumbier. — Basic characteristics of the comparability of experimental treatments in the initial condition of the stand before treatments on series I of the Ďumbier research areas

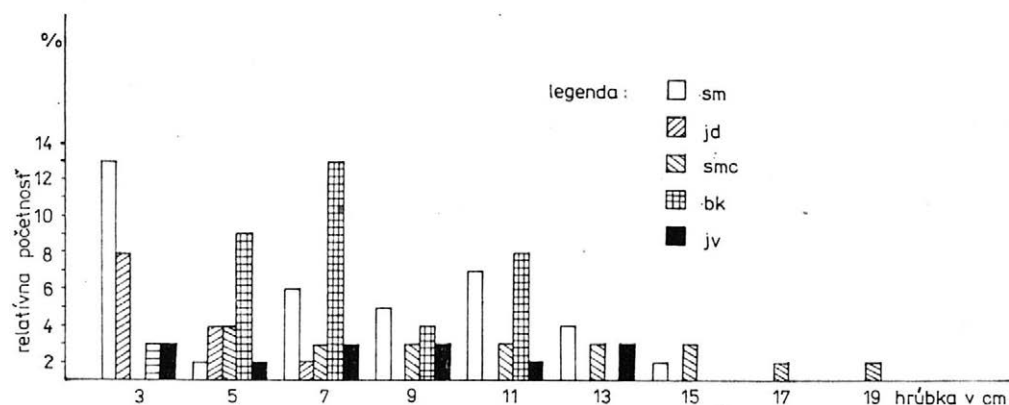
Variant	Drevina	Počet stromov na 1 ha		Kruhová plocha na 1 ha		Ø kruhová plocha
		abs.	%	m ²	%	cm ²
A	sm	3984	52	9,33	49	23,419
	jd	2433	32	2,88	15	11,837
	smc	300	4	2,65	14	88,333
	bk	717	9	3,70	20	51,604
	jv	150	3	0,33	2	22,000
	Spolu	7584	100	18,89	100	24,908
B	sm	2917	50	10,72	54	36,750
	jd	700	13	1,15	6	16,428
	smc	267	5	2,65	13	99,251
	bk	1300	23	4,02	20	30,923
	jv	333	6	1,33	7	39,940
	Spolu	5517	100	19,87	100	36,016

rových priemerov tohto znaku po uplynutí vyhodnocovacieho intervalu. Výhodným sa ukázalo zisťovať vplyv výchovného zásahu na kvantitatívne znaky produkcie hodnotením prírastkového percenta. Použitie tohto spôsobu vyhodnocovania biometrického materiálu v zmiešaných porastoch dobre poukazuje na vplyv zásahu, ktorý sa prejavuje v presadzovaní sa jednotlivých drevín so zreteľom na ich výšku prírastku, teda pri úprave kompetičných vzťahov.

VÝSLEDKY

POROVNATELNOSŤ JEDNOTLIVÝCH VARIANTOV VÝSKUMU

Aby sa jednotlivé varianty výskumu mohli medzi sebou vzájomne porovnávať, rozdiely vo východiskovom stave pred zásahom v určitých znakoch stromov (počet, hrúbka, kruhová plocha, výška) by nemali prekročiť vymedzenú hranicu. Táto hranica sa stanovuje do takej výšky, aby sa zachovala rovnorodosť stanovištných podmienok a štruktúry porastu medzi porovnávanými variantmi. Pařez (1958) uvádza, že rozdiely medzi kontrolnou plochou a ostatnými porovnávanými plochami vo východiskovom stave pred zásahom v počte stromov v kruhovej ploche a v strednej porastovej výške, by nemali prekročiť hodnotu 10 %. Uvedené hraničné hodnoty sa však týkajú rastovej fázy žrdkovín a žrdovín, pričom ich nemožno v celom rozsahu aplikovať na rastovú fázu mladín. V tomto období, a to najmä v zmiešaných porastoch, sa po vytvorení zápoja ešte značne prejavujú aj menšie vekové rozdiely jedincov na ich dynamike rastu, čo sa odráža v intenzívnom procese samozriedovania, výškovej a hrúbkovej diferenciácie. Je to fáza dynamických zmien v raste



1. Relatívne zastúpenie počtu stromov jednotlivých drevín podľa hrúbkových stupňov na variante B — s cieľovými stromami na VP Ďumbier pred zásahom. — Relative frequency of the tree number in various species according to diameter classes in treatment B — with final crop trees on the Ďumbier research area before treatment

a vývoji stromov, kedy aj nepatrné rozdiely v produktívnosti stanovišťa medzi porovnávanými variantmi výskumu môžu zapríčiniť prekročenie vymedzených hraníc sledovaných znakov.

Na sledovanej VP porovnáme rozdiely v počte stromov a kruhovej plochy na 1 ha, v zastúpení drevín a v priemernej kruhovej ploche na jeden strom medzi jednotlivými variantmi výskumu.

Z údajov v tabuľke I vyplýva, že v celkovom počte stromov na 1 ha medzi porovnávanými variantmi na I. sérii VP je rozdiel až 37,47 %. Pomerne značné rozdiely sú aj v priemernej kruhovej ploche najviac zastúpených drevín. Naproti tomu relatívne zastúpenie základnej dreveniny

II. Základné znaky porovnateľnosti jednotlivých variantov výskumu vo východiskovom stave pred výchovným zásahom u II. série VP Ďumbier. — Basic characteristics of the comparability of experimental treatments in the initial condition of the stand before treatments on series II of the Ďumbier research areas

Variant	Drevina	Počet stromov na 1 ha		Kruhová plocha na 1 ha		Ø kruhová plocha
		abs.	%	m ²	%	cm ²
A	sm	3533	44	4,39	27	12,426
	jd	1999	25	0,62	4	3,101
	bk	1533	19	9,39	59	61,252
	jv	866	12	1,62	10	18,707
	Spolu	7931	100	16,02	100	20,199
B	sm	3399	50	5,24	31	15,416
	jd	866	13	0,76	4	8,776
	bk	1533	23	9,55	56	62,296
	jv	866	13	1,23	7	14,203
	vr	66	1	0,07	2	12,121
	Spolu	6730	100	16,86	100	25,051

III. Základné znaky porovnateľnosti jednotlivých variantov výskumu vo východiskovom stave pred výchovným zásahom u III. série VP Dumbier. — Basic characteristics of the comparability of experimental treatments in the initial condition of the stand before treatments on series III of the Dumbier research areas

Variant	Drevina	Počet stromov na 1 ha		Kruhová plocha na 1 ha		Ø kruhová plocha
		abs.	%	m ²	%	cm ²
A	sm	4499	55	5,31	48	11,803
	jd	916	11	0,52	5	5,677
	bk	2083	25	4,05	35	19,443
	jv	666	9	1,26	11	18,919
	Spolu	8164	100	11,14	100	13,645
B	sm	3333	16	4,41	37	13,231
	jd	916	13	0,46	4	5,002
	smc	250	3	0,36	43	14,400
	bk	1916	26	5,23	13	27,296
	jv	833	12	1,55	3	18,607
	Spolu	7248	100	12,01	100	16,570
C	sm	6000	65	0,28	58	15,467
	jd	1400	15	0,38	2	2,714
	bk	1800	20	6,19	40	34,389
	Spolu	9200	100	15,85	100	17,228
D	sm	4216	46	5,86	46	13,899
	jd	1722	19	0,46	4	2,671
	bk	2600	29	5,72	46	22,000
	jv	540	6	0,52	4	9,630
	Spolu	9078	100	12,56	100	13,836

(smrek) je pomerne vyrovnané. Aj rozdiel v celkovej kruhovej ploche na 1 ha dosahuje medzi porovnávanými variantmi iba 5,18 %. V zmiešanom poraste s takou pestrú škálou drevín nie je prakticky možné rozmiestniť jednotlivé varianty tak, aby sa spĺňali všetky postuláty porovnateľnosti. Značnú rôznorodosť štruktúry pri tejto skladbe drevín dobre ilustruje obr. 1, ktorý udáva relatívne zastúpenie počtu stromov jednotlivých drevín v hrúbkových stupňoch pred zásahom pre variant B.

Ako vyplýva z údajov v tabuľke II, rozdiel v celkovom počte stromov medzi porovnávanými variantmi u II. série VP dosahuje 17,84 %. Naproti tomu základné dreviny (smrek a buk) majú pomerne vyrovnané zastúpenie a hodnota ich kruhových plôch nevykazuje podstatnejšie rozdiely. Podobne aj rozdiel v celkovej kruhovej ploche na 1 ha dosahuje iba 5,24 %. Teda sledované varianty A a B v tejto sérii VP môžeme už

IV. Sila výchovného zásahu v počte stromov a v kruhovej ploche na ha pre I. sériu VP Ďumbier. — The intensity of cleaning in relation to the tree number and basal area per 1 ha for series I of the Ďumbier research areas

Variant	Drevina	Počet stromov			Kruhová plocha		
		pred zásahom	zásah		pred zásahom	zásah	
		abs.	abs.	%	m ²	m ²	%
A	sm	3984	250	6	9,33	0,85	9
	jd	2433	550	23	2,88	1,04	36
	smc	300	117	39	2,65	0,60	23
	bk	717	183	25	3,70	0,84	22
	jv	150	50	33	0,33	0,20	60
	Spolu	7584	1150	15	18,89	3,59	19
B	sm	2917	300	10	10,72	2,04	19
	jd	700	—	—	1,15	—	—
	smc	267	50	19	2,65	0,41	15
	bk	1300	117	9	4,02	1,34	33
	jv	333	—	—	1,33	—	—
	Spolu	5517	467	8	19,87	3,79	19

v tejto rastovej fáze považovať za pomerne homogénne a dobre porovnateľné.

Z údajov v tabuľke III vidieť pomerne značné rozdiely v sledovaných znakoch v III. sérii VP. So zreteľom aj na rozdielnu šírku pruhov s výchovným zásahom a bez zásahu vytvoríme porovnateľné, paralelné dvojice variantov A : B a C : D.

Medzi variantmi A a B rozdiel v celkovom počte stromov dosahuje 12,63 % a v kruhovej ploche na 1 ha 7,80 %. Aj početné zastúpenie základných drevín smreka a buka je pomerne vyrovnané. Pri najviac zastúpenej drevine (smrek) aj hodnoty priemernej kruhovej plochy vykazujú minimálne rozdiely. Teda varianty A a B sú pomerne dobre porovnateľné.

Pri porovnaní variantov C a D rozdiel v celkovej kruhovej ploche na 1 ha dosahuje 26,19 %. Naproti tomu v počte stromov je rozdiel minimálny (1,34 %). Zastúpenie základných drevín (smrek a buk) je tiež pomerne vyrovnané a u smreka i priemerná kruhová plocha vykazuje iba minimálny rozdiel. Z toho vyplýva, že aj varianty C a D môžeme medzi sebou vzájomne porovnávať.

SILA VÝCHOVNÉHO ZÁSAHU

Vyjadríme ju v absolútnych hodnotách, a to v počte odstránených jedincov a v ich kruhovej ploche, ako aj v percentuálnom podiele týchto hodnôt zo stavu zisteného pred zásahom.

Ako vyplýva z údajov v tabuľke IV, pri celoplošnej selektívnej vý-

V. Sila výchovného zásahu v počte stromov a v kruhovej ploche na ha pre II. sériu VP Ďumbier. — The intensity of cleaning in relation to the tree number and basal area per 1 ha for series II of the Ďumbier research areas

Variant	Drevina	Počet stromov			Kruhová plocha		
		pred zásahom	zásah		pred zásahom	zásah	
		abs.	abs.	%	m ²	m ²	%
A	sm	3533	440	12	4,39	0,53	12
	jd	1999	—	—	0,62	—	—
	bk	1533	1200	78	9,39	7,66	82
	jv	866	380	44	1,62	0,69	43
	Spolu	7931	2020	25	16,02	8,88	55

chove na variante A bola sila zásahu vyjadrená v počte stromov 15 % a v kruhovej ploche 19 %. U jednotlivých drevín sa zásahom uskutočnila najväčšia redukcia počtu stromov u smrekovca (39 %) a vyjadrená v kruhovej ploche u javora (60 %).

Použitím výchovnej metódy cielových stromov na variante B dosiahla sila výchovného zásahu v počte stromov 8 % a v kruhovej ploche 19 %. Teda na variante B sa v porovnaní s variantom A odstraňovali u smreka a buka podstatne objemnejšie stromy. Zásahom sa najviac redukovala početnosť, podobne ako na variante A u smrekovca (19 %) a kruhová plocha u buka (33 %).

Z údajov v tabuľke V vidieť, že pri neceloplošnej výchove na striedavých 5 m širokých pruhoch na variante A dosiahla sila výchovného zásahu vyjadrená počtom stromov 25 % a kruhovou plochou 55 %. Ak prepočítame silu výchovného zásahu na celý porast, predstavuje u počtu stromov 14 % a u kruhovej plochy 27 %. Na pruhu s výchovným zásahom bola najväčšia sila výchovného zásahu tak v počte stromov (78 %), ako aj v kruhovej ploche (82 %), u buka.

Ako vidieť z údajov v tabuľke VI, pri neceloplošnej výchove na 4 m širokých striedavých pruhoch na variante A dosiahla sila výchovného zásahu v počte stromov 24 % a v kruhovej ploche 33 %. Po prepočte na celú plochu porastu predstavuje sila zásahu v počte stromov 13 % a v kruhovej ploche 16 %. Na výchovnou podchytených pruhoch sa prečistkou redukovalo zastúpenie utláčajúceho buka v počte stromov o 84 % a v kruhovej ploche o 90 %. U javora sme prakticky uskutočnili iba zdravotný výber silne poškodených tenkých jedincov.

Použitím neceloplošnej výchovy na 3 m širokých striedavých pruhoch na variante C dosahovala sila výchovného zásahu vyjadrená počtom stromov 22 % a kruhovou plochou 39 %. Po prepočte na celú plochu porastu je sila zásahu v počte stromov 11 % a v kruhovej ploche 22 %. Výchovným zásahom sa redukovalo zastúpenie utláčajúceho buka a nekvalitného smreka. U jednotlivých drevín na pruhoch so zásahom bola najväčšia sila zásahu v počte stromov (72 %) i v kruhovej ploche (79 %) u buka.

VI. Sila výchovného zásahu v počte stromov a v kruhovej ploche na ha pre III. sériu VP Ďumbier. — The intensity of cleaning in relation to the tree number and basal area per 1 ha for series III of the Ďumbier research areas

Variant	Drevina	Počet stromov			Kruhová plocha		
		pred zásahom	zásah		pred zásahom	zásah	
		abs.	abs.	%	m ²	m ²	%
A	sm	4499	—	—	5,31	—	—
	jd	916	—	—	0,52	—	—
	bk	2083	1743	84	4,05	3,65	90
	jv	666	250	38	1,26	0,04	3
	Spolu	8164	1993	24	14,14	3,69	33
B	sm	6000	700	12	9,28	1,25	13
	jd	1400	—	—	0,38	—	—
	bk	1800	1300	72	6,19	4,91	79
	Spolu	9200	2000	22	15,85	6,16	39

VII. Priemerná kvalita jednotlivých drevín vo východiskovom stave pred výchovným zásahom podľa variantov výskumu u I. série VP Ďumbier. — Average quality of various tree species in the initial state of the stand before treatment according to experimental treatments on series I of the Ďumbier research areas

Variant	Priemerná kvalita				
	sm	jd	smc	bk	jv
A	1,33	2,37	2,12	2,50	2,13
B	1,30	2,07	2,00	2,36	2,30
Celkom	1,31	2,22	2,06	1,43	2,21

PRIEMERNÁ KVALITA JEDNOTLIVÝCH DREVÍN

So zreteľom na to, že priemerná kvalita jednotlivých drevín sa rôzni, pre ilustráciu uvidíme jej porovnanie vo východiskovom stave pred zásahom na I. sérii výskumných plôch.

Z údajov v tabuľke VII vidieť, že priemerná kvalita jednotlivých drevín medzi porovnávanými variantami výskumu sa rôzni iba nepatrne, takže aj so zreteľom na kvalitatívne znaky produkcie môžeme porast považovať za pomerne homogénny. V I. sérii VP najvyššiu priemernú kvalitu vykazujú smrek (1,31) a smrekovec (2,06). U ostatných primiesaných drevín je kvalita podstatne horšia (jv — 2,21; jd — 2,22; bk — 2,43). Teda kvalita základnej produkčnej dreveniny — smreka — je dobrá, čo plne opodstatňuje pozitívny zámer výchovy na podporu smreka, aby sa presadil aj v kvantitatívnej produkcii.

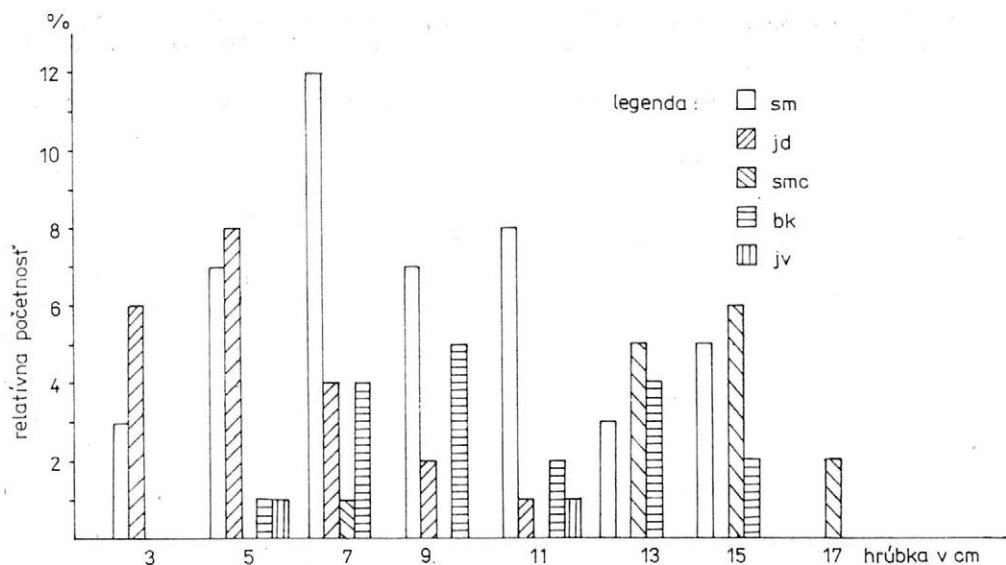
VIII. Bežný periodický prírastok na kruhovej ploche na ha pre I. sériu VP Ďumbier.
— Current periodic increment of the basal area per 1 ha for series I of the Ďumbier research areas

Ukazovateľ	Drevina	Variant	
		A	B
Kruhová plocha v m ² ihneď po zásahu	sm	8,48	8,68
	jd	1,84	1,15
	smc	2,05	2,24
	bk	2,86	2,68
	jv	0,13	1,33
	Spolu	15,36	16,08
Kruhová plocha v m ² 3 roky po zásahu	sm	11,87	12,76
	jd	2,37	1,47
	smc	3,26	3,47
	bk	3,60	3,48
	jv	0,19	1,96
	Spolu	21,29	23,14
Běžný periodický prírastok v m ²	sm	3,39	4,08
	jd	0,53	0,32
	smc	1,21	1,23
	bk	0,74	0,80
	jv	0,06	0,63
	Spolu	5,93	7,06
Prírastkové percento	sm	39,98	47,00
	jd	22,80	27,82
	smc	59,02	54,91
	bk	25,87	29,85
	jv	46,15	47,37
	Spolu	38,61	43,90

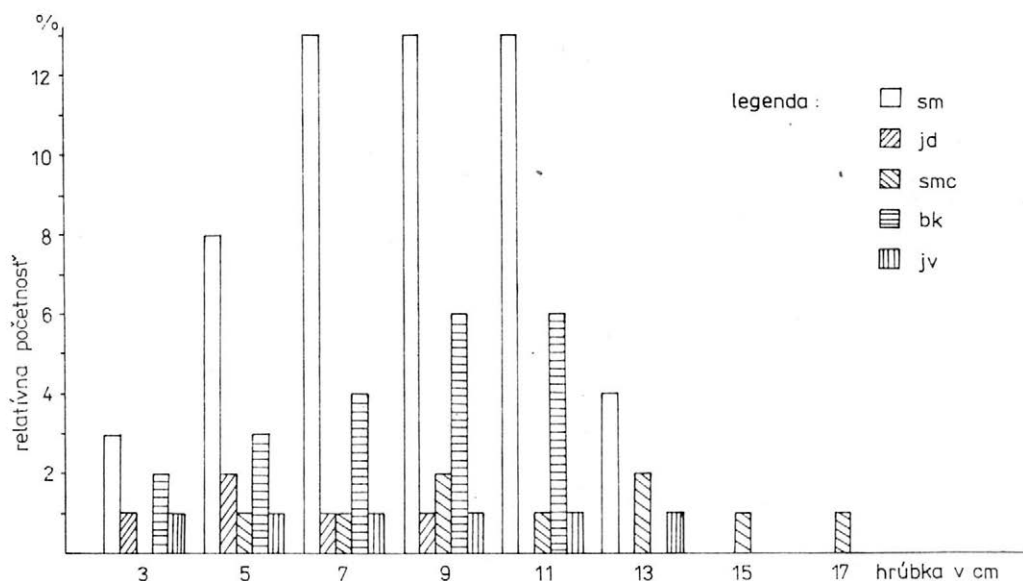
VPLYV VÝCHOVNÉHO ZÁSAHU A PRIRODZENÉHO VÝVOJA NA PRÍRASTOK KRUHOVEJ PLOCHY

Rozdiel hodnoty kruhovej plochy ihneď po zásahu a po uplynutí 3-ročného vyhodnocovacieho intervalu od doby uskutočnenia zásahu nám udáva bežný periodický prírastok. Percentuálny podiel tohto prírastku z hodnoty, na ktorej za sledovaný vyhodnocovací interval narástol, predstavuje prírastkové percento.

Ako vidieť z údajov v tabuľke VIII, pri celoplošnej selektívnej výchove (variant A), ako aj pri výchove metódou cieľových stromov (va-



2. Relatívne zastúpenie kruhových plôch jednotlivých drevín podľa hrúbkových stupňov na variante A — s celoplošnou selektívnou výchovou na VP Ďumbier po uplynutí troch rokov od vykonania zásahu. — Relative frequency of basal areas in various species according to diameter classes in treatment A — with selective cleaning performed on the whole area on the Ďumbier research area in three years after treatment



3. Relatívne zastúpenie kruhových plôch jednotlivých drevín podľa hrúbkových stupňov na variante B — s cieľovými stromami na VP Ďumbier po uplynutí troch rokov od vykonania zásahu. — Relative frequency of basal areas in various species according to diameter classes in treatment B — with final crop trees on the Ďumbier research area in three years after treatment

IX. Bežný periodický prírastok na kruhovej ploche na ha pre II. sériu VP Ďumbier.
— Current periodic increment of the basal area per 1 ha for series II of the Ďumbier research areas

Ukazovateľ	Drevina	Variant	
		A	B
Kruhov plocha v m ² ihneď po zásahu	sm	3,86	5,24
	jd	0,62	0,76
	bk	1,73	9,55
	jv	0,93	1,23
	vr	—	0,08
	Spolu	7,14	16,86
Kruhov plocha v m ² 3 roky po zásahu	sm	6,14	7,18
	jd	0,87	0,94
	bk	2,46	12,95
	jv	1,53	1,72
	vr	—	0,15
	Spolu	11,00	22,94
Bežný periodický prírastok v m ²	sm	2,28	1,94
	jd	0,25	0,18
	bk	0,73	3,40
	jv	0,60	0,49
	vr	—	0,07
	Spolu	3,86	6,08
Prírastkové percento	sm	59,07	37,72
	jd	40,32	23,68
	bk	42,20	35,60
	jv	64,52	39,84
	vr	—	87,50
	Celkom	54,06	35,06

riant B), dosahuje prírastkové percento u smreka vyššie hodnoty ako u buka. Vzájomné porovnanie sledovaných variantov ukazuje, že prírastkové percento u smreka po uplatnení výchovnej metódy cieľových stromov dosahuje hodnotu vyššiu o 7,02 % ako u celoplošnej selektívnej výchovy. Naproti tomu rozdiel v prírastkovom percente u buka dosahuje nižšiu hodnotu (3,98 %). Ak porovnáme rozdiel v hodnote prírastkového percenta smreka a buka vidíme, že pri výchovnej metóde cieľových stromov dosahuje hodnotu 17,15 % a pri celoplošnej selektívnej prečistke 14,11 % v prospech prírastku smreka. Z uvedeného vyplývá, že po

X. Bežný periodický prírastok na kruhovej ploche na ha pre III. sériu VP Ďumbier.
— Current periodic increment of the basal area per 1 ha for series III of the Ďumbier research areas

Ukazovateľ	Drevina	Variant			
		A	B	C	D
Kruhov plocha v m ² ihneď po zásahu	sm	5,31	4,41	8,03	5,86
	jd	0,52	0,46	0,38	0,46
	smc	—	0,36	—	—
	bk	0,40	5,23	1,28	5,72
	ju	1,22	1,55	—	0,52
	Spolu	7,45	12,01	9,69	12,56
Kruhov plocha v m ³ 3 roky po zásahu	sm	8,49	6,57	12,68	7,70
	jd	0,73	0,67	0,53	0,62
	smc	—	0,55	—	—
	bk	0,57	7,42	1,81	7,32
	ju	2,00	2,39	—	0,80
	Spolu	11,79	17,60	15,02	16,44
Bežný periodický prírastok v m ²	sm	3,18	2,16	4,65	1,84
	jd	0,21	0,21	0,15	0,16
	smc	—	0,19	—	—
	bk	0,17	2,19	0,53	1,60
	ju	0,78	0,84	—	0,28
	Spolu	4,36	5,59	5,33	3,88
Prírastkové percento	sm	59,89	48,98	57,91	31,39
	jd	40,38	45,65	39,47	34,78
	smc	—	52,77	—	—
	bk	42,50	41,87	41,41	27,97
	ju	63,93	54,19	—	53,84
	Celkom	58,25	46,54	55,00	30,89

uplatnen výchovnej metódy cieľových stromov sa vo väčšom rozsahu prejavuje prírastkový efekt u smreka, ako po celoplošnej selektívnej prečistke. Teda zmern výchova cieľových stromov smreka úrovňovým pozitvnm zásahom pri tej istej sile výchovného zásahu v percentách kruhovej plochy, ale pri nižšom počte vyťažených kmeňov, vykazuje v porovnaní s celoplošnou selektvn prečistkou výraznejší prírastkový efekt. Aj celkové prírastkové percento je pri výchovnej metóde cieľových stromov v porovnaní s celoplošnou prečistkou vyšše o 5,29 %.

Pomerne dobre ilustruje presadzovanie sa smreka v produkcii aj grafické zobrazenie relatívneho zastúpenia kruhových plôch jednotlivých

drevín podľa hrúbkových stupňov na variante A (obr. 2) a na variante B (obr. 3) po uplynutí 3-ročného vyhodnocovacieho intervalu od doby uskutočnenia zásahu.

Z údajov v tabuľke IX vyplýva, že po neceloplošnom selektívnom zásahu na 5 m širokých striedavých pruhoch na variante A vykazuje smrek podstatne vyššiu hodnotu prírastkového percenta (59,07) ako na pruhoch bez zásahu (na variante B) (32,02 %). Ak porovnáme rozdiel prírastkového efektu smreka a buka vidíme, že na pruhoch s výchovným zásahom dosahuje rozdiel v prírastkovom percente týchto drevín hodnotu 16,87 % a na kontrolných pruhoch bez zásahu iba hodnotu 1,42 %. Z tohto porovnania vidieť, že uplatnenie kombinovanej prečistky na 5 m širokých striedavých pruhoch, v porovnaní s kontrolnou plochou bez zásahu, napomáha presadiť sa základnej produkčnej drevine (smrek) v kvantitatívnej produkcii. Aj z hľadiska celkového prírastkového efektu dosahuje prírastkové percento na pruhoch so zásahom vyššiu hodnotu o 18 %.

Ako vidieť z údajov v tabuľke X, aj po neceloplošnej selektívnej výchove na 4 m širokých striedavých pruhoch v mladšej časti porastu (15 rokov) variantu A vykazuje smrek podstatne vyššiu hodnotu prírastkového percenta (59,39 %) ako na kontrolných pruhoch bez zásahu na variante B (48,98 %). Porovnanie rozdielu prírastkového efektu smreka a buka ukazuje, že na pruhoch s výchovným zásahom dosahuje rozdiel v prírastkovom percente týchto drevín hodnotu 17,39 % a na kontrolných pruhoch bez zásahu iba hodnotu 7,11 %. Z uvedeného porovnania vyplýva, že neceloplošná selektívna výchova na 4 m širokých striedavých pruhoch aj v mladšej časti porastu ešte vo väčšom rozsahu zvyšuje prírastkový efekt smreka. Z porovnania rozdielov prírastkového percenta buka a smreka na pruhoch s výchovným zásahom v mladšej časti porastu (III. séria VP) a v staršej časti porastu (II. séria VP) poukazuje na to, že čím skôr zasiahneme do porastu výchovou, tým sa vo väčšom rozsahu prejaví prírastkový efekt na smreku. Z porovnania celkového prírastkového percenta vyplýva, že na pruhoch so zásahom je prírastkový efekt podstatne vyšší ako na pruhoch bez zásahu (o 11,71 %).

Aj po neceloplošnej selektívnej prečistke na 3 m širokých striedavých pruhoch na variante C vykazuje smrek podstatne vyššie prírastkové percento (57,91 %) ako na pruhoch bez zásahu na variante D (31,39 %). Z porovnania rozdielov prírastkového percenta medzi smrekom a bukom na pruhoch s výchovným zásahom (rozdiel 16,50 %) a na pruhoch bez zásahu (rozdiel 3,42 %) zreteľne vidieť pozitívny vplyv výchovy na presadzovaní sa smreka v produkcii.

Celkový prírastkový efekt na pruhoch s výchovným zásahom je podstatne vyšší ako na kontrolnej ploche bez zásahu (o 24,11 %).

ZÁVER

Rozbor kvalitatívneho stavu zmiešaného porastu sm-jd-bk-jv ukázal, že zo zastúpených drevín najvyššiu priemernú kvalitu vykazuje smrek, čo plne opodstatňuje pozitívny zámer výchovy na podporu smreka, aby sa tento presadil aj v kvantitatívnej produkcii.

V porastoch na konci rastovej fázy mladiny (25 rokov) sa ako naj-

ефективnější zásah ukazuje uplatnenie výchovnej metódy cieľových stro-
mov. Použitím tohto výchovného postupu sa vo väčšom rozsahu prejavuje
prírastkový efekt u smreka ako po celoplošnej selektívnej prečistke.

Pre stred rastovej fázy mladiny (20 rokov) a začiatok rastovej fázy
mladiny (15 rokov), so zreteľom na značnú hustotu porastu a sťaženú
priechodnosť, sa ako najvhodnejší výchovný postup odporúča necelo-
plošná prečistka na striedavých pruhoch. Zásah má kombinovaný cha-
rakter so zámerom podporiť smrek a kvalitné jedince smrekovca a jedle.
So zreteľom na cieľové rozostupy základných produkčných drevín sa
ako optimálna šírka striedavých pruhov so zásahom ukazuje 3,5 m.

Literatúra

- KOLEKTÍV: Odvodenie cieľového zastúpenia drevín pre oblasť smreka, jedle a buka. Lesnícke štúdie 20. Bratislava, Príroda 1974. 132 s.
- KORPEL, Š.: Racionalizácia výchovy zmiešaných porastov na príklade jedľovo-smrekových hústín. Lesnícky časopis, 25, 1979, č. 2, s. 97-110
- KORPEL, Š.: Smery racionalizácie pri výchove listnatých a zmiešaných mladín. (In: Celoslovenský seminár Racionalizácia prác pri zakladaní a výchove mladých lesných porastov). Žilina 1981, s. 17-38
- PAŘEZ, J.: Návrh postupu při zakládání, sledování a vyhodnocování trvalých pokusných ploch se zvláštním zřetelem k pokusným plochám probírkovým a výnosovým. Zprávy VÚLHM, č. 1, 1958, s. 69-90
- PAUMER, V.: Rozbor štruktúry a vývoja jedľovo-smrekovo-bukových hústín. Kandidátska dizertačná práca, Zvolen, VÚLH 1975, 143 s.
- REMIŠ, J. a kol.: Výskum nových spôsobov prečistiek. Záverečná správa, Zvolen, VÚLH 1982, 129 s.
- ŠTEFANČÍK, L.: Prečistky a prebierky v zmiešaných smrekovo-jedľovo-bukových porastoch. Lesnícke štúdie 25, Bratislava, Príroda, 1977, 92 s.
- ŠTEFANČÍK, L.: Štúdium prečistiek a prebierok v zmiešaných smrekovo-jedľovo-bukových porastoch. Záverečná správa VÚLH, Zvolen, 1975, 109 s.
- ŠTEFANČÍK, L. a kol.: Diferencované pestovanie lesov s produkčnou funkciou v SSR. Odborná lesnícka aktualita, č. 18-1984, 1985, Bratislava, Príroda, 119 s.

Došlo dne 11. 11. 1985

РЕМИШ, Й. — ЛЕГОТСКИЙ, Л. (Вýskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen; Výskumná stanica VÚLH, Liptovský Hrádok). Рационализаторские аспекты воспитания смешанного молодняка в горных условиях. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 33-48.

В смешанных насаждениях ели, пихты и бука в условиях произрастания хозяйственного комплекса лесных типов 511 с естественным возобновлением доминирует бук, который по отношению к примешанным хвойным древесным породам показывает сильную компетентную способность. Полученные результаты научного исследования свидетельствуют о том, что чем раньше насаждение будет прорежено, тем больше проявится эффект наращивания у ели и желательное направление структуры насаждений с учетом древесного состава.

Анализ качественного состояния насаждений свидетельствует о том, что из замещенных древесных пород в среднем самым качественным считается ель; это полностью обосновывает положительную цель прочистки в пользу ели и ее перспективное доминирование по количественной продукции.

В соответствующей смеси древесных пород в конце периода ростовой фазы молодняка (25 лет) самым перспективным вмешательством считается применение ухода за модельными деревьями. С таким уходом за елью в большем объеме проявляется эффект прироста, как после селективной прочистки по всей площади.

Как для периода начальной фазы роста молодняка (15 лет), так и для периода середины ростовой фазы молодняка (20 лет) — учитывая значительную густоту насаждения и трудную проходимость — наиболее подходящим уходом считается применение прореживания по чередующимся полосам.

лесоразведение; уход за молодняком; смешанные насаждения

REMIŠ, J. — LEHOTSKÝ, L. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen; Výskumná stanica VÜLH, Liptovský Hrádok). *Aspects of Rationalization of the Tending of Mixed Young Stands in Mountainous Conditions*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 33-48.

In the mixed stands of spruce, fir and beech in the on-site conditions of the commercial population of forest types 511, beech is a species which begins to be dominant after natural regeneration and shows a strong competitive ability in relation to the admixed coniferous species. The results of research indicate that the sooner is the stand tended by cleaning, the higher is the increment effect in spruce and the more favorable is the stand structure with respect to the tree species composition.

An analysis of the qualitative condition of the stand demonstrates that of all species the highest average quality is found in spruce; this speaks for the positive direction of cleaning in favor of spruce to promote also the quantitative production of this species.

At the end of the growth stage young stand (25 years) the tending of final crop trees seems to be the most prospective method in the given mixed stand. Applying this tending measure, the increment effect is realized in spruce in greater extent than after selective cleaning performed on the whole area.

In the growth stage early young stand (15 years) as well as in the growth stage middle young stand (20 years), the cleaning performed in alternate strips (not on the whole area) is recommended to be the most suitable tending measure with respect to the great density and difficult way through the stand.

silviculture; tending of young stands; mixed stands

REMIŠ, J. — LEHOTSKÝ, L. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen; Výskumná stanica VÜLH, Liptovský Hrádok). *Rationalisierungaspekte der Erziehung gemischter Jungwüchse unter Gebirgsbedingungen*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 33-48.

In Mischbeständen aus Fichte, Tanne und Buche unter Standortsbedingungen der Wirtschaftsgesamtheit von Waldtypen 511 setzt sich durch Naturverjüngung die Rotbuche durch, die im Verhältnis zu den beigemischten Nadelhölzern eine starke Kompetitionsfähigkeit aufweist. Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, daß je früher wir in den Bestand durch Läuterung eingreifen, in desto größerem Umfang sich der Zuwachseffekt an Fichte äußert und die Bestandesstruktur formt sich in gewünschter Richtung mit Rücksicht auf Holzartenzusammensetzung.

Die Analyse des qualitativen Zustands des Bestandes weist darauf hin, daß von den vertretenen Holzarten die höchste durchschnittliche Qualität die Fichte aufweist, wodurch die positive Abschnit der Läuterung zur Unterstützung der Fichte voll begründet wird, damit sich die Fichte auch in der quantitativen Produktion durchsetzen kann.

In der entsprechenden Holzartenmischung zeigt sich gegen Ende des Zeitraums der Wuchsphase des Jungwuchses (25 Jahre) als der perspektivste Eingriff die Anwendung der Methode der Zielbäume. Durch Anwendung dieses Erziehungsverfahrens äußert sich bei der Fichte in größerem Umfang der Zuwachseffekt, als nach ganzflächiger selektiver Läuterung.

Für den Zeitraum des Anfangs der Wuchsphase des Jungwuchses (15 Jahre) als auch für den Zeitraum der Mitte der Wuchsphase des Jungwuchses (20 Jahre) wird mit Rücksicht auf die bedeutende Dichte des Bestandes und auf die erschwerte Gängigkeit als günstigstes Erziehungsverfahren die Anwendung einer nichtganzflächigen Läuterung auf wechselnden Streifen empfohlen.

Waldbau; Jungwuchserziehung; Mischbestände

Adresy autorov:

Ing. Jozef Remiš, CSc., Výskumný ústav lesného hospodárstva, 960 92 Zvolen

Ing. Ladislav Lehotský, CSc., Výskumná stanica VÜLH, 033 01 Liptovský Hrádok

OMEZENÍ GRADACÍ LÝKOŽROUTA SMRKOVÉHO, *IPS TYPOGRAPHUS* (L.), (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE), POMOCÍ FEROMONOVÝCH LAPAČŮ

V. ZUMR

ZUMR, V. (Entomologický ústav ČSAV, České Budějovice). *Omezení gradací lýkožrouta smrkového, Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae), pomocí feromonových lapačů. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 49-64.

Součástí integrované ochrany smrkových porostů jsou feromonové lapače, pomocí nichž lze regulovat populační hustotu lýkožrouta smrkového. U Jihočeských státních lesů při průměrném počtu 11 615 použitých feromonových lapačů bylo v letech 1983—1985 odchyceno průměrně ročně 27,124 mil. brouků lýkožrouta smrkového. Průměrný maximální odchyt do jednoho lapače činil 69 100 lýkožroutů a průměrný minimální odchyt se pohyboval od 0 do 10 lýkožroutů. Z 250 sledovaných lokalit klesl počet lokalit s napadenými stromy v okolí lapače v roce 1985 o 33,2 % oproti roku 1983. Množství dřeva napadeného lýkožroutem smrkovým v roce 1985 kleslo o 57,2 % oproti roku 1984. Kromě vyčistění části populace lýkožrouta smrkového pomocí feromonových lapačů bylo zjištěno, že v letech 1983—1985 bylo v jarních měsících odchyceno od 38,7 do 67,2 % (I. generace) lýkožroutů, v letních měsících od 28,1 do 42,0 % (II. generace) a v sesterských generacích od 2,6 do 6,7 % lýkožroutů z celkového počtu odchycených jedinců během vegetačního období. Největší odchyt lýkožrouta byl zaznamenán do lapačů na východní a jihovýchodní expozici (18,1 %) v pahorkatinách a na jihovýchodní a jižní (20,8 %) expozici v horských polohách z celkového množství lýkožroutů odchycených na všech expozicích.

ochrana lesa; kůrovec; smrk; feromonové lapače

Lýkožrout smrkový [*Ips typographus* (L.)] se vyznačuje rozsáhlým areálem svého rozšíření a považujeme jej v současnosti za nejvážnějšího škůdce smrkových porostů. Vyvíjí se v podkorním lýku smrků a nejen v minulosti, ale i v současnosti stále způsobuje značné škody ve smrkových porostech. Uvedený škůdce má rychlý vývoj a navíc se vyznačuje tím, že může ve středoevropských podmínkách existovat všude, kde roste smrk.

Smrkové porosty našeho státu jsou čas od času postihovány abiotickými činiteli, kteří se projevují vývraty a polomy. Nahromadění velkého množství dřeva v kůře poskytuje optimální podmínky pro rozvoj podkorního a dřevokazného hmyzu, zvláště lýkožrouta smrkového, nastanou-li také další příhodné klimatické podmínky. Při přemnožení se pak stává i primárním škůdcem, kdy napadá i zdravé stromy, např. na porostních stěnách.

V literatuře nalezneme mnoho údajů o gradacích a kalamitách způsobených lýkožroutem smrkovým od roku 1821 (Pfeffer 1961, 1984; Leontovyč 1980 aj.).

Poslední etapou gradací lýkožrouta smrkového je podle Pfeffera (1984) období 1955 až 1984. Jde o lokální gradace o různé intenzitě, které jsou důsledkem menších nebo rozsáhlejších větrných a sněhových

polomů. Jejich početnost a velikost vzrůstala se snížením stability smrkových porostů a dále jejich oslabením v oblastech ohrožených imisemi (Skoblík, Novák 1985).

Ke gradaci lýkožrouta smrkového kromě již uvedených faktorů přispěl i přísušek a vzestup teploty v letních měsících v letech 1982 a 1983. Tím se neobyčejně urychlil vývoj tohoto škůdce, uplatnila se početnost sesterských snůšek a kromě toho byla oslabena i vitalita smrkových porostů.

K potlačování gradací lýkožrouta smrkového se donedávna používaly lapáky, které sloužily k jeho soustředění a nalákání. Metoda lapáků je stará již více než 200 let a její významnou doplňkovou metodou je i aplikace insekticidů. Tato metoda je velmi náročná na pracovní síly a čas. V současném lesním hospodářství je již neekonomická.

Vzhledem k tomu, že bylo nutno nalézt racionálnější a jednodušší způsob kontroly výskytu a boje proti lýkožroutu smrkovému, podařilo se izolovat, identifikovat a synteticky vyrobit feromonové sloučeniny tohoto škůdce (Bakke 1976; Bakke a kol. 1977; Krawielitzki a kol. 1977; Vitě 1980). Feromonové sloučeniny ve formě feromonových návnad byly umísťovány do vhodných lapacích zařízení (Bakke, Saether 1978; Klimetzek a kol. 1979; Zumr 1979, 1981, 1985; Novák 1980, 1981, 1984, 1985; Brutovský 1981, 1984 aj.). Vznikla tak nová metoda nejen k ochraně, ale i k obraně smrkových porostů proti lýkožroutu smrkovému, tzv. metoda feromonových lapáčů. Touto metodou byla doplněna oborová norma 48 2711 Ochrana lesa proti kůrovci lýkožroutu smrkovému a zavedena do provozního použití v lesním hospodářství.

V oblasti Jihočeských státních lesů na vybraných lokalitách smrkových porostů bylo s využitím metody feromonových lapáčů započato již v roce 1978. V roce 1981 byla uvedená metoda zavedena u všech lesních závodů v rámci celého podnikového ředitelství JČSL.

Metoda feromonových lapáčů jako součást integrované ochrany lesa je jednou z metod, pomocí níž lze snížit početní stav brouků lýkožrouta smrkového a zabránit tak jeho rozptylu do porostů.

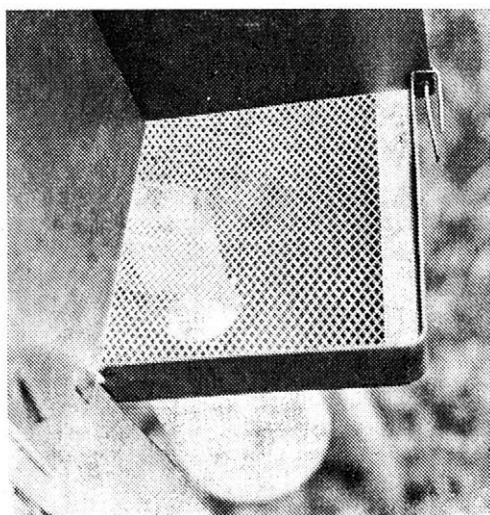
MATERIÁL A METODIKA

V práci je vyhodnoceno použití feromonových lapáčů ve smrkových porostech v oblasti JČSL za období 1983 až 1985. Bylo sledována účinnost feromonových lapáčů v závislosti na počtu odchycených lýkožroutů a na množství napadeného a zpracovaného dřeva. Dále byla pomocí feromonových lapáčů sledována letová aktivita lýkožrouta smrkového při jarním a letním rojení a ostatní faktory ovlivňující dobré výsledky dosažené uvedenou metodou.

Feromonové lapáče byly rozmístěny v obvodu Jihočeských státních lesů ve smrkových porostech starších 60 let, dále v porostech postižených větrnými kalami a v porostech ve vodohospodářských oblastech. Celkový počet použitých feromonových lapáčů v jednotlivých letech je uveden v tabulkách I—III.

K odchytu lýkožrouta smrkového bylo použito feromonových lapáčů a feromonových návnad běžně již používaných při ochraně lesa proti tomuto škůdci. Jejich popis uvádí Brutovský (1981, 1984), Novák (1980, 1981, 1984) a Zumr (1979, 1981), obr. 1 a 2.

Při rozmísťování feromonových lapáčů ve smrkových porostech bylo postupováno podle předpisu oborové normy 48 2711 Ochrana lesa proti kůrovci lýkožroutu smrkovému, *Ips typographus* L. Jejich umístění do porostů bylo v jednotlivých letech uskutečněno přibližně dva týdny před předpokládaným rojením tohoto škůd-



1. Rozmístění feromonových lapačů na mýtině; v popředí lapač typu Borregaard, vzadu čtyřstěnný lapač vyráběný obchodním podnikem Chemika. — Location of pheromone traps in a clearing: in front there is a Borregaard trap, a four-walled trap manufactured by the Chemika establishment is at the back

2. Pohled na selektivní síto u čtyřstěnného lapače vyráběného obchodním podnikem Chemika. — View of a selective screen in the four-walled trap manufactured by the Chemika establishment

ce. Feromonové lapače byly umísťovány po dvou až třech, ale i jednotlivě po obvodě porostů, na porostních stěnách a ve větších porostních mezerách poškozených větrnými polomy. Rovněž tak i do kůrovcových ohnisek před a po jejich vyklizení.

Odchycení dospělci lýkožrouta smrkového byly ukládány do 70% alkoholu, později pak determinováni a počítáni. Při rozlišování odchycených dospělců zakládajících druhou normální generaci od dospělců zakládajících první a druhou sesterskou generaci bylo bráno v úvahu zbarvení těla, otěr chloupkování a doba odchytu.

VÝSLEDKY

JARNÍ A LETNÍ ROJENÍ

Celkový odchyt lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů za sledované období 1983 až 1985 je uveden v tabulkách I—III. Ročně bylo použito v průměru 11 615 lapačů s průměrným ročním odchycem 27 124 000 dospělců lýkožrouta smrkového. Průměrný maximální odchyt do jednoho lapače činil 69 100 a průměrný minimální odchyt do jednoho lapače se pohyboval od 0 do 10 dospělců lýkožrouta smrkového. V grafu na obr. 3 je uveden odchyt lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů podle jednotlivých lesních závodů za sledované období.

V roce 1983 bylo odchyceno v průměru 3402 dospělců (53 000 max., 0—14 min.), v roce 1984 3109 dospělců (69 100 max., 0—8 min.) a v roce 1985 v průměru 1481 dospělců, při průměrném maximálním počtu 33 250 a minimálním od 0 do 4 dospělců lýkožrouta smrkového.

V chlumních oblastech a v pahorkatinách začalo v roce 1983 jarní rojení již koncem dubna (28. 4.) a v průběhu první poloviny května

I. Celkový odchyt lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů v roce 1983. —
The total numbers of spruce bark beetles caught in pheromone traps in 1983

Lesní závod	Počet feromonových lapačů v ks	Celkem odchyceno lýkožroutů v tis. ks	Odchyt na lapač		Zpracováno napadeného dřeva m ³
			minimální v ks	maximální v ks	
Č. Krumlov	266	811 439	50	29 000	2 135
Č. Rudolec	557	505 900	20	6 650	3 908
Hluboká n. Vlt.	201	988 350	230	53 000	5 500
J. Hradec	473	1 893 255	20	29 000	7 785
Pelhřimov	493	2 105 240	230	21 000	6 700
Kaplice	259	720 500	20	25 280	1 930
Milevsko	464	1 264 070	100	11 540	5 667
Nové Hrady	718	2 469 000	60	18 800	1 700
Písek	443	784 604	20	10 000	3 010
Prachatice	508	2 213 130	0	27 000	10 820
Tábor	529	814 186	14	14 630	2 870
Třeboň	407	2 274 000	1100	9 800	12 035
Vimperk	499	2 953 820	260	50 950	16 510
Vyšší Brod	598	1 925 300	0	32 200	6 660

II. Celkový odchyt lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů v roce 1984. —
The total numbers of spruce bark beetles caught in pheromone traps in 1984

Lesní závod	Počet feromonových lapačů v ks	Celkem odchyceno lýkožroutů v tis. ks	Odchyt na lapač		Zpracováno napadeného dřeva v m ³
			minimální v ks	maximální v ks	
Č. Krumlov	421	919 029	8	43 570	3 479
Č. Rudolec	470	370 040	100	9 450	4 800
Hluboká n. Vlt.	572	2 766 500	370	36 950	8 305
J. Hradec	968	1 170 700	92	9 425	7 499
Pelhřimov	693	1 733 350	30	22 300	14 249
Kaplice	273	1 251 785	31	62 900	2 180
Milevsko	1239	3 972 200	11	18 100	13 450
Nové Hrady	1240	2 446 700	30	27 800	2 000
Písek	424	426 240	25	4 500	6 229
Prachatice	1380	4 611 700	100	24 800	19 558
Tábor	1613	2 636 328	8	20 140	6 006
Třeboň	780	3 990 000	250	48 700	17 200
Vimperk	1517	9 963 412	43	69 100	64 000
Vyšší Brod	841	1 273 600	0	24 600	15 800

III. Celkový odchyt lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů v roce 1985. —
The total numbers of spruce bark beetles caught in pheromone traps in 1985

Lesní závod	Počet feromonových lapačů v ks	Celkem odchyceno lýkožroutů v tis. ks	Odchyt na lapač		Zpracováno napadaného dřeva v m ³
			minimální v ks	maximální v ks	
Č. Krumlov	504	430 000	110	5 246	910
Č. Rudolec	1273	275 000	10	2 700	1 430
Hluboká n. Vlt.	924	2 236 300	10	24 000	12 084
J. Hradec	920	595 100	64	3 725	2 062
Pelhřimov	941	931 600	10	23 400	1 379
Kaplice	484	503 200	0	12 500	724
Milevsko	1648	4 088 000	20	22 000	10 533
Nové Hrady	1362	1 151 600	10	10 020	331
Písek	717	356 200	15	1 920	314
Prachatice	1713	1 457 300	23	6 500	19 500
Tábor	1810	1 507 300	4	8 976	535
Třeboň	821	972 400	0	12 650	5 250
Vimperk	2118	6 675 600	100	33 250	23 331
Vyšší Brod	764	937 700	20	12 200	693

(LZ Hluboká n. Vlt. 28. 4., LZ Třeboň 1. 5., LZ Nové Hrady 3. 5.). V podhorských a horských lokalitách pak koncem května (od 20. 5.) a počátkem června (LZ Č. Krumlov 20. 5., LZ Prachatice 29. 5., LZ Vimperk 5. 6.). Letní rojení začalo v pahorkatinách začátkem července, na horských lokalitách koncem července a v srpnu. Rok 1983 byl teplotně velmi příznivý pro vývoj lýkožrouta smrkového a koncem srpna (29. 8.) a v září bylo zjištěno zakládání i třetí generace, které trvalo až do 4. října.

V roce 1984 bylo jarní počasí poněkud chladnější než v předcházejícím roce a jarní rojení v pahorkatinách začalo okolo 11. 5. a v horských polohách počátkem června (3. 6.). Letní rojení v pahorkatinách začalo v polovině července, v horách ojediněle koncem července a zvláště v polovině srpna.

V roce 1985 začalo ojedinělé rojení v pahorkatinách v průběhu května, bylo často přerušováno nižší teplotou spojenou s deštěm a pokračovalo i během června. V horských polohách se jarní rojení objevilo na teplejších expozicích jednotlivě koncem června (LZ Vimperk, LS Borová Lada), avšak hlavní rojení začalo až v červenci (14. 7.) a bylo protaženo do 20. srpna.

Celkově se ve sledovaných letech 1983 až 1985 rojilo při zakládání první generace v jarních měsících (konec dubna—květen—červen) v průměru od 38,7 do 67,2 % lýkožroutů smrkových; v letních měsících (konec června—červenec—srpen) při zakládání druhé generace v průměru od 28,1 do 42,0 % lýkožroutů smrkových z celkového množství jedinců odchycených během vegetačního období. V roce 1983 při zakládání třetí generace (konec srpna—září) se v průměru rojilo od 4,3 do 15,5 % lý-

IV. Průměrný odchyt lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů na různých expozicích v letech 1983—1985 (uvedeno v tis. jedincích). — The average numbers of spruce bark beetles caught in pheromone traps at the localities of various exposures in the years 1983—1985 (thousands of individuals)

	Expozice							
	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
Pahorkatiny	1,8	3,2	7,6	6,3	3,6	5,3	5,1	5,8
Hory (Šumava)	0,4	0,9	4,8	7,1	5,9	5,6	5,0	1,7

kožroutů smrkových. V období po ukončení náletu první generace bylo zjištěno zakládání sesterské generace v průměru od 2,6 do 6,7 % lýkožroutů smrkových a v roce 1983 v období po ukončení náletu druhé generace a počátkem zakládání třetí generace bylo zjištěno v průměru od 1,2 do 1,9 % lýkožroutů smrkových zakládajících sesterské generace z celkového množství dospělců lýkožrouta smrkového odchycených během vegetačního období.

ODCHYT NA RŮZNÝCH EXPOZICÍCH

Vliv expozice lokality smrkového porostu na množství odchycených dospělců lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů je velmi rozdílný. V oblasti pahorkatin bylo nejvíce lýkožroutů smrkových odchyceno na východních a jihovýchodních expozicích; na východních v průměru 7612 dospělců na 1 lapač, na jihovýchodních 6328 dospělců lýkožroutů smrkových na 1 lapač (LZ Hluboká n. Vlt. 8424, LZ Písek 9127, LZ Třeboň 6866, LZ Milevsko 5718) a nejméně na severních a severovýchodních expozicích; na severních v průměru 1865 a na severovýchodních v průměru 3207 lýkožroutů smrkových na 1 lapač (LZ Hluboká n. Vlt. 1427, LZ Písek 1857, LZ Třeboň 3421, LZ Milevsko 1962).

V horských polohách Šumavy bylo nejvíce dospělců lýkožrouta smrkového odchyceno na jihovýchodních a jižních expozicích; na jihovýchodních v průměru 7143 dospělců a na jižních 5967 dospělců na 1 lapač (LZ Vimperk 5804, LZ Prachatice 8002, LZ Nové Hrady 6816) a nejméně rovněž na severních a severovýchodních expozicích. Na severních expozicích bylo odchyceno v průměru 472 lýkožroutů smrkových a na severovýchodních v průměru 911 dospělců na 1 lapač (LZ Vimperk 343, LZ Prachatice 610, LZ Nové Hrady 982). Odchyt na ostatních expozicích v letech 1983 až 1985 je uveden v tabulce IV.

NAPADENÍ STROMŮ V OKOLÍ FEROMONOVÝCH LAPAČŮ

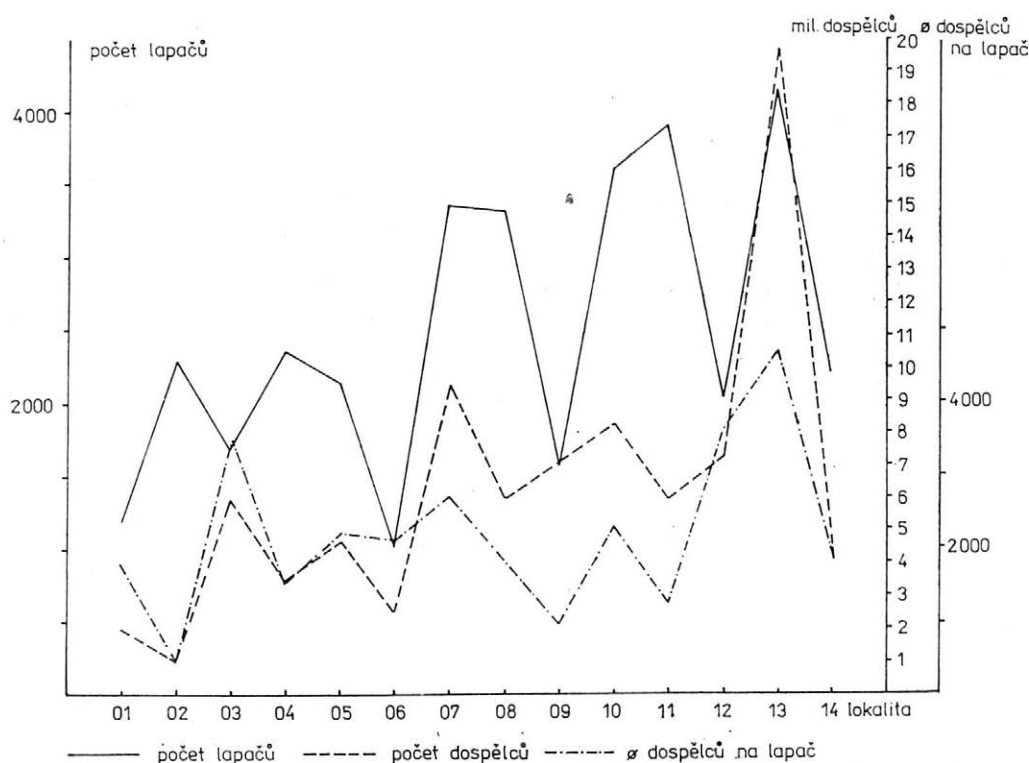
Přehled o počtu napadených stromů v okolí feromonových lapačů na stejných lokalitách v letech 1983 až 1985 je uveden v tabulce V.

Na sledovaných 250 lokalitách byly v roce 1983 napadeny stromy v okolí feromonových lapačů ve 101 případě, tj. 40,4 %, v roce 1984 ve 32 případech, tj. 12,8 %, a v roce 1985 v 18 případech, tj. 7,2 %.

V roce 1983 bylo napadeno v okolí feromonových lapačů do okruhu 150 m 26,8 % stromů (v počtu 1 až 5 stromů) a 3,2 % stromů čítajících 21 a více stromů ze všech sledovaných lokalit. V roce 1984 procento na-

V. Počet napadených stromů v okolí feromonových lapačů v letech 1983—1985 (LZ Hluboká n. Vlt., LZ Nové Hrady). — The number of trees invaded by spruce bark beetles in the vicinity of pheromone traps in the years 1983—1985 (Hluboká n. Vlt. Forest Establishment, Nové Hrady Forest Establishment)

Počet napadených stromů	Počet lokalit					
	1983		1984		1985	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
0	149	59,6	218	87,2	232	92,8
1—5	67	26,8	27	10,8	17	6,8
6—20	26	10,4	4	1,6	1	0,4
21+	8	3,2	1	0,4	0	0,0
Celkem	250	100,0	250	100,0	250	100,0



3. Odchyt lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů u JěSL v letech 1983—1985: 1 — Č. Krumlov, 2 — Č. Rudolec, 3 — Hluboká n. Vlt., 4 — J. Hradec, 5 — Pelhřimov, 6 — Kaplice, 7 — Milevsko, 8 — Nové Hrady, 9 — Písek, 10 — Prachovice, 11 — Tábor, 12 — Třeboň, 13 — Vimperk, 14 — Vyšší Brod. — The numbers of spruce bark beetles caught in pheromone traps in the South Bohemian State Forests in 1983—1985: 1 — Č. Krumlov, 2 — Č. Rudolec, 3 — Hluboká n. Vlt., 4 — J. Hradec, 5 — Pelhřimov, 6 — Kaplice, 7 — Milevsko, 8 — Nové Hrady, 9 — Písek, 10 — Prachovice, 11 — Tábor, 12 — Třeboň, 13 — Vimperk, 14 — Vyšší Brod

padených stromů (v počtu 1 až 5 stromů) kleslo na 10,8 % a procento napadených stromů (21 a více) se snížilo na 0,4 %. V roce 1985 procento napadených stromů (v počtu 1 až 5 stromů) opět kleslo na 6,8 %, ale již se nevyskytlo na všech sledovaných lokalitách napadení skupiny 21 a více stromů. Od roku 1983 do roku 1985 se zvyšoval počet lokalit, kde nebyly v okolí feromonových lapačů napadeny žádné stromy.

ZPRACOVÁNÍ DŘEVA NAPADENÉHO KŮROVCEM

Celkové množství kůrovcem napadeného a zpracovaného dřeva ve sledovaném období 1983 až 1985 uvádějí tabulky I—III. U JČSL bylo zpracováno ročně v průměru 117 020 m³ dřeva napadeného kůrovcem.

Během tří let bylo u LZ Č. Krumlov, Č. Rudolec, Kaplice a Písek zpracováno průměrně ročně 2587 m³ napadeného dřeva a v průměru ročně odchyceno až milión dospělců lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů. U LZ Hluboká n. Vlt., Jindřichův Hradec, Pelhřimov, Tábor a Vyšší Brod se zpracovávalo průměrně ročně 6537 m³ napadeného dřeva a byly odchyceny v průměru až 2 milióny dospělců. V průměru 9821 m³ napadeného dřeva bylo ročně zpracováno u LZ Prachatic a Třeboň a v průměru odchyceny až 3 milióny dospělců. U LZ Milevsko se průměrně ročně zpracoválo 9880 m³ a byly odchyceny v průměru až 4 milióny dospělců.

Nejvíce napadeného dřeva bylo zpracováno v průměru ročně na LZ Vimperk (34 613 m³) a odchyceno v průměru až 7 miliónů dospělců lýkožrouta smrkového.

Nejméně kůrovcem napadeného a zpracovaného dřeva bylo v ročním průměru na LZ Nové Hrady (1343 m³), na LZ Kaplice (1611 m³) a na LZ Č. Krumlov (2174 m³). Poměrně vysoké množství zpracovaného napadeného dřeva vykazují v průměru ročně LZ Třeboň (11 495 m³) a LZ Prachatic (16 626 m³), nejvíce pak LZ Vimperk (34 613 m³). Ostatní lesní závody uvádějí v průměru ročně od 3000 do 10 000 m³ zpracovaného napadeného dřeva.

Průměrné roční množství zpracovaného napadeného dřeva v letech 1983—1985 a výhled na rok 1986 znázorňuje graf na obr. 4.

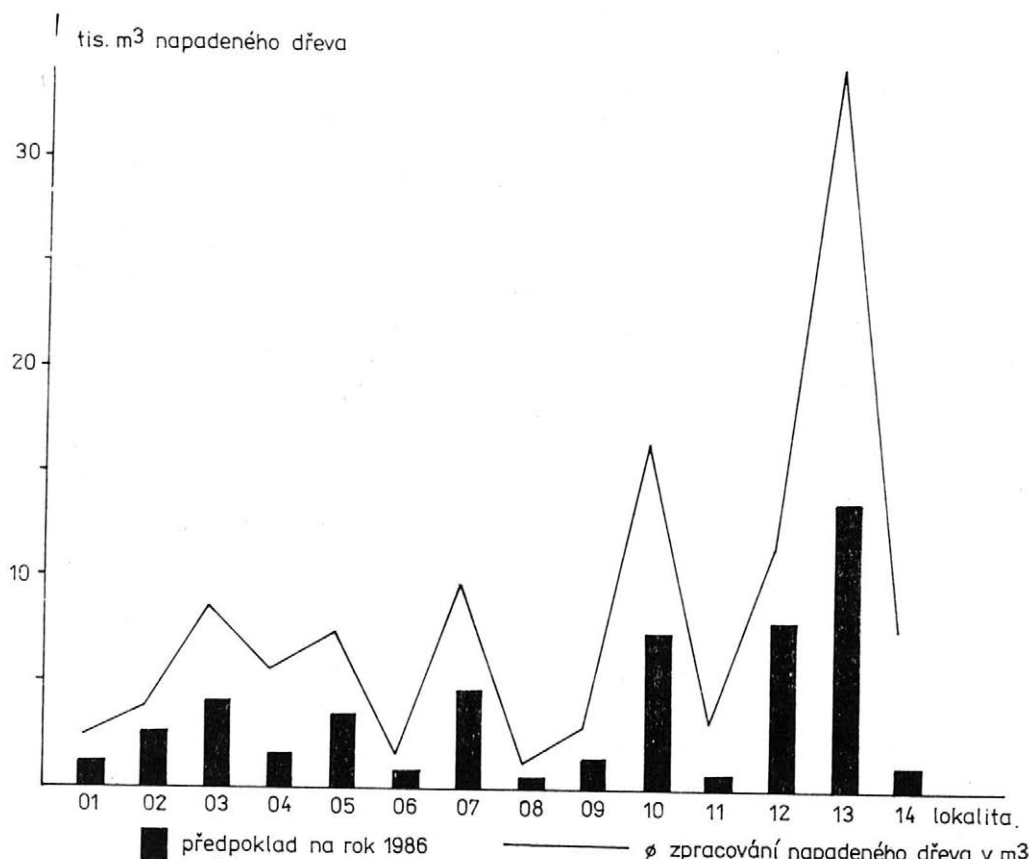
Množství použitých lapáků v m³ (I. a II. série) a zpracovaného napadeného dřeva v závislosti na průměrném odchytu lýkožroutů smrkových do feromonových lapačů je znázorněn v grafu na obr. 5.

DISKUSE

JARNÍ A LETNÍ ROJENÍ

Lýkožrout smrkový byl ve sledovaných letech 1983—1985 odchytáván do feromonových lapačů po celé vegetační období. V pahorkatinách však vykazuje dvě období v roce, kdy se objevuje ve větším počtu.

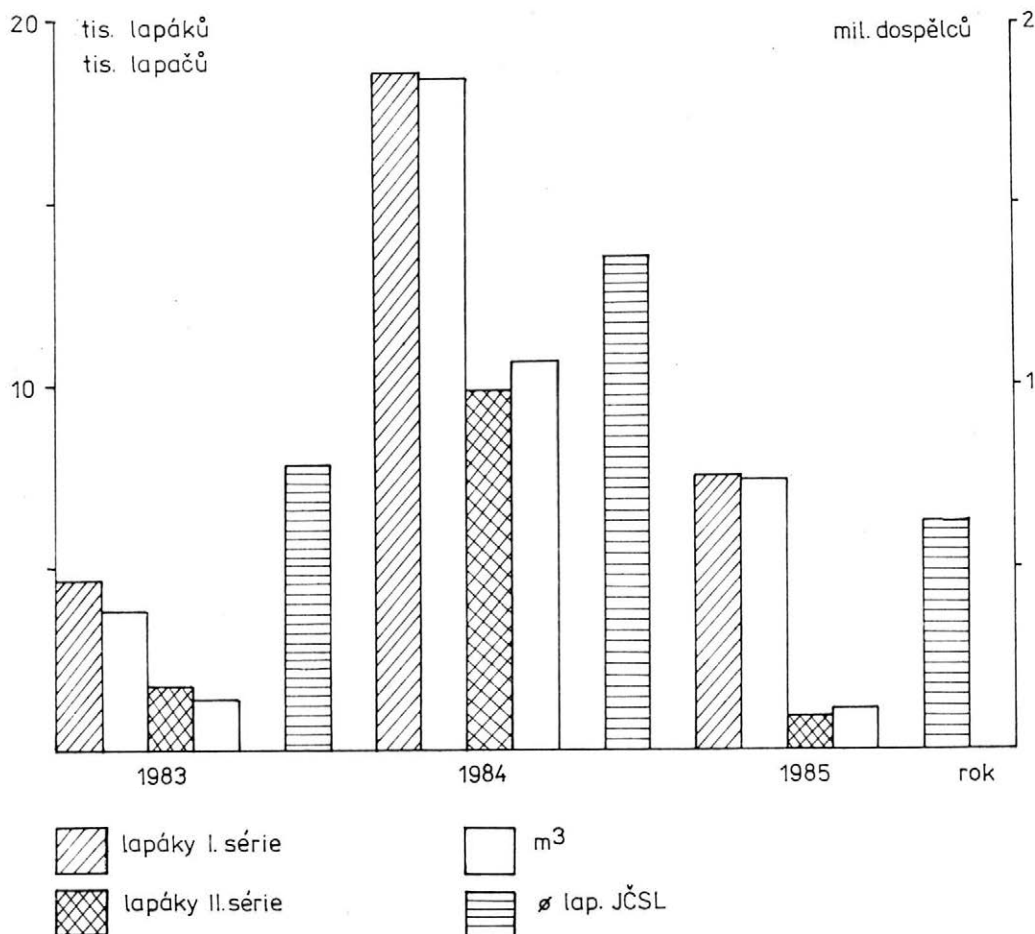
Poprvé se objevuje v květnu a podruhé od poloviny července a v srpnu. Ve vyšších polohách a v horách se vyskytuje zvýšené množství v červnu a počátkem července. Potvrzuje se tak pozorování mnoha autorů, např. Fuchse (1907), Eschericha (1923), Pfeffera (1955) a dalších. Uvedený lýkožrout má tedy na sledovaných lokalitách pahorkatin většinou dvě generace do roka a za příhodných klimatických



4. Průměrné množství zpracovaného dřeva napadeného kůrovcem u JČSL v letech 1983—1985 a výhled na rok 1986 (vysvětlivky viz obr. 3) — The average volume of wood invaded by bark beetles that was processed by workers of the South Bohemian State Forests in the years 1983—1985 and the outlooks to the year 1986 (the explanatory notes cf. Fig. 3)

podmínek, zvláště teplotních, může mít i tři generace během roku. Příkladem toho je rok 1983, kdy došlo koncem srpna a během září k zakládání třetí generace. V horských polohách mívá lýkožrout smrkový pouze jednu generaci.

Odchytem lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů nelze přesně vymezit konec jarního rojení a začátek letního rojení. Při jarním rojení se chytají kromě hlavních rojivců rovněž jedinci, kteří opožděně opustili zimoviště pro nepříznivé teplotní podmínky, popř. opozdilce, kteří teprve ukončili zralostní žír. V pozdějším období feromonové lapače zachycují i nálety sesterských generací. V tomto případě jde o samičky, které z větší části již vykládaly vajíčka, opustily matečné chodby, prodělaly regenerační žír a nyní hledají místo pro založení již zmíněné sesterské generace. Podobná zjištění udává již Knoche (1904), Fuchs (1907), Escherich (1923) a další. Podle Reckmanna (1950) dokonce až 27 % jedinců z celkového počtu samic zakládá sesterské generace. Martinek (1956, 1961, 1966) zjistil, že tatáž samička může i 3× pokračovat ve snůšce s vložkami regeneračního žíru;



5. Počet použitých lapáků (I. a II. série) a množství zpracovaného dřeva napadeného kůrovcem v závislosti na průměrném odchytu lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů u JČSL v letech 1983—1985. — The number of installed traps (series I and II) and the volume of processed wood that had been invaded by bark beetles in relation to the average numbers of spruce bark beetles caught in pheromone traps in the South Bohemian State Forests in the years 1983—1985

celkově 91 % samic začíná první sesterskou generaci a 38 % samic druhou sesterskou generaci. Tím se vysvětluje skutečnost, že během sledovaných tří let byli lýkožrouti zjišťováni ve feromonových lapačích prakticky po celé vegetační období.

Výsledky s feromonovými lapači potvrdily, že prvá zvýšená letová aktivita v pahorkatinách a nižších polohách je hlavně v květnu a počátkem června, kdy se v průměru rojí 51,1 % jedinců z celkového počtu lýkožroutů smrkových odchycených během vegetačního období. Druhá, výrazně menší a rozptýlenější letová aktivita je v polovině července a počátkem srpna, kdy se v průměru rojí 35,5 % dospělců lýkožrouta smrkového. Květnová vlna prozrazuje zakládání první generace, červencová a srpnová vlna pak zakládání druhé generace ve sledovaných letech.

V roce 1983 náletová vlna z konce srpna a září (9,6 % odrojených dospělců) prozrazuje zakládání třetí generace. Kromě uvedených dvou

[a tři] výrazných letových aktivit byl pozorován lýkožrout smrkový v menším rozsahu (3,1 %) během celého vegetačního období.

Aby tedy redukce početního stavu a snížení populační hustoty lýkožrouta smrkového v lesních porostech byla účinná, nutno použít feromonových lapačů v co největším počtu v jarních měsících, kdy dospělci opouštějí zimovací místa a aktivně se pohybují po porostech. Rovněž i podíl rojících se dospělců lýkožrouta smrkového v letních měsících spolu se samičkami zakládajícími sesterské generace nesmí být přehlížen (Z u m r 1985).

ODCHYT NA RŮZNÝCH EXPOZICÍCH

Z pozorování vyplývá, že největší množství lýkožroutů smrkových odchycených do feromonových lapačů bylo v pahorkatinách zaznamenáno na východních (19,9 %) a jihovýchodních (16,4 %) expozicích a v horských oblastech na jihovýchodních (22,8 %) a jižních (18,9 %) expozicích. Na severních expozicích bylo odchyceno v pahorkatinách pouze 4,6 % a v horách 1,2 % lýkožroutů smrkových. Letová aktivita a samotný let jsou ovlivňovány teplotou vzduchu a intenzitou slunečního záření v závislosti na expozici stanoviště. Let brouků nastává za předpokladu, že maximální denní teplota vzduchu se pohybuje v rozmezí od 15 °C do 24 °C (P f e f f e r 1955; M a r t i n e k 1961, 1966; Š v i h r a 1970; Z u m r 1981). Je-li však zimoviště brouků vystaveno přímým slunečním paprskům, dochází již k jednotlivému rojení (M e r k e r 1957; T h a l e n h o r s t 1958). V opačném případě je letová aktivita lýkožrouta smrkového malá a chladnějším expozicím se vyhýbá. Zjištěné poznatky je důležité brát v úvahu při rozmísťování feromonových lapačů v porostech.

NAPADENÍ STROMŮ V OKOLÍ FEROMONOVÝCH LAPAČŮ

Během tří sledovaných let je patrné, že pomocí feromonových lapačů došlo k částečnému snížení populace lýkožrouta smrkového na sledovaných lokalitách. Počet lokalit s napadenými stromy v roce 1985 poklesl oproti roku 1983 o 33,2 %.

Podle výsledků s použitím feromonových lapačů bylo dále zjištěno, že na lokalitách se středním výskytem lýkožrouta smrkového v roce 1983 (1 až 5 napadených stromů) došlo v roce 1984 k dalšímu napadení okolních stromů v 10,8 % případech a v roce 1985 v 6,8 %. U silného výskytu lýkožrouta smrkového v roce 1983 (6 až 20 napadených stromů) došlo v roce 1984 k dalšímu napadení v 1,6 % a v roce 1985 zůstala napadena již pouze jedna lokalita (0,4 %). Při kalamitním výskytu lýkožrouta smrkového (21 a více napadených stromů) v roce 1983 se v dalším roce 1984 takovéto ohnisko vyskytlo v jednom případě a v roce 1985 se již nevyskytlo. Na všech sledovaných lokalitách, bez ohledu na intenzitu předcházejícího napadení, bylo zaznamenáno podstatné snížení škod na stromech v okolí feromonových lapačů.

Podobně v Norsku bylo zjištěno na základě kontrolního programu v integrované ochraně lesa s použitím cca 600 000 feromonových lapačů v letech 1979 a 1980, že škody na dřevě v roce 1980 byly nižší než v roce 1979. Napadení stromů v okolí feromonových lapačů kleslo v roce 1980

o 70 % oproti roku 1979 na lokalitách s malým výskytem lýkožrouta smrkového a na lokalitách s velkým až kalamitním výskytem o 30 % oproti roku 1979 (B a k k e, S t r a n d 1981).

ZPRACOVÁNÍ DŘEVA NAPADENÉHO KÚROVCEM

Z přehledu o množství zpracovaného napadeného dřeva v Jihočeském kraji je patrné, že napadení dřeva lýkožroutem smrkovým kleslo v roce 1985 o 105 678 m³ (tj. o 57,2 %) oproti roku 1984.

Gradace lýkožrouta smrkového v Jihočeském kraji začala ustupovat v roce 1985. Přes velké množství polomů po větrné kalamitě, která postihla jižní Čechy, se vlivem chladnějšího počasí v červnu 1985 omezil let lýkožrouta smrkového, obnovila se odolnost stromů vůči napadení a rovněž intenzivní program ochrany snížil populace brouků. Je však velmi obtížné zhodnotit účinnost samotného odchytu lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů odděleně od ostatních opatření a vlivu počasí.

Ke snížení škod došlo pravděpodobně také tím, že se v letech 1982 a 1983 za extrémně příznivého počasí přirození mortalitní činitelé celkem neuplatňovali. Na druhé straně v letech 1984 a 1985, kdy bylo vlhčí a chladnější počasí, se odpor prostředí pronikavě uplatnil (mykózy, háďátka aj.), takže vznikly vysoké přirozené ztráty v populaci škůdce již během larválního vývoje. Rovněž tak v letech 1983 se více uplatňovaly sesterské generace než v letech 1984 a 1985. Snížení stavu populace škůdce tedy není jen důsledkem účinnosti feromonových lapačů, ale působením i jiných zejména přirozených reducentů.

Pro názornost uvádíme na příkladu, že zničením v průměru ročně 27 miliónů lýkožroutů smrkových při předpokládaném poměru pohlaví 1 samička k 1 samečkovi a při plodnosti samičky v průměru 40 vajíček bylo feromonovými lapači zabráněno namnožení přibližně 540 miliónů nových brouků. Odchytá-li stromový lapák v ČSR v průměru 3400 lýkožroutů (podle statistiky VÚLHM), pak se podařilo pomocí feromonových lapačů u JČSL zachránit ročně téměř 159 000 m³ dřeva před napadením lýkožroutem smrkovým.

V porostech, kde byl odchyt lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů spojen s kácením a odvozem napadených stromů, se snížilo v dalším roce napadení zhruba o čtvrtinu.

Výhled a zůstatek nezpracovaného napadeného dřeva činí u JČSL pro rok 1986 zhruba 50 000 m³. Největší množství se vyskytuje na LZ Vimperk (13 600 m³) a méně u LZ Třeboň (7900 m³) a LZ Prachatice (7400 m³). Ostatní lesní závody mají od 400 do 4000 m³. Většina napadeného dřeva se nachází v polomovém materiálu, který se intenzivně zpracovává. Likvidace se organizuje tak, aby dřevo bylo zpracováno dříve, než začne lýkožrout smrkový v jarních měsících opouštět zimovací místa.

ZÁVĚR

Během tříletého používání feromonových lapačů, jako možnosti omezení gradací lýkožrouta smrkového, bylo dosaženo ve smrkových oblastech jižních Čech dobrých výsledků.

Správným použitím a dobrou organizací práce se podařilo pomocí feromonových lapačů v kombinaci s dalšími známými metodami zastavit gradaci lýkožrouta smrkového vyláčením a zničením převážné většiny populace tohoto škůdce.

V letech 1983 až 1985 bylo průměrně ročně použito 11 615 feromonových lapačů a v průměru bylo odchyceno 27 124 000 dospělců lýkožrouta smrkového. Průměrný maximální roční odchyt do jednoho lapače činil 69 100 a průměrný minimální odchyt se pohyboval od 0 do 10 lýkožroutů smrkových. Během stejného období bylo v průměru ročně zpracováno 117 020 m³ napadeného dřeva. Na lokalitách, kde bylo odchyceno do 1 miliónu brouků, bylo zpracováno v průměru 2587 m³ napadeného dřeva; při odchytu až 2 miliónů 6537 m³; až 3 miliónů 9821 m³; až 4 miliónů 9880 m³ a do 7 miliónů bylo zpracováno 34 613 m³ napadeného dřeva.

Počet lokalit s napadenými stromy klesl v okolí feromonových lapačů v roce 1985 o 33,2 % oproti roku 1983 a bylo zpracováno o 57,2 % méně napadeného dřeva než v roce 1984.

Pomocí feromonových lapačů bylo v jarních měsících odchyceno v průměru 51,1 % dospělců lýkožrouta smrkového, v letních měsících v průměru 35,5 % a ze sesterských generací 3,1 % dospělců z celkového počtu jedinců odchycených během celého vegetačního období.

Podle expozice stanoviště bylo největší množství lýkožroutů smrkových odchyceno v pahorkatinách na východních (19,9 %) a jihovýchodních (16,4 %) expozicích a v horských polohách na jihovýchodních (22,8 %) a jižních (18,9 %) expozicích z celkového množství jedinců odchycených na všech sledovaných expozicích. Nejméně lýkožroutů smrkových jak v pahorkatinách, tak i v horských polohách bylo odchyceno na severních expozicích (od 1,2 do 4,6 %).

Závěrem je nutno připomenout, že pomocí feromonových lapačů lze podstatně snížit rozvoj lýkožrouta smrkového. Touto metodou se odchytá velké množství brouků dříve, než napadnou stromy vhodné ke svému vývoji.

POZNATKY VYUŽITELNÉ V LESNICKÉ PRAXI

Podle zkušeností s použitím feromonových lapačů u PŘ JČSL se zjistilo, že touto metodou se dá redukovat populační hustota lýkožrouta smrkového a zamezí se tak jeho nadměrnému množení.

Metoda předpokládá použití kvalitních feromonových návnad, správně fungující feromonové lapače, jejich optimální umístění v porostech a správné určení doby odchytu. Odchyty jsou největší v jarním období, především ihned po přezimování, kdy se odchytá až 60 % populace lýkožrouta smrkového z celkového množství během celého vegetačního období. K umístění feromonových lapačů je nejlépe volit stanoviště na východních a jihovýchodních expozicích v pahorkatinách, v horských polohách pak jihovýchodní a jižní expozice. Největší odchyt lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů jsou na mýtinách vyklizených v minulém zimním období, v porostních mezerách a v kůrovcových ohniscích, kde se lýkožrout smrkový vyskytoval v předcházejícím vegetačním období.

Spolu s metodou feromonových lapačů je při prevenci množení lýkožrouta smrkového nejdůležitější odstranění vhodných stromů z dosahu brouků a odstranění veškerého materiálu vhodného pro rozvoj a namnožení škůdce, např. polomů a těžebního odpadu.

Kromě feromonových lapačů lze k soustředění a nalákání lýkožrouta smrkového do míst, kde je možno proti němu zakročit, využít také stromových lapáků.

Uvedené metody a opatření, jsou-li správně a pečlivě uplatňovány, vedou při ochraně smrkových porostů k zabránění gradace lýkožrouta smrkového.

Literatura

- BAKKE, A.: Spruce bark beetle *Ips typographus*: Pheromone production and field response to synthetic pheromones. *Naturwissenschaften*, 63, 1976, č. 2, s. 92
- BAKKE, A. — AUSTARA, O. — PETTERSEN, H.: Seasonal flight activity and attack pattern of *Ips typographus* in Norway under epidemic conditions. *Meddr. Norsk. Inst. Skogforsk.*, 33, 1977, č. 6, s. 256-268
- BAKKE, A. — SAETHER, T.: The spruce bark beetle can be trapped in drain pipes. *Skogelieren*, 65, 1978, č. 11, s. 10
- BAKKE, A. — STRAND, L.: Feromoner og feller som ledd i integrert bekjempelse av granbarkbiller. Noen resultater fra barkbilleaksjonen i Norge i 1979 og 1980. *Rapp. Norsk. Inst. Skogforsk.*, 1981, č. 5, s. 1-39
- BRUTOVSKÝ, D.: Výsledky overovania prípravku Pheroprax v boji proti lýkožrútovi smrekovému. *Les*, 37, 1981, č. 5, s. 166-170
- BRUTOVSKÝ, D.: Výsledky skúšok nových feromonových zmesí, odparníkov a lapačov na lýkožrúta smrkového v r. 1984. *Sborník ČSVTS „Aktuální a výzkumné poznatky o účinnosti ochranných opatření v období kalamitního přemnožení lýkožrouta smrkového*, 1984, s. 95-102
- ESCHERICH, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Band II. Coleoptera, Borkenkäfer. 1923, s. 427-646
- FUCHS, G.: Über Forstpflanzungsverhältnisse der rindenbrütenden Borkenkäfer. München, 1907
- KLIMETZEK, D. — SAUERWEIN, P. — DIMITRI, L. — VAUPEL, O.: Einsatz von Typolur und Fallen gegen den Buchdrucker. *Allg. Forst- u. Jagdztg.*, 150, 1979, s. 238-242
- KNOCH, E.: Beiträge zur Generationsfrage der Borkenkäfer. *Forstwiss. Zentralbl.*, 1904, 26: 324-343
- KRAWIELITZKI, S. — KLIMETZEK, D. — BAKKE, A. — VITĚ, J. P. — MORI, K.: Field and laboratory response of *Ips typographus* to optically pure pheromonal components. *Z. ang. Ent.*, 1977, 83: 300-302
- LEONTOVÝČ, R.: Hlavné škodlivé činitele v lesoch Slovenskej socialistickej republiky. *Príroda, Lesn. štúdie*, 1980, 32
- MARTINEK, V.: Příspěvek k osvětlení problému sesterského pokolení u kůrovce *Ips typographus* L. *Lesnictví*, 1956, s. 615-644
- MARTINEK, V.: Problém natality a gradace kůrovce *Ips typographus* ve střední Evropě. *Rozpravy ČSAV*, 1961, č. 3
- MARTINEK, V.: Příčiny náhlého zvýšení hustoty kůrovce *Ips typographus* v porostech a možnosti jeho omezení. *Zprávy les. výzk.*, 1966, č. 12, s. 25-26
- MERKER, E.: Die ökologischen Ursachen der Massenvermehrung des grossen Fichtenborkenkäfers in Südwestdeutschland während der Jahre 1941 bis 1951. Freiburg, 1957
- NOVÁK, V.: Praktické využití kůrovcových feromonů. *Les. práce*, 59, 1980, s. 202-206
- NOVÁK, V.: Výsledky poloprovozních zkoušek s agregačními kůrovcovými feromony Pheroprax a Ipslure. *Les. práce*, 60, 1981, s. 366-374
- NOVÁK, V.: Nové poznatky v boji proti lýkožroutu smrkovému při použití nových typů lapačů a feromonových návnad. *Sborník ČSVTS*, 1984, s. 81-88
- NOVÁK, V.: Předběžné výsledky výzkumu snižování stavu kůrovců lýkožrouta

smrkového (*Ips typographus* L.) a lýkožrouta menšího (*Ips amitinus* Eichh.). Sborník ČSVTS „Biologický a biotechnologický boj se škůdci lesa“, 1985, s. 139-144

PFEFFER, A.: Fauna ČSR. Kůrovci — Scolytidae. ČSAV, Praha, 1955

PFEFFER, A. a kol.: Ochrana lesů. SZN Praha, 1961

PFEFFER, A.: Gradace lýkožrouta smrkového v současnosti a minulosti. Sborník ČSVTS, 1984, s. 6-10

RECKMANN, G.: Kampf dem Borkenkäfer (*Ips typographus* L.). Berlin, 1950

SKOBLÍK, J. — NOVÁK, V.: Perspektivy ochrany lesa na příkladu kůrovce lýkožrouta smrkového. Sborník ČSVTS Perspektivy ochrany lesa, 1985, s. 23-38

ŠVIHRA, P.: K předpovědi začátku rojení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.). Lesnictví, 1970, s. 921-930

THALENHORST, W.: Grundzüge der Populationsdynamik des grossen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.). Mitt. Niedersäch. Forstl. Versuchsanst., 1958, s. 1-126

VITĚ, J.: Anwendung von Lockstoffen gegen Fichtenborkenkäfer. Allg. Forst- u. Jagdztg., 1980, s. 45-49

ZUMR, V.: Izpolzovanie specialnych lovušek i feromonov v celjach opredelenija plotnosti populacij korobjeda tipografa (*Ips typographus* L.). IV. Symposium Chemo-recepcija nasekomyh, Vilnius, 1979, s. 1-6

ZUMR, V.: Bezlapáková metoda ochrany proti kůrovci. Les. práce, 1981, s. 413-416

ZUMR, V.: Letová aktivita a rozptyl lýkožrouta smrkového *Ips typographus* ve smrkových porostech. Sborník ČSVTS Biologický a biotechnologický boj se škůdci lesa, 1985, s. 126-131

Došlo dne 25. 3. 1986

ЗУМП, В. (Entomologický ústav ČSAV, České Budějovice). Ограничение градаций жука короеда, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae), при помощи феромонных ловушек. Lesnictví, 33, 1987 (1): 49-64.

В работе оценивается применение метода феромонных ловушек в еловых насаждениях в южной Чехии в период 1983—1985 гг. Для отлова жука короеда было применено в среднем за год около 11 615 феромонных ловушек со среднегодовым отловом 27 124 тыс. имаго жука короеда. Средний максимальный отлов в одну ловушку составлял 69 100 особей, а средний минимальный отлов колебался в пределах от 0 до 10 взрослых особей жука короеда на 1 феромонную ловушку. Общий отлов жука короеда в феромонные ловушки за обследуемый период приведен в таблицах №№ I—III и в диаграмме № 3.

При помощи феромонных ловушек было в весенние месяцы отловлено в среднем от 38,7 до 67,2% взрослых особей жука короеда, в летние месяцы от 23,1 до 42,0% и сестринских генераций в среднем от 2,6 до 6,7% жуков короедов от общего количества отловленных в ходе вегетационного периода особей.

В холмистых местностях больше всего взрослых жуков короедов было отмечено на восточных (19,9%) и юго-восточных (16,4%) склонах, а в горных местоположениях на юго-восточных (22,8%) и южных (18,9%) склонах от общего количества отловленных особей на всех обследуемых экспозициях. Меньше всего жуков короедов как на холмогорьях, так и в горных местоположениях было отловлено на северных экспозициях (от 1,2 до 4,6%).

В 250 обследуемых местностях были в 1983 году поражены деревья вблизи феромонных ловушек в 40,4% случаев, в 1984 г. в 12,8% и в 1985 г. лишь в 7,2% случаев (таблица № IV). В среднем было в обследуемой области ежегодно обработано 117 020 м³ пораженной короедом древесины. Общее количество пораженной и обработанной древесины приведено в таблицах I—III и в диаграмме на рис. 4. Уровень поражения и обработки древесины жуком короедом в 1985 году в сравнении с 1984 годом понизился на 57,2%.

В изучаемой области южной Чехии при помощи метода феромонных ловушек в сочетании с другими методами (ловчие пояса, интенсивное удаление пораженных деревьев и их вывозка из леса) удалось уничтожить большое множество жуков елового короеда и ограничить таким образом градацию этого вредителя.

В местностях, в которых отлов жука короеда в феромонные ловушки сочетался с валкой и вывозкой поврежденных жуком короедом деревьев, в последующем году поражение этим вредителем сократилось в среднем на одну четверть.

Преимуществом метода феромонных ловушек является то, что с его помощью можно отловить значительное количество жуков, которые таким образом ликвидируются из леса прежде, чем они успеют поразить физиологически ослабленные деревья. Условием этого метода являются хорошая организация труда, правильное размещение феромонных ловушек в насаждениях и правильное определение срока отлова.

защита леса; короед; ель; феромонные ловушки

ZUMR, V. (Entomologický ústav ČSAV, České Budějovice). *Reduction of Mass Outbreaks in Spruce Bark Beetle, Ips typographus (L.) (Coleoptera, Scolytidae), by Pheromone Traps*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 49-64.

We evaluated the use of pheromone traps in spruce stands of Southern Bohemia in the period 1983—1985. The average number of 11 615 pheromone traps was used every year to catch spruce bark beetles; the average number of entrapped spruce bark beetles made 27 124 000 imagoes a year. The average maximum number of beetles caught per 1 trap was 69 100 and the average minimum number of beetles caught per 1 trap ranged from 0 to 10 imagoes of spruce bark beetle. The total numbers of spruce bark beetles caught in pheromone traps over the period of observation are given in Tabs. I—III and in Fig. 3.

In spring months the pheromone traps caught on the average 38.7 to 67.2 % imagoes of spruce bark beetle; in summer months 28.1 to 42.0 %, in sister generations it made on the average 2.6 to 6.7 % spruce bark beetles out of the total number of individuals caught over the growing season.

In hilly regions, the highest numbers of spruce bark beetle imagoes were recorded at the localities with eastern (19.9 %) and south-eastern (16.4 %) exposures, in mountainous regions at the localities with south-eastern (22.8 %) and southern (18.9 %) exposures; the percent numbers relate to the total numbers of individuals caught at all exposures. The lowest numbers of spruce bark beetles both in the hilly and the mountainous regions were caught at the localities with northern aspects (1.2—4.6 %).

At 250 investigated localities, 40.4 % of trees in the vicinity of pheromone traps were invaded in 1983, 12.8 % of trees in 1984 and only 7.2 % of trees in 1975 (Tab. IV). In this investigated region, 117 020 m³ of wood invaded by bark beetles were processed on the average every year. The total volume of wood invaded by bark beetle and that had to be processed is given in Tabs. I—III and in Fig. 4. The volume of wood invaded by spruce bark beetles and of processed timber decreased in 1985 by 57.2 % in comparison with the year 1984.

In the given region of Southern Bohemia we succeeded, by pheromone traps combined with other methods (trap trees, intensive removal of invaded trees and their haulage out of the forest) in destroying the large numbers of spruce bark beetle individuals and thus reducing the mass outbreak of this pest.

At the localities where the catch of spruce bark beetles in pheromone traps was accompanied by the felling and removal of trees invaded by bark beetles, the invasion of this pest decreased by a fourth on the average in the following years.

The advantage of pheromone traps is that large numbers of beetles can be entrapped which are removed from the forest before they invade physiologically weakened trees. The assumptions of the effectiveness of this method are good organization of work, right location of pheromone traps in forest stands and properly determining the catch time.

forest protection; bark beetle; spruce; pheromone traps

Adresa autora:

Ing. Václav Z u m r, CSc., Entomologický ústav ČSAV, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice

L. Filipský

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Hradec Králové). *Technologická optimalizace těžeb (projekt TOT)*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 65-78.

Metody a algoritmy technologické optimalizace těžební činnosti, řešené a experimentálně ověřované po několika let, byly provozně dopracovány do formy automatizovaného projektu TOT. Způsob a postup řešení probíhá vždy za určitých předem daných předpokladů, z nichž některé lze v průběhu výpočtu operativně měnit. Z toho důvodu je třeba celé řešení i soubory dat považovat za pouhý model, na němž uživatel objektivními metodami sám hledá nejvhodnější výsledné řešení. Sestavení a použití technologií se volí subjektivně. Pro každý porost jsou nalezeny teoreticky přípustné technologie a vypočteny pro ně nároky mzdových nákladů v normohodinách a v Kčs, objemy vhodných sortimentů s možností optimalizace jejich rozvozu do skladů. Vždy je počítáno jednak teoreticky minimální řešení s neomezenými kapacitami mechanizačních prostředků, jednak optimální reálné řešení vyplývající z omezenosti daných kapacit. Přitom nejde jen o nalezení nejvhodnějších technologií s přesným vyčíslením jejich nároků, ale zejména o skutečnost, že výsledek je získáván relativním srovnáváním technologií za použití objektivní metody, jednotným způsobem a s použitím stejných normativů. Z toho důvodu v podstatě postačuje využívat při výpočtu pouze mzdové náklady. Navržený postup umožňuje získat nejen poměrně dobrý objektivní podklad pro návrh či zhodnocení plánu výroby, ale také vzájemnou srovnatelnost organizačních celků (zejména lesních závodů) na základě stejných kritérií. Nejdůležitější však je, do jaké míry uživatel projektu tyto výsledky skutečně využije a jaké závěry z nich vyvodí.

ekonomika lesnická; ASŘ; lesní těžba

Těžbu dřeva v porostech a jeho odvoz do expedičních skladů lze realizovat různými způsoby a prostředky, tj. různými technologiemi, přičemž celkové náklady a nároky na tuto činnost mohou být vzájemně různé. V poslední době stále naléhavěji vyvstává otázka, jakými technologiemi splnit dané úkoly v co nejkratší době, s co nejmenšími náklady a s vysoce efektivním využitím mechanizačních prostředků, jejichž skutečné kapacity jsou vždy omezeny.

Jde o problém značně obsáhlý a obtížný, který může být vyřešen jedině s použitím samočinného počítače. Vymezení a vlastní formulace problému, hlavní principy a metody řešení byly hledány a ověřovány na různých pracovištích po mnoho let. V roce 1973 byl u Vojenských lesů a statků v Praze dokončen první ucelený projekt TOT — Testování optimální technologií těžby. I když byly získávány prakticky použitelné výsledky, byl okruh problémů nadále rozšiřován a způsob řešení postupně koncipován obecněji. Zásadním obratem bylo zavedení tzv. dílčích technologií, což umožnilo propočítat nejrůznější kombinace základních technologických postupů. Nově byla začleněna problematika rozvozu do skladů se současnou optimalizací. Dříve používané různé tabulky byly nahrazeny obecnějšími funkčními vztahy, tj. rovnicemi ve tvaru poly-

nomů. Tyto četné závislosti byly hledány u VLS empiricky a numerický výpočet potřebných koeficientů byl konán na počítači s využitím speciálních programů.

Výsledkem několikaleté práce kolektivu řešitelů je nový projekt TOT — Technologická optimalizace těžeb v současné verzi 04 — 1985. Celková koncepce a ideové řešení i úplné zabezpečení nezbytných technologických údajů, konstant a norem včetně všech výpočetních vztahů bylo vypracováno v ÚHÚ VLS, Praha, vlastní algoritmizace a programové řešení ve VÚLHM, Jíloviště - Strnady.

Cílem této práce je seznámit širší okruh zájemců s hlavními principy a charakteristikami projektu TOT a všeobecně informovat o jeho možnostech a praktické použitelnosti. Přitom nejde o podrobnější popis metod a algoritmů řešení, ale spíše o poskytnutí celkové představy o tom, jaké výsledky a jakým způsobem lze použitím projektu získat. Podrobnější teoretický popis hlavních principů řešení bude uveden v samostatné práci, a to zejména pro potřebu těch, kteří projektu TOT již prakticky používají. Protože výsledná vyhodnocení poskytují dosti podrobné kalkulace jednotlivých technologií až na úroveň dřeviny v porostu, mohou být tyto využitelné bezprostředně až na nejnižších stupních řídicí činnosti. I v tom by tento příspěvek měl být určitým základním vodítkem.

ZÁKLADNÍ POJMY

Základní polynom je matematická funkce ve tvaru polynomu n -tého stupně pro $n \leq 5$ ve tvaru

$$p = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n.$$

Vyjadřuje buď určitou závislost, nebo popisuje jistou normu, popř. elementární operaci. Má pouze vnitřní programový význam.

Dílčí technologie je základním pojmem pro technologickou optimalizaci. Matematicky vyjadřuje specifickou technologickou činnost, tj. způsob těžby, vyklizování, přibližování, manipulace i odvozu. Je vázána na max. jeden mechanizační prostředek. Vzniká substitucemi, násobením a sumarizací základních polynomů. Formálně je polynomem stupně $n \leq 13$ ve tvaru

$$T = c_0 + c_1h + c_2h^2 + \dots + c_nh^n,$$

kde argumentem h je střední hmotnatost dřeviny v porostu.

V projektu TOT jsou dílčí technologie rozděleny podle použití do pěti skupin a jejich předpokládané počty lze vyčíst z tohoto přehledu:

skupina	druh	číslování
1	těžba	1—100
2	vyklizování	101—400
3	přibližování	401—900
4	manipulace	901—920
5	odvoz	921—940

Pro každou dílčí technologii je registrován nejméně jeden výpočetní polynom, definovány podmínky její přípustnosti (vždy 12 konstant) a hodnoty tarifu a přírážky v 0,01 Kčs. Kromě toho je zaznamenáno pět vnitřních indexů pro kontrolu přípustnosti vytvářených kombinací technologií.

Podrobné popisy dílčích technologií jsou uvedeny v Katalogu dílčích technologií, který je součástí projektu a je také vyjádřen formou pomocné pracovní tabulky.

Kompletní technologie znamená již ucelený komplexní technologický postup pro vyhodnocení datové věty dřeviny v porostu. Uživatel v ní definuje čísla pěti dílčích technologií, z nichž je složena, přičemž program (TOT4) zkontroluje přípustnost jejich vzájemné kombinace. Pro každou kompletní technologii je pro-

vedena příprava všech příslušných polynomů dílčích technologií, tarifů i přírážek a určení celkových omezujících podmínek přípustnosti výsledné kompletní technologie. Na základě čísla dílčí technologie pro manipulaci je definován kód výroby sortimentů.

Tímto způsobem jsou definovány a vytvářeny kompletní technologie pro každou dřevinu DR₁—DR₄ zvlášť. Číslování technologií provádí uživatel subjektivně, je však vhodné toto unifikovat alespoň v rámci podniku SL. V současné verzi projektu TOT se připouští max. 600 technologií v jedné úloze.

Přípustná technologie je taková kompletní technologie, kterou lze pro daný porost použít, tj. data porostu bez zbytku splňují současně všechny omezující podmínky této technologie. Přitom se vůbec nepřihlíží k tomu, zda příslušné mechanizační prostředky mají plánované kapacity a jsou-li vůbec k dispozici.

Reálná technologie je taková přípustná technologie, pro niž jsou zabezpečeny a programem vyhrazeny skutečné kapacity všech jejích mechanizačních prostředků.

Optimální technologie je taková přípustná (nebo reálná) technologie v porostu, která vykazuje nejmenší celkové nároky v normohodinách, nikoliv v Kčs.

Dřevina je rozlišována pouze ve čtyřech základních typech: 1 — smrk, jedle; 2 — borovice, modřín; 3 — buk; 4 — dub. Uvedený číselník je platný pouze ve verzi pro SSR, pro ČSR je 3 — listnaté, 4 — nedefinováno.

Sortimenty se předpokládají pouze ve zjednodušené skladbě: 1 — tyčovina, 2 — rovnané netříděné, 3 — kulatina a sdružené pilařské výřezy, 4 — surové kmeny tenké, 5 — surové kmeny tlusté.

Mechanizační prostředky se nijak nerozdělují do samostatných skupin. Jejich technologická použitelnost je dána vazbou na určitou dílčí technologii. V současné době (1985) je definováno celkem 55 mechanizačních prostředků, programově lze jich rozlišit až 100. Je možno použít i čísel, tzv. fiktivních mechanizačních prostředků, k vhodnému rozdělení sortimentní skladby.

Kapacita skladu je maximální množství dřeva v m³ sortimentu, které lze v daném období (roce) do skladu umístit. Pro každý sklad nutno definovat 20 hodnot kapacit (4 dřeviny à 5 sortimentů).

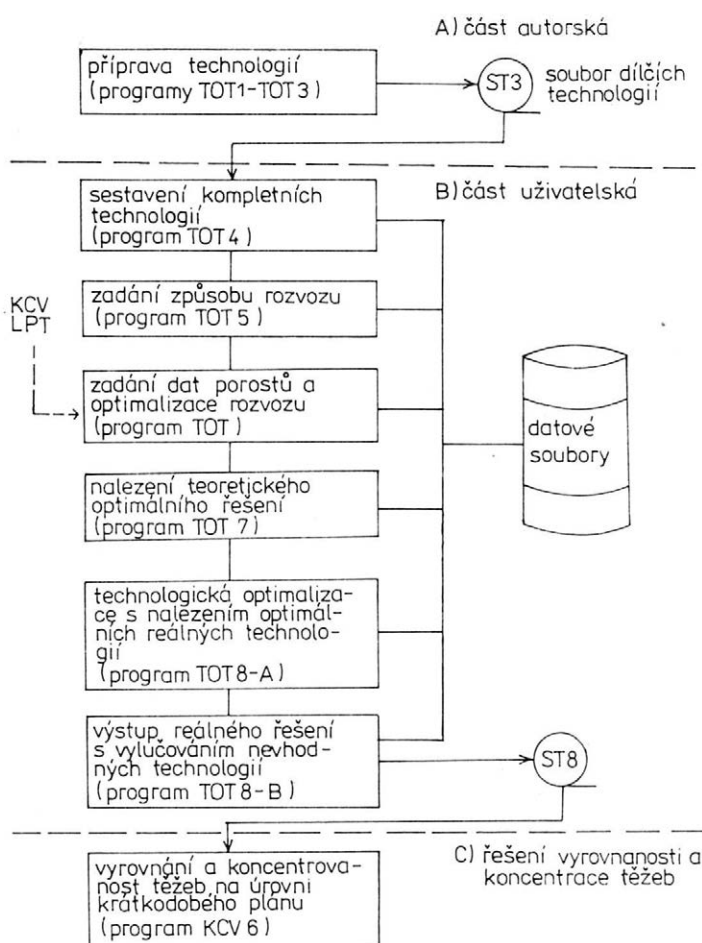
Kapacita mechanizačního prostředku je max. počet normohodin obsluhy u prostředku daného typu, který je (bude) v daném období k dispozici. Protože tentýž fyzický mechanizační prostředek může být různě technologicky použit (např. UKT pro vyklízování i přibližování), může být tedy označen různými čísly a celkovou kapacitu nutno vhodně proporcionálně rozdělit. Nalezení těchto správných proporcí je hlavním úkolem při řešení programem TOT8-A.

VŠEOBECNÉ CHARAKTERISTIKY PROJEKTU TOT

VNĚJŠÍ VAZBY PROJEKTU TOT

Projekt TOT v zde popisované formě (obr. 1) je určen k technologickému vyhodnocení návrhu krátkodobého plánu (ročního, dvouletého), může však být použit i k vyhodnocení dlouhodobějších plánů, např. decenálního lesního hospodářského plánu. Při tom je však nutno vždy uvážit některé nevýhody, např. zbytečné řešení a optimalizace rozvozu [lze simulovat jediným fiktivním skladem], rozsáhlé a zbytečné podrobné tisky a zejména pak malý počet vět porostů (max. 3000) i odvozních míst OM_i (max. 99).

Pro tyto i další nepříjemné vlastnosti byly algoritmy i koncepce projektu přepracovány pro speciální použití při dlouhodobém plánování. V současné době je vytvářena samostatná verze pod názvem Plánování koncentrované výroby — projekt KCV, vycházející na vstupu z médií decenálního LHP, zpracovávaných programy KCV1—KCV5. Hlavní funkcí programů KCV je rozdělit všechny porosty z LHP do zvolených skupin (období) tak, aby v každé této skupině byly těžby všestranně vyrovnané



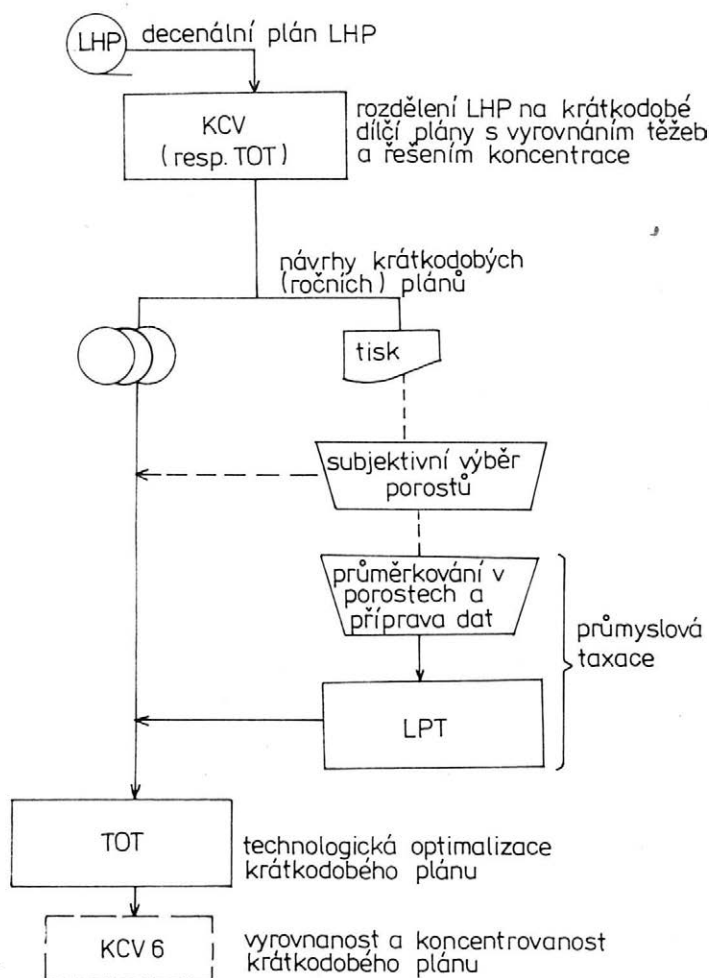
1. Celkové schéma projektu TOT. — Overall scheme of the TOT project

podle použitých charakteristik (klíčů) a navíc i územně pokud možno koncentrované (Filipský 1985).

Programy KCV tedy umožní automatizovaně vypracovat návrh ročních, resp. dvouletých plánů těžební činnosti. Takto vytvořené soubory lze přímo použít k podrobnému technologickému vyhodnocení pomocí programů TOT. Získaný optimalizovaný výsledek lze dále použít k ev. řešení vyrovnanosti a koncentrovanosti těžeb až na úroveň pololetí nebo kvartálu, a to použitím programu KCV6. Tato možnost velmi podrobného vyhodnocování nebude v praxi většinou potřebná a použití programu KCV6 bude spíše výjimečné, nicméně program KCV6 byl všestranně ověřen a je provozně plně k dispozici. Jeho zpracování umožnilo prakticky ověřit všechny použité metody a algoritmy pro projekt KCV.

Další vyřešenou a ověřenou možností je přímá informační vazba mezi projektem TOT a projektem průmyslové taxace LPT. Po výběru porostů a šetření v terénu (průměrkování) se zadají vstupní informace pro výpočet zásob s následným podrobným vyhodnocením technologické a odbytové sortimentace. Zadávají se data pro taxaci (LPT), nikoliv pro TOT, přičemž na vyžádání program LPT3 automaticky vyho-

2. Návaznost lesních hospodářských plánů na projekt TOT. — The linkage between forest management plans and the TOT project



toví soubor dat porostů ve formě vhodné pro TOT, takže tento soubor může být bez úprav a kontrol přímo použit jako vstup do TOT6.

Zmíněné možnosti a vzájemné vnější vazby lze znázornit schématem na obr. 2.

VSTUPNÍ INFORMACE

Pro vyhodnocení uživatelské úlohy, tj. technologické optimalizace krátkodobého (ročního) plánu lesního závodu, jsou nutné tyto vstupní informace:

Údaje pro sestavení uživatelských kompletních technologií po dřevinách DR_1 — DR_4 .

Pro každé odvozní místo OM_i se zadají čísla skladů SK_j (max. 14) a přepravní vzdálenost D_{ij} . Pro každou dřevinu DR_1 — DR_4 nutno definovat sortimenty, které lze po dané trase přepravovat, tj. přípustnost odvozu z OM_j .

Pro každý sklad SK_j nutno zadat max. kapacity (roční) v m^3 pro všechny dřeviny a sortimenty, tj. přípustnost skladu SK_j .

Pro každou datovou větu dřeviny v porostu nutno zadat kromě identifikátorů celkem 9 údajů: DT — druh těžby (1—3), TEZ — výše těžby v m³, TER — stupeň terénu (1—6), DR — číslo dřeviny (1—4), SV — soustředovací vzdálenost v hm, VZR — vzrůstový stupeň (1—4), V — střední výška kmene v m, P — střední tloušťka kmene v cm, HM — střední hmotnost v 0,01 m³.

Uživatel tedy připravuje a do formulářů předem zapisuje max. tři soubory informací, tj. údaje o technologiích, o řešení rozvozu a údaje o porostech.

Je-li na vstupu zadán počet skladů $N_{SK} = \emptyset$, pak rozvoz není vůbec řešen a žádné další informace o rozvozu ani kapacity skladů nejsou třeba. Všecké těžby pak směřují do tzv. fiktivního skladu.

Soubor údajů o porostech (pro TOT6) připraví uživatel pouze tehdy, není-li tento vstupní soubor automaticky převzat z jiných projektů, tj. z řešení koncentrace KCV nebo z průmyslové taxace LPT.

PŘÍPRAVA DÍLČÍCH TECHNOLOGIÍ

Definování a vlastní příprava dílčích technologií včetně určení všech numerických konstant je v zásadě záležitostí pouze kolektivu autorů projektu a uživatele se dotýká pouze okrajově. Celá tato etapa prací jsou v podstatě pomocné matematické výpočty s využitím programů TOT1—TOT3, jejichž cílem je vytvoření souboru dílčích technologií (ST3) a katalogu dílčích technologií, což je součástí projektu TOT a je k dispozici uživatelům.

Příprava souboru dílčích technologií ST3 probíhá v několika etapách sestavování a numerického vyhodnocování: určení konstant základních polynomů (speciální programy); vytvoření souboru koeficientů základních polynomů (program TOT1); sestavení polynomů dílčích technologií (Program TOT2); ohodnocení dílčích technologií, tj. definování mechanizačních prostředků, tarifů, přírážek, omezujících podmínek a vnitřních programových indexů (program TOT3).

Standardní hodnoty dílčích technologií může uživatel libovolně změnit při použití sestavovacího programu TOT4. Platnost souboru ST3 dílčích technologií je většinou dlouhodobá, jeho údržování v aktuálním stavu nečiní starosti. Za jeho správnost a aktuálnost odpovídají autoři.

VÝSTUP VÝSLEDKŮ

Všecké výsledky vystupují tiskem na tiskárně počítače ve formě přehledných sestav. V zásadě je vždy vytištěna nejprve kopie všech vstupních údajů s případnou indikací chyb v nich. Je-li zadání bezchybné, následuje výpočet a tisk vlastních výsledků. Popis jednotlivých sestav je uveden v dokumentaci. Tisk některých (nepovinných) sestav lze potlačit zadáním příslušného parametru v programu.

POSTUP VYHODNOCENÍ

SESTAVENÍ KOMPLETNÍCH TECHNOLOGIÍ (PROGRAM TOT 4)

Kompletní technologie pro každou dřevinu DR₁—DR₄ sestavuje uživatel sám s využitím Katalogu dílčích technologií. Pro každou techno-

logii uvede v zadání její číslo a dále čísla 5 dílčích technologií pro těžbu, přibližování, vyklizování, manipulaci a odvoz. Kromě toho může uvést seznam kódů a hodnot, které mají být ve výsledné technologii upraveny, tj. standardní hodnoty mají být nahrazeny hodnotami zadanými.

Sestavovací program TOT4 pracuje zhruba takto:

pro zvolené dílčí technologie připraví všechny potřebné polynomy, vazby na mechanizační prostředky, hodnoty přírážek a tarifů;

zkontroluje přípustnost dané kombinace dílčích technologií prostřednictvím vnitřních indexů, nepřipustnou kombinaci indikuje jako chybu;

na základě čísla dílčí technologie pro manipulaci definuje kódy výroby sortimentů;

definuje celkové omezující podmínky pro kompletní technologii jakožto společnou podmnožinu omezujících podmínek všech 5 dílčích technologií;

standardní hodnoty konstant nahradí zadanými (byly-li zadány);

provede úplnou kontrolu všech hodnot sestavené kompletní technologie a v případě bezchybnosti tuto zaznamená do výstupního souboru.

Počet kompletních technologií ve výstupním souboru může být maximálně 600.

ZADÁNÍ ZPŮSOBU ROZVOZU (PROGRAM TOT 5)

V jedné úloze může být vyhodnocován jediný LHC, který obsahuje až 99 odvozních míst OM_i . Kromě toho lze definovat až 14 expedičních skladů (resp. odběratelů) SK_j a pro každou přípustnou dvojici (OM_i, SK_j) se zadává: skutečná přepravní vzdálenost D_{ij} v km; 20 kódů q přípustnosti odvozu sortimentů (4 dřeviny à 5 sortimentů, které vyjadřují, zda daný sortiment může být po dané trase do skladu přepravován (1 = ano, 0 = ne); pro každý sklad SK_j se pro sortimenty 1–5 zadají maximální kapacity K skladu v m^3 . Nezadané dvojice (OM_i, SK_j) , jakož i ostatní nezadané hodnoty, se předpokládají jako nulové a tedy nepřipustné kombinace, pro něž odvoz nebude řešen.

V paměti počítače je vytvářena vícerozměrná matice hodnot, která bude optimalizována programem TOT6. Výstupní sestavy programu TOT5 mají pro uživatele jen kontrolní význam a většina z nich je nepovinných.

Je třeba si dobře ujasnit význam a souvislost kódů q a kapacit skladů K . Pomocí zadaných kódů q uživatel může povolit nebo naopak zakázat odvoz jednotlivých sortimentů z OM_i na příslušné sklady SK_j a určujícím prvkem je tedy v tomto případě odvozní místo OM_i . Kapacita skladu K pak definuje, které sortimenty a v jaké výši lze do skladu přijmout, a to bez ohledu na počet a čísla OM_i . Určujícím prvkem je zde tedy sklad. Nepřijatelné sortimenty se definují nulovou kapacitou $K = 0$.

ÚDAJE O POROSTECH A OPTIMALIZACE ROZVOZU (PROGRAM TOT 6)

Program TOT6 realizuje dvě samostatné fáze vyhodnocení:

a) čtení, kontrola, předběžná sortimentace a vytvoření souboru dat porostů b) optimalizace rozvozu.

V 1. fázi jsou čteny po větvích údaje o porostech, provedena jejich kontrola a kopie je vytištěna na tiskárně s ev. příznaky chyb. Zadaná výše těžby T v m^3 je předběžně rozpočtena na jednotlivé sortimenty se sumarizací za OM_i . Zvláštností této sortimentace je skutečnost, že součet

zásob h sortimentů s dává dvojnásobnou výši T , tj.

$$\sum_{s=1}^5 h_s = 2T. \quad (3)$$

Je tomu tak proto, že různé technologie obecně definují i různé sortimenty příslušející různým skladům. V této fázi vyhodnocování není vůbec známo, která technologie (přípustná nebo reálná) se později stane optimální a které sortimenty a jaký odvoz do skladů se nakonec uplatní po technologické optimalizaci v sumarizacích. Předběžně sumarizované sortimenty slouží k přidělení vhodných skladů všem OM_i ve 2. fázi výpočtu. Způsob řešení není v tomto směru exaktní, je zde spoléháno na určitou pravděpodobnost výsledků, protože jinak by úloha byla neřešitelná.

Vyskytla-li se v datech porostů nebo při sortimentaci alespoň jedna chyba, pak činnost programu předčasně skončí.

Ve 2. fázi je konána optimalizace rozvozu sortimentů tak, že každému OM_i je pro daný sortiment přidělen optimální sklad. Důsledkem tohoto přidělování je nutná transformace původní matice přepravních poměrů, přičemž původní záznam je přepsán záznamem novým.

Řešení je prováděno samostatně a nezávisle pro každou dřevinu DR_1 — DR_4 a sortiment s_1 — s_5 , celkem tedy pro 20 podmnožin informací. V každé podmnožině je pro každé OM_i hledán jediný optimální sklad SK_j s volnou kapacitou. Rozhodující je zejména přepravní vzdálenost D_{ij} a hodnota volné (zbytkové) kapacity skladu.

Při výpočtu není řešena klasická úloha Dopravní problém, ale programový algoritmus funguje zhruba tak, že pro daný sortiment je ze všech dosud nepřidělených OM_i a SK_j vždy vyhledána taková přípustná dvojice $\{OM_i, SK_j\}$, pro níž je $D_{ij} = \min$. Přitom sklad SK_j je přípustný jen tehdy, lze-li do něj umístit alespoň část sortimentu z OM_i . Tento předpoklad umožňuje mírně překračovat kapacity skladů. Při postupném zmenšování zbytkové kapacity skladů se může stát, že zbývající (zbytková) kapacita je nulová nebo i záporná a sklad se stává pro daný sortiment nadále nepřístupným. Výskyt záporné zbytkové kapacity pak udává, o kolik byla plánovaná kapacita překročena. Po ukončení všech výpočtů lze zjistit zbytkové kapacity skladů vytištěním zvláštní sestavy (nepovinné).

Program navíc vytváří tzv. fiktivní sklad FS , pro nějž definuje neomezenou kapacitu K_{FS} pro všechny sortimenty, avšak velkou přepravní vzdálenost (1000 km). Nelze-li pro některé OM_i najít vhodný reálný sklad s volnou kapacitou, umístí se daný sortiment do tohoto fiktivního skladu FS . Vyhodnocovací program TOT7 pak pro něj předdefinovává přepravní vzdálenost $D_{i,FS} = \emptyset$ a v důsledku toho počítá náklady pouze na naložení a složení, nikoliv na vlastní odvoz. Sortiment zůstává jakoby na odvozním místě OM_i a jeho odvoz nutno řešit subjektivně zvlášť. Zavedení fiktivního skladu umožňuje nalézt řešení pro libovolnou (i nesmyslnou) kombinaci hodnot těžeb a kapacit skladů.

Byla-li zjištěna jakákoliv chyba v 1. nebo 2. fázi výpočtu, je další vyhodnocování přerušeno a původní matice hodnot pro řešení rozvozu (z TOT5) zůstává nedotčena. Proběhne-li celý výpočet bez chyb, je původní záznam přepsán optimalizovaným řešením. Navazující programy pak nepřipustí výpočet se soubory bez této transformace.

Program TOT7 nevyžaduje žádné další informace, zpracovává pouze soubory vytvořené předchozími programy. Pro každou datovou větu dřeviny v porostu jsou postupně testovány a vyhodnocovány jednotlivé kompletní technologie z TOT4. Technologie je pro daný porost přípustná tehdy a jen tehdy, jsou-li současně splněny všechny její omezující podmínky; v opačném případě je technologie nepřípustná, dále se nevyhodnocuje ani netiskne. Data porostu tedy musí splnit konkrétně tyto podmínky, jejichž hodnoty jsou definovány (v TOT4) pro každou technologii:

DT_{min}, DT_{max}	— druhy těžby (min., max.),
T_{min}, T_{max}	— minim. a maxim. výše těžby v m^2 ,
TER_{min}, TER_{max}	— stupeň terénu (min., max.),
SV_{max}	— maxim. soustředovací vzdálenost v hm,
DR	— číslo dřeviny,
V_{min}, V_{max}	— výška kmene v m (min., max.),
P_{min}, P_{max}	— tloušťka kmene v cm (min., max.).

Pro každou přípustnou technologii jsou prostřednictvím polynomů příslušných dílčích technologií vypočteny nároky na těžbu, přibližování, vyklizování, manipulaci a odvoz, a to v 0,1 normohodin a také v Kčs mzdových nákladů. Zároveň je předepsaná výše těžby T rozpočtena na jednotlivé sortimenty a pro každý sortiment definován nejvhodnější sklad. Náklady na odvoz jsou počítány pro každý (nenulový) sortiment zvlášť v důsledku toho, že každý sortiment může směřovat na jiný sklad, a teprve pak sumarizací určeny odvozní nároky celkové. Nakonec jsou vypočteny celkové nároky kompletní technologie, a to opět v 0,1 normohodin a v Kčs. Všechny kompletní přípustné technologie pro daný porost jsou pak seříděny podle jednotlivých nákladů v normohodinách a v tomto pořadí také vytištěny.

V pořadí první technologie každého porostu vykazuje tedy minimální nároky v normohodinách a je teoreticky optimální (minimální) technologií, která je pak sumarizována do celkových výsledků za OM_i a LHC. Dále je pro ni zaznamenán způsob řešení rozvozu a proveden odpočet sortimentů v m^3 v tabulkách zbývajících kapacit skladů. Vyčerpání kapacit skladů se zde již netestuje, protože přidělení skladů jednotlivým OM_i bylo jednoznačně provedeno již v TOT6. V důsledku toho se mohou hodnoty naplnění skladů lišit od předpokladů získaných v TOT6, tj. kapacity skladů zůstávají obecně nedočerpané a mají určitou zálohu kapacit. Tato skutečnost však nemá zásadní význam zejména proto, že program TOT7 hledá pouze teoreticky optimální řešení, nikoliv konečné reálné řešení. Ne každou zde optimální technologii bude možno realizovat z důvodu omezenosti kapacit mechanizačních prostředků a stejně bude třeba celý model přepočítat znovu za jiných předpokladů programem TOT8-A při hledání reálného řešení.

Po ukončení vyhodnocení porostů daného OM_i jsou vytištěny sumarizované výsledky za celé odvozní místo OM_i . Tiskne se tabulka souhrnných nákladů v normohodinách a Kčs po jednotlivých technologiích, které se uplatnily jako minimální, a to zvlášť po dřevinách 1—4. Dále jsou pro každou dřevinu vytištěny tabulky optimálního rozvozu sortimentů do skladů.

Po vyhodnocení všech OM_i souboru se v obdobné formě vytisknou

celkové výsledky za LHC. V závěru je pak uveden přehled zbytkových (tj. nevyčerpaných) kapacit skladů.

Výsledky teoreticky optimálního (minimálního) řešení v TOT7 v podstatě ukazují minimální hodnoty nákladů, k nimž je možno se více nebo méně přiblížit vhodnou organizací práce a při dostatečných kapacitách mechanizačních prostředků.

NALEZENÍ OPTIMÁLNÍCH REÁLNÝCH TECHNOLOGIÍ (PROGRAM TOT 8-A)

Při výpočtu optimálního reálného řešení je zásadní rozdíl oproti předchozímu v tom, že je nutno brát ohled na skutečné reálné kapacity mechanizačních prostředků, které má (bude mít) zadavatel úlohy k dispozici a které zadává na vstupu. V podstatě je nutno nalézt pro každý porost jedinou reálnou technologii a vyhradit pro ni skutečné kapacity mechanizačních prostředků. Dosavadní model optimálních technologií je třeba přetvořit, vyloučit z něj ty, které nelze zabezpečit v důsledku omezenosti kapacit a namísto nich nalézt technologie náhradní, pokud možno optimální.

V principu jde o to uplatnit v celém LHC, nikoliv pouze v jednotlivých porostech, právě nejefektivnější technologie, které lze zabezpečit danými kapacitami mechanizačních prostředků. Proto také pořadí testování a kapacitního uspokojování jednotlivých technologií nezávisí ani na jejich pořadí v souboru, ani na výši jejich celkových nároků, ale prioritu získávají právě ty technologie, které vykazují minimální nároky na 1 m³ těžby. Za tím účelem musí být předběžně v souboru seřazeny všechny technologie z TOT7 podle jednotkových nákladů, a to bez ohledu na jejich příslušnost k porostům a odvozním místům OM_i. U porostů, kde byla v TOT7 nalezena jediná přípustná technologie, je úmyslně zvýšena jejich priorita tím, že jednotkový nárok nh/m³ je zmenšen konstantou — 1000. Tříděním jsou tyto technologie se záporným klíčem zařazeny na začátek souboru a jsou tedy uspokojovány přednostně. Pro toto opatření není žádný teoretický důvod a vždy se tím posune hledané optimum, i když nepodstatně. Prakticky velmi cenné je však to, že je výrazně zmenšena pravděpodobnost výskytu porostů, pro něž nelze nalézt žádnou reálnou technologii.

Po nalezení optimální reálné technologie ke každému porostu výpočet končí. Na výstupu je vytištěna jediná krátká tabulka zbytkových kapacit mechanizačních prostředků a popř. seznam porostů bez reálné technologie.

Rozborem a posouzením výsledných zbytkových kapacit z této tabulky uživatel rozhodne, zda získaný výsledek je postačující či nikoliv. Z tohoto hlediska je důležité, aby byly plně vyčerpany kapacity těch nejvýkonnějších a nejefektivnějších prostředků a mechanismů. V opačném případě je vhodné uvážit a upravit zejména proporce kapacit u prostředků stejného typu a výpočet opakovat.

Tuto etapu výpočtu nelze svěřit k pouhému rutinnímu zpracování ve výpočetním středisku v jediné variantě. Je nezbytně nutné, aby zadávání variant kapacit bezprostředně řídil technolog-specialista, který k výpočtu přistoupí operativně a s dokonalou znalostí věci. Činnost programu TOT8-A je velmi rychlá a výsledek je vždy získán v průběhu několika desítek vteřin.

Účelem programu TOT8-B je vyloučit některé nereálné technologie v porostech a sumarizovat a vytisknout celkové výsledky reálného řešení.

V principu algoritmus pracuje tak, že v každém porostu je porovnávána optimální (prvá v pořadí) technologie s každou technologií následující, tj. s technologií celkově méně efektivní. Obsahuje-li tato technologie stejný mechanizační prostředek a zároveň vyžaduje pro něj vyšší technologický nárok než technologie optimální, pak je považována za nereálnou a je ze souboru i z tisku vyloučena. Mechanizační prostředky, které nejsou využívány optimální technologií, se netestují a neovlivňují posuzování reálnosti technologie méně efektivní.

Optimální reálné technologie každého porostu se sumarizují za OM_i a LHC. Forma výstupních sestav je zcela stejná jako u programu TOT7. V závěru se tisknou výsledné tabulky vyčerpanosti kapacit skladů i mechanizačních prostředků.

Při tom se mohou vyskytnout porosty, pro něž nebyla nalezena žádná reálná technologie. Kapacity mechanizačních prostředků, které byly k dispozici, se uplatnily v ostatních porostech, kde je jejich využití efektivnější. Takovéto porosty nejsou započteny do celkových výsledků OM_i i LHC a musí je dorešit uživatel jinak. Tato situace všeobecně svědčí o tom, že celkové kapacity mechanizačních prostředků jsou buď nedostačující, nebo jsou zadány nesprávně, popř. nebyly zvoleny vhodné a dostatečně pestré technologie v programu TOT4.

ZHDNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Po ukončeném vyhodnocení získává uživatel dvojici formálně podobných sestav z TOT7 a z TOT8-B. V prvním případě je uvedeno teoreticky možné minimální řešení, v druhém případě pak konkrétní návrh reálného řešení, jak se co nejvíce přiblížit minimálnímu při daných omezených kapacitách mechanizačních prostředků. V obou případech je však použit stejný soubor kompletních technologií z TOT4 a není vyloučeno, že lze dojít k lepšímu výsledku ještě vhodnějším a pestřejším výběrem technologií.

Získané výsledky jsou v zásadě členěny ve třech úrovních — pro dřevinu v porostu, pro odvozní místo OM_i a konečně celkově pro LHC. Konceptně by bylo možné vhodné řešit i úroveň např. poleší, lesního úseku atd. Zvětšením počtu sumarizačních úrovní by se zvětšily nároky na délky datových vět a zejména nároky na rozsahy paměti počítače. Uvedená struktura vychází z potřeb vojenských lesů, u podniků státních lesů zatím nejsou vážnější výhrady.

Na úrovni porostu jsou vždy uvedeny po technologiích nároky v normohodinách a v Kčs (mzdové náklady), náklady jednotkové na 1 m^3 těžby a sortimentů s uvedením čísel skladů pro odvoz. Tuto část sestav lze operativně využívat pro bezprostřední řízení prací v porostech. Nelze-li z některých důvodů realizovat navrženou optimální technologii (prvou v pořadí), je možno snadno zvolit efektivní technologii náhradní subjektivně a přímo ze sestavy vyčíst výši nákladů. Je ovšem třeba mít na paměti, že v celkových výsledcích bylo předpokládáno použití optimální technologie a je tedy třeba prověřit kapacitní možnosti. Prakticky

to znamená vypočítat rozdíly nároků v normohodinách mechanizačních prostředků vzhledem k optimální technologii a v tabulce zbytkových kapacit zjistit, zda tyto zvýšené nároky jsou realizovatelné, tj. zda pro ně existuje kladná zbytková kapacita. V této operativnosti i na nejnižších stupních řídicí činnosti lze spatřovat výhodnost projektu TOT.

Hlavní využitelnost výsledků však nutno spatřovat na úrovni zejména lesního závodu, resp. podniku. Sumarizované výsledky za OM_i a LHC představují v podstatě návrh, jakým způsobem lze splnit stanovené těžební úkoly nejefektivněji při daných kapacitách. Je třeba zdůraznit, že vždy jde pouze o návrh modelového řešení a že vypočtené výsledky nemohou mít nikdy přímo závaznou nebo dokonce direktivní platnost. Rozhodně nelze např. použít vypočtené mzdové náklady přímo pro stanovení mezd atd. Výsledky však lze úspěšně použít jako podklad pro vlastní sestavení plánu těžební činnosti a k posouzení, do jaké míry a jakými prostředky je plán splnitelný. Se zřetelem k teoreticky minimálnímu řešení z TOT7 lze také usuzovat na dostatečnost vybavení mechanizačními prostředky, provádět studie a fiktivní výpočty s uvážením dodatečného nákupu nových mechanismů a s fiktivními kapacitami jednotlivých prostředků.

Jestliže se vyskytují porosty, pro něž nebyla nalezena žádná reálná technologie, pak tato situace jednoznačně svědčí o tom, že splnění úkolu při tomto zadání úlohy nelze zajistit. Jak již bylo řečeno, nutno posoudit zadání kapacit mechanizačních prostředků i zadání technologií v TOT4. Protože takové porosty nejsou do výsledků započteny, musí tuto situaci dořešit uživatel sám a v úvahu přicházejí tyto možnosti:

Organizovat těžbu v těchto porostech samostatně způsobem, který buď nevyžaduje žádné mechanizační prostředky, nebo jen takové, pro něž existuje zbytková nevyužitá kapacita.

Zrevidovat použití kompletních technologií, tj. pokusit se nalézt některou vhodnou přípustnou technologii v TOT7 nebo sestavit nově soubor technologií v TOT4 a celý výpočet opakovat.

Je-li to možné, pokusit se zvýšit a zabezpečit kapacity některých mechanizačních prostředků a opakovat výpočet TOT8.

Zmíněné porosty vyloučit z plánu těžby, tj. snížit celkový rozsah těžeb. V tomto případě není třeba na výstupních sestavách cokoli měnit, protože jsou odpovídající. Toto řešení však bude většinou nežádoucí.

Jestliže byly některé sortimenty umístěny do fiktivního skladu FS, pak příčinou je nedostatečné nebo chybné zadání celkových skladových kapacit. Protože algoritmus použitý v TOT6 většinou způsobuje nedočerpání skladových kapacit v celkovém výsledku, je vhodné zadávat v TOT5 spíše kapacity úmyslně větší. Je třeba si uvědomit, že pro sortimenty ve fiktivním skladu FS byly počítány pouze nároky na naložení + složení a odvoz z OM_i musí dořešit a dopočítat uživatel sám. Protože náklady na rozvoz u takových porostů nebyly vypočteny v plné výši, pak některé technologie mohly získat neoprávněnou prioritu. Proto je dosti důležité, aby kapacity skladů byly celkově vždy dostatečné.

PERSPEKTIVNÍ APLIKACE PROJEKTU TOT

Kolektiv řešitelů se snaží rozvinout některé další aplikace principů projektu TOT. V úvahu přicházejí zatím tyto možnosti:

a) Principy TOT aplikovat pro úroveň decenálního plánu se současným řešením všestranné vyrovnanosti a koncentrovanosti těžeb. Jak již bylo řečeno, hlavní algoritmy byly použity a ověřeny v programu KCV6, který se použije po získání výsledků z programů TOT. Komplexní programový systém Plánování koncentrované výroby — KCV je vyvíjen a postupně ověřován.

b) Zmíněnou problematiku koncentrace výroby KCV řešit automatizovaně na bázi digitálního modelu porostů. Celý postup i metody a algoritmy se zdají být teoreticky jasné, dílčí řešení je zčásti ověřeno. Hlavním praktickým problémem je neexistence digitálního modelu, což je dáno hlavně tím, že není dosud v resortu k dispozici potřebná digitalizační technika, přestože je v ČSSR vyráběna.

c) Další možností je pozměnit výpočet technologických nároků v TOT tak, že namísto hledání optimálních technologií z hlediska minimálních normohodin obsluhy bude hledáno řešení pro minimální spotřebu PHM mechanizačních prostředků. V zásadě jde o přepočítané normohodiny mechanizačního prostředku na střední spotřebu PHM v litrech při daném způsobu práce, který vyplývá z dílčí technologie. Závislost je jasná pouze pro řešení rozvozu, kdy spotřeba je přímo úměrná přepravní vzdálenosti D. V ostatních případech nutno znát funkční závislost, matematicky vyjadřující vztah mezi spotřebou a středními otáčkami motoru, což závisí na dílčí technologii, terénu atd. Tyto vztahy ve tvaru výpočetních polynomů nejsou zatím numericky k dispozici. Dořešení tohoto problému by bylo jistě velmi užitečné a vysoce aktuální.

d) V úvahu přicházejí i další možnosti, např. aplikace pro technologie při zalesňování, v řízení zemědělské výroby atd.

ZÁVĚR

Programový systém TOT je dokončen a všestranně ověřen a v současné době je plně připraven k všestrannému využívání. Významová i numerická správnost výsledků byla potvrzena praktickými výpočty nejméně na 120 skutečných úlohách zejména u Vojenských lesů a statků, Severočeských lesů a Západoslovenských lesů. Celkové řešení není považováno za konečné a předpokládají se průběžné úpravy na základě konkrétních požadavků z praxe.

Těžiště lesnické práce zřejmě záleží právě v těžbě dřeva a optimalizovat tuto činnost objektivními metodami je nejen žádoucí, ale přímo nutné. Popsaný automatizovaný postup by se mohl stát jedním z důležitých prostředků, jak nacházet nejvhodnější řešení.

Literatura

- DOBIÁŠ, J. — UHER, J. — LOULA, B.: Výpočet plánu těžební činnosti. Lesnictví, 28, 1982, č. 1, s. 9-19
KOLEKTIV: Optimalizace těžebních technologií, projekt TOT — uživatelská příručka, 1985
FILIPSKÝ, L.: Řešení problému koncentrace těžeb metodou obalování pólů. Lesnictví, 31, 1985, č. 8, s. 657-669
FILIPSKÝ, L.: Metody a problémy řešení technologické optimalizace těžební činnosti. Lesnictví, v tisku

Došlo dne 1. 10. 1985

ФИЛИПСКИ, Л. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Hradec Králové). *Технологическая оптимизация рубок (проект TOT)*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 65-78.

Методы и алгоритмы технологической оптимизации лесозаготовительных работ, разрабатываемые и испытываемые уже ряд лет, доработаны в форме автоматизированного проекта TOT. Способ и ход разработок протекали по заранее намеченным условиям, некоторые из которых можно менять в процессе расчетов. Из этих соображений все разработки и комплексы данных следует считать лишь моделью, с помощью которой потребитель сам ищет посредством объективных методов оптимальное решение.

Составление и применение технологий выбираются субъективно. Для каждого насаждения подбираются теоретически допустимые технологии и вычисляются требуемые зарплатные расходы в нормо-часах и кронах, объемы подходящих сортиментов с возможностью оптимизации их развозки по складам. Всегда намечаются как теоретически минимальные решения с неограниченными мощностями средств механизации, так и оптимальное реальное решение, вытекающее из ограниченности данных мощностей. При этом не ищутся только оптимальные технологии с точным расчетом их требований, но важен и факт, что результат получается путем относительного сопоставления технологий с помощью объективного метода, по единому способу и с одинаковыми нормативами. Вот почему достаточны лишь затраты на оплату труда. Предлагаемый способ позволяет приобрести достаточную объективную основу для проекта или оценки плана производства и при этом взаимно сравнивать организационные комплексы лесхозов и пр. по одинаковым критериям. Но самое важное — знать, в какой мере потребитель проекта действительно использует эти результаты и какие выводы из них он сделает.

лесная экономика; АСУ; лесозаготовка

FILIPSKÝ, L. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Hradec Králové). *Optimization of Logging Technologies (TOT Project)*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 65-78.

The methods and algorithms of the optimization of logging technology, solved and experimentally tested for several years, were elaborated in practical farming conditions in the form of TOT automated project. The method and procedure of solving the problem are always realized in definite in-advance stated assumptions: some of these assumptions can be operatively altered during the calculation. Therefore the entire solution and data sets must be considered a mere model where it is the user himself who looks for the most suitable resultant solution applying the objective methods.

The make-up and use of the technologies are chosen in a subjective manner. Theoretically admissible technologies are found for each stand, the wage costs of these technologies expressed in man-hours and Kčs are calculated, along with the volumes of suitable assortments: the transport of timber assortments to wood yards can also be optimized. Either the theoretically minimum variant with unlimited capacities of machines is computed or the optimum actual variant considering the limited capacities of machines. The goal is to find out not only the most suitable technologies and to express in figures their requirements, but also mainly the fact that the result is obtained by a relative comparison of technologies applying the objective method, uniform procedure and identical norms. It is in fact the reason why only the wage costs are enough to be used for the calculation. Using the described procedure, we can obtain relatively reliable objective information for a draft or evaluation of the plan of production, and we can also compare mutually the organizational units, especially forest establishments, according to the identical criteria. The most important thing is how the user of the project will make use of these results and what sort of conclusions he will draw.

forest economy; management information systems; forest exploitation

Adresa autora:

Ing. Libor Filipský, Útvar ASŘ VÚLHM, Přemyslova 219, 501 68 Hradec Králové

AKTIVIZOVANÉ LÉTAVÉ POPÍLKY JAKO NETRADIČNÍ POJIVO PŘI ZPEVNĚVÁNÍ LESNÍCH ODVOZNÍCH CEST

K. Hanák

HANÁK, K. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Aktivizované létavé popílký jako netradiční pojivo při zpevňování lesních odvozních cest*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 79-92.

Ve spolupráci s praxí byly zbudovány pokusné stavby, na kterých byly ověřovány netradiční technologické postupy, zaměřené na možnosti využití aktivizovaných létavých popílků jako náhradního pojiva za bilancované živice a cementy při zpevňování lesních cest. Výstavbě pokusných úseků předcházely podrobný laboratorní průzkum testovaných materiálů a popílkových pojiv, vyúsťující v optimální sestavy stabilizačních směsí, návrhy vozovek pokusných staveb a výpočet parametrů jejich účinnosti. Opakovanými venkovními měřeními na pokusných stavbách bylo prokázáno, že vozovky s nosnými vrstvami zpevněnými popílkovým pojivem vykazují dlouhodobý a vysoký nárůst únosnosti. Rozvoj těchto technologií v oblastech s produkcí popílkových odpadů může přispět nejen k jejich účelné likvidaci, ale i k snížení materiálové a energetické náročnosti výstavby lesních odvozních cest.

technika lesnická; lesní cesty; aktivizovaná popílková pojiva; netradiční stavební technologie; zpevňování lesních odvozních cest

Zpřístupňování komplexů lesních porostů výstavbou celoročně sjízdných odvozních cest vytváří základní předpoklad pro dynamický rozvoj našeho lesního hospodářství.

Těchto účelových komunikací bylo zbudováno již několik tisíc kilometrů a zpevněno dodnes převážně tradovanou netuhou vozovkou opatřenou krytem živičných pojiv penetrovaných makadamů a uzavíracími nátěry.

O rozsahu dosavadních nároků na živičná pojiva pro potřeby SL ČSSR — a to nejen pro zpevňování nově budovaných cest, ale i údržbu současně sítě a jiné úpravy — lze např. usuzovat z nedávno zveřejněných údajů Jihomoravských státních lesů, kde bylo za 7. pětiletku spotřebováno 22 721 tun živice (Kolektiv 1985).

V důsledku postupných radikálních redukcí dodávek živičných pojiv pro lesní hospodářství (např. již v roce 1986 o 40 %), vedoucích až k jejich úplnému pozastavení v roce 1990, bude naše lesnické dopravní stavitelství postaveno před nutností provést zásadní změny v uvedených dlouhodobě tradovaných koncepcích a jím odpovídajících technologiích při zpevňování cest. Bude tedy nutno společným úsilím výzkumu a praxe hledat taková náhradní řešení, která by vedla při zohlednění všech racionalizačních kritérií k další výstavbě stabilních a únosných vozovek lesních odvozních cest.

Jednou z mála alternativních a doposud v lesnickém stavitelství nedoceněných možností jsou chemické stabilizace místních zemin, méněhodnotných a náhradních kameniv. Za jednu z hlavních objektivních pří-

čin, která zabraňuje rozvoji těchto bezesporu moderních a pokrokových technologií, lze uvést skutečnost, že cementy, jako doposud nejvíce aplikovaná pojiva, jsou řazeny nejen mezi bilancovaná, ale i výrobně energeticky vysoce náročná staviva.

Námětem příspěvku je uvést část výsledků výzkumných prací, řešených katedrou LS MHB VŠZ v Brně v minulém pětiletém období, kdy byla laboratorními testy i na pokusných stavbách ověřována možnost náhrady cementových pojiv ve stabilizovaných vrstvách vozovek lesních cest aktivizovaných létavými popílkami (Beneš, Hanák 1984).

STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY V ZAHRANIČÍ A U NÁS

Účelná likvidace neustále se zvyšujících objemů popílků jako tuhých odpadů energetického průmyslu vznikajících při spalování uhlí je dnes ve všech technicky vyspělých zemích světa nejvíce diskutovaným problémem, a to nejen v souvislosti s hledáním základů druhotných surovin, ale i v souvislosti s řadou ekonomických a ekologických faktorů, jako jsou např. vysoké náklady na výstavbu a údržbu odkališť a složišť popílků, zábor užitkové půdy pro tato zařízení, znehodnocování životního prostředí apod.

Mnohostranné použití pro likvidaci popílků nabízí ve světě i u nás především resort stavebnictví — např. při výrobě maltovin, betonů, pórabetonů, umělého kameniva, prefabrikátů, cihlářských výrobků apod.

Technologické postupy zaměřené na využívání létavých popílků v dopravním stavitelství jsou doposud uplatňovány převážně v západních zemích. Tak např. v USA, Francii a NSR je likvidováno 15 až 30 % z celkové produkce těchto odpadů při stabilizacích extrémních podloží, zřizování násypů, nestmelených i v kombinaci s cementy zpevněných podkladních vrstev vozovek (Davidson 1955, Täubert 1983, Žák 1974).

Československá energetika, která je vázána na spalování hnědého uhlí s poměrně malou výhřevností a vysokou popelnatostí, produkuje značná a neustále se zvyšující množství popílků (v roce 1970 10 mil. tun, odhad pro rok 1990 24 mil. tun). k jejichž uskladnění je blokováno v současnosti 2500 ha převážně zemědělské a lesní půdy s odhadnutou ztrátou hrubé rostlinné produkce 1570 mil. Kčs. Odhad množství účelné likvidace popílků ve stavebnictví činí v roce 1985 14,5 % z jeho celkové produkce, z toho pro náhradu zemin 4,5 % a pro stabilizace v dopravním stavitelství pouze 0,6 % (Bažantová 1984). Naznačená problematika vystupuje tedy v naší republice do popředí zájmu mnohem důrazněji než jinde ve světě.

Skutečnost, že aktivizované popílkami mohou doznat široké uplatnění při zpevňování veřejných i účelových komunikací, byla u nás již v minulosti prokázána na řadě experimentálních staveb. Např. na úseku státní silnice Ostrava — Krmelín byl stabilizován šterkopískový podklad jednak cementem, jednak vápnem aktivizovaným popínkem. Po šesti letech provozu bylo na odebraných vzorcích zjištěno, že původní pevnost cementové stabilizace 4,2 MPa vzrostla na 9,6 MPa, u stabilizace popínkem z 3,29 MPa na 15,2 MPa. Na úseku lesní cesty Novopolská (LZ Prostějov) bylo zlepšeno podloží z neúnosných zemin popínkem aktivizovaným

vápne do hloubky 20 cm, což umožnilo redukci původního návrhu klasické vozovky z 50 na 25 cm. Tato úsporně zbudovaná vozovka vykazovala v odstupu tří let po dokončení stavebních prací jarní únosnost v rozpětí od 231 do 479 MPa, na srovnávacím úseku bez úpravy podloží a v původně navržených dimenzích od 148 do 189 MPa (Medelský 1969, Hanák 1984). Je však nutné zároveň připustit, že existuje i řada objektivních příčin, jejichž odstranění podmiňuje mnohem vyšší využitelnost popílku v našem dopravním stavitelství — nedostatek zařízení pro odběr suchého popílku, obtížná manipulace při přepravě, vysoká prašnost, malý zájem dodavatelů stavebních prací pro doposud nízkou výrobní efektivnost při plnění finančních objemů výroby apod.

METODIKA VÝZKUMNÝCH PRACÍ

Průzkum možností použitelnosti popílkových pojiv pro zpevňování lesních cest byl konán ve spolupráci s budoucími realizátory (SZ SmSL Frýdek-Místek, ŠLP VŠZ Křtiny) pro konkrétní lokality, tzn. pro oblasti nacházející se v blízkosti možných zdrojů odběru nejen popílku, ale i náhradních staviv. Podle těchto hledisek byla vybrána oblast zahrnující severovýchodní Moravskoslezské Beskydy s možností využití ocelářenských struskových drtí a popílku z Třineckých železáren a jižní část Dražanské vrchoviny (převážná část území ŠLP Křtiny) s možností odběru lomových odpadů a popílku z brněnské elektrárny Červený Mlýn. V uvedených lokalitách byly odebrány vzorky podložních zemín z tras budoucích pokusných staveb i zmíněných náhradních staviv a pojiv a podrobeny laboratorním rozborům a testům zaměřeným k získání jejich základních fyzikálně mechanických charakteristik i k sestavení optimálních receptur stabilizovaných směsí. Laboratorně byla rovněž sledována velikost dlouhodobých nárůstů tlakových pevností testovaných směsí a možnost časového prodloužení mezi jejich výrobou a zpracováním.

Na základě dosažených výsledků byly sestaveny návrhy konstrukcí vozovek pokusných staveb a vypočítána jejich předpokládaná únosnost a provozní výkonnost. Tyto návrhy byly doplněny doporučenými technologickými postupy zahrnujícími i spotřebu jednotlivých staviv a pojiv a potřebné mechanizační prostředky.

Na pokusných stavbách byla měřena v průběhu dvou let únosnost vozovek a souběžně při první sérii měření ověřována pomocí jádrových vrtů i kvalita a rovnoměrnost jednotlivých konstrukčních vrstev.

POKUSNÉ STAVBY, POPIS LOKALIT

Lesní cesta Kozinec, LZ Jablunkov, zemní svahová cesta, délka 3,2 km. Orografická charakteristika: severovýchodní část Moravskoslezských Beskyd. Geologická charakteristika: vnější flyš slezské jednotky (křída), tvořené godulskými pískovci a jílovci, půdní pokryv hlíny, písčité hlíny až hlinité písky s hrubými až středními šterky.

Popis úprav: na 100 m dlouhém úseku byla zřízena podkladní vrstva ze zhuštěné struskové drtě (frakce 0–8) a opatřena krytem z téhož materiálu, zpevněného metodou Road Mix vápnem aktivizovaným popílkem s příměsí cementu. Povrch vozovky byl opatřen jednoduchým uzavíracím nátěrem.

Lesní cesta U arboreta, ŠLP Křtiny, obslužná zemní cesta, délka 0,45 km. Orografická charakteristika: jihozápadní část Dražanské vrchoviny. Geologická charakteristika: spodní karbon (kulm), tvořený břidlicemi, místy s vložkami drob a drobových pískovců, půdní pokryv jílovité hlíny s proměnným obsahem šterkovité frakce.

Popis úprav: na 100 m dlouhém úseku bez podélného spádu a bez od-

Pokusná stavba	Kozínek		U arboreta		
Charakteristika zemin a staviv	podloží	strusková drť	podloží	lomový odval	lomová výsivka
Název zemin (ČSN 72 1002)	hl. písčité štěrky	písčité štěrky	jílovitá hlína	písčité štěrky	písek se štěrky
Zrnitost %					
jíl (do 0,002)	5	0	20	0	0
prach (0,002 — 0,063)	15	0	65	10	20
písek (0,063 — 2,000)	15	45	15	30	30
štěrky (2,000 — 125,0)	65	55	0	60	50
Namrzavost dle Scheibleova krit.	namrzavý	nenamrzavý	nebezpečně namrzavá	nenamrzavý	nenamrzavý
Atterbergovy meze					
tekutosti w_L %	23,6	neplastický	36,8	neplastický	neplastický
plasticity w_p %	18,7		21,1		
číslo plasticity	4,9		15,7		
Zhutnitelnost PCS					
W_{opt} %	16,3	12,3	17,6	1,28	8,5
ρ_{dmax} $10^3 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	1,786	1,852	1,600	1,992	2,221
Únosnost CBR % (2,5 mm)					
před saturací	24,2	31,5	10,0	18,7	24,5
po saturaci	18,4	28,6	5,2	16,5	20,6
Ekvivalent písku EP	—	76,2	—	30,7	62,0
Skupina vhodnosti pro siln. podloží	I — II	II	VIII — IX	II	II

vodnění byla zřízena podkladní vrstva ze zhuštěného vápencového lomového odvalu. Kryt z lomové prosívky (hulínská droba) byl stabilizován metodou Road Mix ve dvou variantách pojiv — na jedné polovině pouze aktivizovaným popínkem, na druhé pak s příměsí cementu.

PŘEHLED VÝSLEDKŮ LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Laboratorní testy a rozbory byly konány podle současně platných ČSN a ON.

V tabulce I jsou uvedeny základní fyzikálně mechanické charakteristiky zemin, charakterizující podložní poměry na lokalitách pokusných

Parametry směsí	Náhradní stavivo vozovek			
	strusková drť (0–8)		lomová prosívka	
Označení směsí	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Dávky pojiv — %				
vápno vzdušné	4	4	4	4
popílek	10	10	10	10
cement SPC 325	2	—	2	—
Ø objemová hmotnost suchá — 10 ³ .kg.m ⁻³	1,808	1,800	1,794	1,806
Tlak. pevnost v MPa po dnech zrání				
7	1,27	1,22	1,09	1,01
28	3,44	2,81	1,91	1,75
56	4,52	3,29	3,59	2,63
365	9,21	8,22	7,15	6,09
Tlak. pevnost v MPa po zmrazov. cyklu	2,25	1,50	1,63	1,51

staveb a náhradních staviv použitých pro zpevňování pokusných úseků.

Výsledky zkoušek prostých tlakových pevností válečkových tělísek, zhotovených ze směsí náhradních staviv s popílkovými pojivy, jsou sešlaveny v tabulce II (uvádějí se průměry ze série 10 tlakových zkoušek pro každou testovanou směs s laboratorně zjištěnou optimální dávkou pojiv).

Uvedené laboratorní zkoušky byly po dohodě se zástupci SZ Frýdek-Místek u struskopopílkových směsí doplněny jednak o průzkum možného rozpětí času mezi jejich výrobou a zpracováním tak, aby nedošlo ke snížení požadovaných tlakových pevností, jednak o ověření možnosti náhrady vápenného aktivizátoru vápennými odpraškami (odpad od rotačních pecí cementáren). Pro tyto doplňující testy byl zvolen tento postup: uložení vyrobených směsí na skládkách s předpokládaným minimálním úbytkem vlhkosti bylo modelováno tak, že testovaná směs (v tabulce II označena S₁) byla po dovlhčení na W_{opt} uložena do polyetylénových obalů a potom hutněna vždy v intervalu dvou dní od doby zhotovení do pěti válečkových tělísek od každé série. Válečky byly pak uloženy po dobu 50 dní ve vlhkém prostředí a po saturaci vodou zjišťována jejich prostá tlaková pevnost. Eventuální úbytek pevnosti byl pak zjišťován srovnáním se sérií tělísek zhotovených ihned po zamíchání směsi.

Procentuální dávky odprašků (8, 10 a 12 % ze suché objemové hmotnosti struskové drtě) byly stanoveny ze dříve získaných poznatků, že tyto odpady mají zhruba poloviční stabilizační aktivitu ve srovnání se vzdušnými vápny (Hanák 1984).

Přehled výsledků těchto doplňujících laboratorních testů je podán v tabulce III.

Označení směsi	Časový interval výroba — hutnění dní	Ø objem. hmotnost $10^3 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$		Prostá tlaková pevnost — MPa zrání — 50 dní
		vlhká	suchá	
S ₁	0	2,142	1,892	5,80
	2	2,148	1,857	5,60
	4	2,146	1,814	4,97
	6	2,168	1,773	4,91
	8	2,171	1,729	5,35
	10	2,175	1,686	5,63
Odprašky				
8%	0	2,177	1,822	3,63
10%	0	2,188	1,877	2,87
12%	0	2,217	1,976	2,19

Zhodnocení výsledků laboratorních zkoušek:

Popílkové stabilizace vykazují dlouhodobý nárůst únosnosti, což musí být zohledněno při laboratorních testech. Doba zrání 7 dní, předepsaná ON 73 6181 pro stabilizace zemin, může vést k nesprávnému zhodnocení dosažených výsledků a měla by tudíž být prodloužena alespoň na 28 dní.

Příměs cementů do aktivizovaných popílkových pojiv (v daném případě v množství 2 %) zvyšuje nejen výsledné tlakové pevnosti směsí v průměru až o 35 %, ale i jejich odolnost proti účinkům mrazu. Tento poznatek by měl být zohledněn např. při zřizování podkladů vozovek na podloží s pendulárním a kapilárním vodním režimem.

Směsi s popílkovými pojivy lze krátkodobě skladovat bez vlivu na výslednou tlakovou pevnost po jejich zabudování do nosných vrstev vozovek.

Vápenný aktivizátor může být nahrazen v těchto směsích cementárenskými odprašky, a to přibližně dvojnásobnou dávkou, u testovaných směsí 8 %. Vyšší dávky vedly naopak k poklesu výsledných tlakových pevností (tabulka III). Pevnosti jsou ve srovnání se vzdušným vápnem nižší v průměru o 20 %, přesto ještě splňují při prodloužené době zrání tlaková kritéria pro stabilizace kvality I (čl. 19 ON 73 6181).

NÁVRHY VOZOVEK POKUSNÝCH STAVEB

Skladby a dimenze vozovek jsou sestaveny na základě výsledků venkovního průzkumu, laboratorních zkoušek podložních zemin, náhradních staviv a jejich směsí s cementopopílkovými a popílkovými vápnem aktivizovanými pojivy.

Teoretické parametry únosností a provozní výkonnosti (počet přejezdů čs. návrhového vozidla Š 706 RT) pro systém vozovka + podloží

Pokusná stavba Parametry vozovky	Kozinec	U arboreta
Celková tloušťka vozovky — cm	25	30
Podklad — cm	strusková drť — 10	lomový odval — 15
Kryt — cm	stabilizace S ₁ — 15	stabilizace S ₃ — 15 S ₄ — 15
Teoret. pružný průhyb y — mm	0,96	1,54
Celkový ekv. modul pružnosti — MPa	185,60	115,80
Teoret. provozní výkonnost — 1000 NV	266,10	13,80

Stabilizace S₁₋₄ podle tab. II.

byly vypočítány podle návrhové metody VUIS Bratislava (Poliaček, Gschwendt 1976), podle níž byly moduly pružnosti staviv a směsí hodnoceny porovnáním se stavivy, disponujícími ekvivalentními fyzikálně mechanickými a pevnostními parametry a únosnosti podloží odvozeny z převodních grafů CBR — modul pružnosti. Takto získané výsledné hodnoty jsou sestaveny v tabulce IV.

POUŽITÉ STAVEBNÍ TECHNOLOGIE

Pracovní postupy výstavby byly na obou pokusných stavbách shodné a probíhaly v těchto následných fázích:

Na podklad vybudovaný běžnou technologií byla navezena a srovnána vrstva materiálu určeného pro stabilizaci.

Pro přepravu a dávkování pojiv (v pořadí popílek, vápno, cement) byly na stavbě Kozinec použity přepravníky sypkých hmot na podvozku T 138, pojiva byla dávkována na povrch stabilizované vrstvy v několika pojezdech přímým vypouštěním z vyústních trubíc cisteren. Pro lesní cestu U arboreta bylo popílkové pojivo přepravováno z místa odběru rovněž vozidlem T 138, avšak opatřeným pro tyto účely speciální sklopnou skříní, jejíž zadní bočnice byla na stavbě upravena tak, že popílek byl při podstatně nižší prašnosti pokládán do rovnoměrných vrstev. K dávkování vápna a cementu tu bylo použito traktorem tažené rozmetadlo pevných průmyslových pojiv, tankované ze zásobníků umístěných v blízkosti stavby. Tento zemědělský stroj byl pro zmíněné úkony vhodný, pojiva byla dávkována rovnoměrně a bez nadměrné prašnosti. Jednotlivě nadávkovaná pojiva byla rozhrnuta do rovnoměrné vrstvy na šířku úpravy graderem.

Pojiva byla homogenizována se zpevňovanou vrstvou na obou stavbách zemědělským rotavátorem neseným traktorem, který se rovněž velmi

dobře osvědčil — směs pojiv s kamenivem byla dokonale promísena již po jeho třech průjezdech (šířka záběru 2 m, nastavitelná hloubka záběru lopatek do 20 cm).

K vlhčení stabilizované vrstvy na předepsanou optimální vlhkost byly použity tažené cisterny opatřené jednoduchou kropicí lištou. Po každém průjezdu cisterny byla stabilizovaná vrstva promíchávána a vlhkost kontrolována elektrickým odporovým vlhkoměrem s předem laboratorně stanovenou kalibrační křivkou (S e r e d a 1984).

Na obou stranách byly k hutnění stabilizovaných vrstev nasazeny hladké vibrační válce a shledáno, že nejsou pro tyto typy úprav vhodné. Při vibračním hutnění docházelo k dodatečné segregaci zrn ve zpevňované vrstvě (šterková zrna vystupovala na povrch), při statickém hutnění docházelo k pomístnému vytrhávání směsi z povrchu vrstvy nalepováním na bandáž válce. Mnohem lepšího hutnicího účinku bylo dosaženo pod koly pojíždějících nákladních aut, což signalizovalo vhodnost použití pneumatikových válců.

Pro úplnost lze uvést, že návaznost jednotlivých pracovních fází byla na obou pokusných stavbách plynulá, úseky v uvedené délce 100 m byly stabilizovány v průběhu tří hodin (časový údaj bez navážení kamene pro podklad a kryt).

VÝSLEDKY VENKOVNÍCH MĚŘENÍ ÚNOSNOSTÍ VOZOVEK POKUSNÝCH STAVEB

Pokusné stavby byly realizovány na podzim roku 1983. V časovém odstupu 6, 12 a 24 měsíců byla na nich konána série měření pružných průhybů pákovým průhyboměrem s cílem ověřit teoretickými výpočty předpokládané únosnosti vozovek i laboratorně zjištěné dlouhodobé nárůsty pevností popílkových stabilizací. (Zatěžovací vozidlo Š 706 RT, zjišťování tloušťek vrstev vozovek v místech měření jádrovými vrty, teplotního a vlhkostního režimu vozovek a podloží pomocí zabudovaných snímačů.)

Přehled výsledků měření je sestaven v tabulce V (kryty vozovek byly zbudovány ze směsí, jejichž skladba je popsána v tabulce II, rozpětí a průměry únosností byly získány z 12 měření průhybů pod oběma montážemi zatěžovacího vozidla, opakovaných v uvedených časových intervalech od dokončení stavebních prací ve čtyřech zafixovaných profilech na obou pokusných stavbách).

Zhodnocení výsledků měření:

Značná rozdílnost hodnot únosností vozovek při porovnání obou staveb (nejvýraznější v prvním termínu měření) je důsledkem diametrálně se lišících podmínek výstavby, daných typem podloží a jeho vodního režimu. Zatímco plán zemní cesty Kozinec tvořená hlinitopísčitými šterky vykazovala vysokou únosnost (na srovnávacím úseku bez zpevnění $y = 1,15$ mm, tzn. $E = 155$ Mpa) a byla i před zpevněním v bezvadném stavu, lze označit podložní poměry na lesní cestě U arboreta za extrémní. Podloží je tu tvořeno pro silniční pláně nevhodnými jílovitými hlínami, téměř trvale saturovanými neodvedenou srážkovou vodou. Nízkou počáteční únosnost zpevnění zde ovlivnila i skutečnost, že výstavba byla do-

1. Dávkování popílkového pojiva z přepravníku sypkých hmot (lesní cesta Kozinec). — Dosing of a fly-ash binding material from a bulk transport container (Kozinec forest road)



2. Dávkování vápenného aktivizátoru rozmetadlem (lesní cesta U arboreta). — Dosing of a lime activator by a distributor (U arboreta forest road)



3. Homogenizace stabilizované vrstvy s pojivy rotavátorem (lesní cesta Kozinec.) — Homogenization of a stabilized course with binding materials by a rotavator (Kozinec forest road)



Pokusná stavba			Kozinec	U arboreta	
Zpevnění krytu směsí			S ₁	S ₃	S ₄
Zjištěná tloušťka vozovky h — cm			21 — 25,5	26 — 32,5	27 — 31
Vodní režim podloží			difúzní	pendulární až kapilární	pendulární
Vlhkost podloží %	měřeno	6. 84	7,8 — 9,5	20,5 — 22,3	17,2 — 18,3
		10. 84	6,9 — 7,5	19,9 — 21,4	16,9 — 10,4
		10. 85	8,2 — 10,6	20,6 — 23,0	17,8 — 20,1
Parametry únosnosti y (mm), E _c (MPa) průměr — rozpětí	měřeno	6. 84	0,58/308 — 1,30/137	2,80/ 64 — 3,90/ 46	2,65/ 67 — 3,11/ 57
		10. 84	0,34/525 — 0,65/275	1,51/118 — 1,89/ 95	1,28/140 — 1,40/128
		10. 85	0,29/616 — 0,54/330	1,15/155 — 1,73/105	1,15/155 — 1,32/135
		6. 84	0,77/232	3,35/ 53	3,11/ 57
		10. 84	0,48/372	1,70/105	1,34/133
		10. 85	0,40/446	1,44/124	1,24/144

davatelem odsunuta až do listopadu; krátce po dokončení tedy celá konstrukce i podloží dlouhodobě promrzaly. Z uvedených důvodů lze považovat výsledky únosností získané na této stavbě za vysoce pozitivní — venkovní měření únosnosti prokázalo laboratorní poznatky o dlouhodobém nárůstu směsí s aktivizovaným popílkovým pojivem. Na stavbě Kozinec vzrostla únosnost vozovky za čtyři měsíce o 60 %, za 18 měsíců o 92 %, na stavbě U arboreta ve stejných časových intervalech na úseku s popílkovou stabilizací o 98 a 133 %, na úseku s cemento-popílkovou stabilizací o 133 a 172 %.

Zvýšení výsledných pevností popílkových směsí přidavkem cementu, ověřované na stavbě U arboreta, dosahovalo v uvedených časových intervalech hodnot od 16 do 27 % [při laboratorním průzkumu od 17 do 36 %].

TECHNICKÉ ZHODNOCENÍ VÝZKUMNÝCH PRACÍ

Výsledky laboratorního i venkovního výzkumu lze zhodnotit v těchto závěrech:

Na pokusných stavbách ověřované výsledky laboratorních zkoušek prokázaly, že úsporně navržené vozovky budované z náhradních i méněhodnotných staviv a pojiv mohou dosahovat i na extrémních podložních lokalitách potřebnou stabilitu a únosnost pro provoz těžkých odvozních souprav. V důsledku dlouhodobého nárůstu pevností popílkových stabilizací byly nejen dosaženy, ale i překročeny teoretické parametry únos-

ností navržených vozovek. Na lesní cestě Kozinec byla tak zvýšena původní únosnost zemní cesty téměř dvojnásobně, zpevnění téměř neprůjezdného úseku lesní cesty U arboreta vykazuje stabilitu požadovanou pro přejezd 20 000 až 25 000 návrhových vozidel.

Výzkumem prokázaná možnost částečné až úplné náhrady cementových pojiv devastním popílkovým odpadem, ev. i jeho vápenného aktivizátoru rovněž odpadními odprašky, může vést ke značnému snížení energetické náročnosti při zpevňování lesních cest.

I když byla výsledná kvalita zpevnění konaná postupem Road-Mix uspokojivá, projevily se v některých fázích technologie výstavby nedostatky, které by mohly být brzdou při praktických aplikacích popílkových pojiv. Zcela nevyhovující byl popsán způsob dávkování těchto prašných komponentů pouhým vysypáváním z korby přepravníků nebo z vypouštěcího otvoru cisteren, vedoucí nejen ke značným nerovnoměrnostem v dávkování pojiv od laboratorně předepsaných receptur, ale i k znehodnocování lesního prostředí (na stavbě Kozinec byl např. zaprášen 10—15 m pruh okolního porostu). Vyloučit zcela prašnost při manipulaci s popílky a jejich aktivizátory nelze, mohou však být doporučeny postupy, které ji sníží na únosnou mez. Vybavení obsluhy vozidel a strojů respirátory musí být však vždy samozřejmým a nutným opatřením. Pokud jsou SZ SL vybaveny přepravníky sypkých hmot s kompresorovým agregátem a dávkovačem Hoes na podvozku Unimog, je tento pracovní cyklus bez problémů, neboť pojiva jsou tankována hadicí z cisteren do zásobníku dávkovače. Jiným používaným zařízením je např. jednoduchý adaptér s tryskami upevněný k nárazníku přepravníku a opatřený krytem z celtoviny. Toto zařízení nejen snižuje na minimum prašnost, ale umožňuje dávkování s přesností $\pm 5\%$ (K u n d r á t 1980). Neoptimálnějším postupem vedoucím i k vysoké kvalitě vozovek by pak byla výroba směsí v míchacím centru a její kladení na podkladní vrstvy finišerem (tímto zařízením disponuje např. SZ Frýdek-Místek). Laboratorně byla prokázaná možnost krátkodobého předzásobení staveb směsí.

Ve fázi rozpracovaného a dlouhodobého výzkumu je stanovení součinitelů tepelných vodivostí popílkových stabilizací, a to jak laboratorně, tak pomocí termistorových čidel zabudovaných pod vozovkami pokusných staveb (S e r e d a 1984).

EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VÝZKUMNÝCH PRACÍ

Vzhledem k tomu, že byly v rámci výzkumu ověřovány netradiční technologie zpevňování lesních cest, je možno provést pouze předběžné ekonomické zhodnocení z rozsahu přímých nákladů, převzatých od dodavatelů pokusných staveb a zahrnujících použitá staviva, jejich přepravu a mechanizaci.

Náklady pro zpevnění 1 m² činily pro pokusný úsek Kozinec 34,96 Kčs (bez uzavíracího nátěru) a 33,23 Kčs pro pokusný úsek U arboreta (materiály bez ocenění — popílký, lomový odval).

Pro srovnání lze uvést, že na lokalitě U arboreta by pro zjištěné podložní poměry a ekvivalentní únosnost musela být zbudována např. klasická netuhá vozovka o tloušťce 52 cm (skladba PAH 10 cm, ŠTD 22 cm, ŠTP 20 cm) s přímými náklady 67,40 Kčs.

I když mají uvedené údaje pouze informační charakter, naznačují oprávněnost věnovat testovaným technologiím pozornost i z hlediska národohospodářského.

ZÁVĚR

Na dvou pokusných stavbách zbudovaných na lokalitách reprezentujících z hlediska podložních poměrů optimální a extrémní podmínky bylo prokázáno, že aktivizované létavé popílky mohou být velmi dobrým náhradním pojivem při zpevňování místních materiálů, náhradních a méně hodnotných kameniv v konstrukčních vrstvách vozovek lesních cest. Disponují latentními hydraulickými vlastnostmi, které vznikají ve vlhkém prostředí za přítomnosti vápenného aktivizátoru a lze jimi tak nahrazovat při stabilizacích z větší části nebo zcela bilancovaná cementová pojiva. Při optimální skladbě směsí, která musí být stanovena laboratorními testy, vykazují stabilizace popílky dlouhodobý a vysoký nárůst tlakových pevností i požadovanou mrazuvzdornost.

Rozvoj těchto netradičních technologií může být reálný v lesnickém dopravním stavitelství především v oblastech, kde jsou v ekonomicky přijatelných vzdálenostech zdroje odběru suchých popílků a může vést při účelné likvidaci těchto obtížných průmyslových odpadů i k požadovanému zhoštění výstavby lesních odvozních cest.

Literatura

- BAŽANTOVÁ, Š.: Soudobé směry racionálního využívání popílku. UVTEI/UTEIN, SIVO, Praha, 1984, 84 s.
- BENEŠ, J. — HANÁK, K.: Náhradní pojiva pro obalování méně hodnotných materiálů a průmyslových odpadů pro zpevňování lesních cest. Závěrečná zpráva, LF Brno, 1984
- DAVIDSON, D. T.: Soil Stabilization with Lime-Flyash. HRB Bulletin 108, Washington, 1955, s. 102-107.
- HABERLE, K.: Využívání náhradních materiálů při výstavbě pozemních komunikací u n. p. Silnice Teplice. In: Možnosti úspory asfaltových spojů, pohonných látek a energie při přípravě, výstavbě a údržbě pozemních komunikací. Bratislava, Dom techniky ČSVTS, 1982, s. 60-75
- HANÁK, K.: Využití místních stavebních materiálů a průmyslových odpadů při zpevňování lesních odvozních cest. Lesnictví, 30, 1984, s. 703-717
- GSCHWENDT, I. — POLIAČEK, I.: Návrh netuhej vozovky a jeho posúdenie. Technické podmienky, VUIS Bratislava, sv. 86, TEPS Bratislava, 1976, 131 s.
- KOLEKTIV TO JmSL, PŘ: Jak dál? Jihomoravské lesy, Brno, č. 9, 1985
- KUNDRÁT, P.: Použitie špeciálnej poľnohospodárskej techniky pri stavbe vozoviek cestnej siete. Zpravodaj OS VTEI, SSZ, roč. XIII, 1980, č. 1, s. 49-53
- MEDELSKÝ, V.: Dlhá životnosť stabilizovaných podkladov popolčiekom. Silniční obzor, XXX, 1969, č. 1, s. 21-22
- TÄUBERT, U.: Flugasche als neuer Baustoff im Strassenbau. Die Strasse, N. 1, 2, 1983, s. 24-27, 22-27
- SEREDA, O.: Kontrola teplotního a vlhkostního režimu pokusných úseků lesních cest elektrickými způsoby. Závěrečná zpráva, LF Brno, 1984
- ŽÁK, J.: Popílky v silničním stavitelství, Silniční obzor, XXXV, 1974, č. 7, s. 193-195

Došlo dne 19. 12. 1985

ГАНÁК, К. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Активизированная летучая зола как нетрадиционный вяжущий материал при укреплении лесных вывозных дорог. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 79-92.

В сотрудничестве с лесной практикой были построены экспериментальные дороги, на которых испытывались нетрадиционные технологии, направленные на возможность использования активизированной золы-уноса в качестве заменителя вяжущего материала вместо балансных битумов и цементов при укреплении лесных дорог. Строительству экспериментальных участков предшествовало подробное лабораторное обследование тестируемых материалов и зольных вяжущих материалов, завершаемое оптимальными комбинациями стабилизационных смесей, проектами покрытий экспериментальных дорог и вычислением параметров их эффективности. Повторными измерениями на местах на опытных постройках дорог было доказано, что дороги с несущими слоями, скрепленными зольным вяжущим материалом, характеризуются долгосрочным высоким приростом несущей способности. Развитие этих технологий в областях с продукцией золы-уноса может помочь не только ее рациональной ликвидации, но и сокращению материало- и энергоемкости строительства лесных трелевочных дорог.

техника лесная; лесные дороги; активизированные вяжущие материалы из летучей золы; нетрадиционные строительные технологии; укрепление лесных вывозных дорог

HANÁK, K. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Activated Fly Ash — Non-traditional Binding Material Used for the Construction of Forest Hauling Roads*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 79-92.

Experimental structures were made in cooperation with practice to test non-traditional technological procedures investigating a possibility of employing activated fly ash as a binding material replacing the bitumens and cements (obligatory-item materials) used for the construction of forest roads. The construction of experimental road sections was preceded by the thorough laboratory research of test materials and fly ash binding materials, issuing in the optimum combinations of stabilizing mixtures, drafts of the road surfaces of test structures and calculations of the parameters of their efficiency. It was demonstrated by a series of outside measurements on the test structures that the road surfaces with bearing courses containing fly-ash binding material showed a long-range and great increase in the bearing capacity. Progress of these technologies in the areas where fly ash waste is produced may contribute not only to a purposeful disposal of fly ash, but also to reduction in material and energy requirements for the construction of forest hauling roads.

forest machines; forest road; activated fly-ash binding materials; nontraditional building technology; construction of forest hauling roads

HANÁK, K. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Aktivierter Flugaschen als nichttraditionelles Bindemittel bei der Verfestigung der Waldabfuhrwege*. Lesnictví, 33, 1987 (1) : 79-92.

In Zusammenarbeit mit der Praxis wurden Versuchsbauten errichtet, auf denen nichttraditionelle technologische Verfahren überprüft wurden, die auf die Möglichkeit der Anwendung aktivierter Flugaschen als Ersatzbindemittel für bilanzierte Bitumen und Zemente bei der Verfestigung von Waldwegen orientiert waren. Dem Ausbau von Versuchsabschnitten ging eine eingehende Laborerforschung der getesteten Materiale und der Aschenbindemittel voraus, die in optimale Kombinationen von Stabilisierungsmischungen mündete, in Entwürfe von Fahrbahnen von Versuchsbauten und in Berechnungen von Parametern ihrer Wirksamkeit. Durch wiederholte Geländemessungen auf Versuchsbauten wurde nachgewiesen, daß Fahrbahnen mit den durch Flugaschenbindemittel verfestigten Trag-schichten einen langfristigen und hohen Anstieg der Tragfähigkeit aufweisen. Die Entwicklung dieser Technologie in Gebieten mit einer Produktion von Flugaschen-

abfällen kann nicht nur zu deren zweckmäßiger Liquidierung beitragen, sondern auch zur Herabsetzung der Ansprüchigkeit des Ausbaus von Waldabfuhrwegen auf Material und Energie.

Forsttechnik; Waldwege; aktivierte Flugaschenbindemittel; nichttraditionelle Bautechnologien; Verfestigung von Waldabfuhrwegen

Adresa autora:

Ing. Karel H a n á k, lesnická fakulta VŠZ, Zemědělská 3, 662 66 Brno

HISTORICKÝ VÝVOJ PŘIPRAVOVANÉ CHRÁNĚNÉ KRAJINNÉ OBLASTI BLANSKÝ LES V JIŽNÍCH ČECHÁCH

Jižní Čechy jsou ještě stále v druhé polovině 20. století ekologicky relativně nejlépe zachovanou českou krajinou, v níž se neprojevují zatím výrazné důsledky antropogenní činnosti člověka. Pro předhůří Šumavy je již více než 10 let připravena Návrhová studie Chráněné krajinné oblasti Blanský les s nejvyšším bodem Kletí. Na vrcholu Kletě již dnes existuje rezervace, v níž se však střetávají zájmy ochrany přírody s nápořem turistiky.

Podhůří Blanského lesa se dotkla kolonizace již ve 13. století. Počátkem 18. století nastala další vlna osidlování, obce, osady i samoty se stále více přibližovaly místům ve vyšších polohách. Nedostatek dřeva v lesích byl pocítován nejdříve na jižní straně Kletě, odkud bylo dodáváno pro krumlovský zámek a pro doly na stříbro a zlato. Proto už v roce 1620 musila být vydána majitelem panství instrukce k těžbě, pozitivní důsledek na les však mělo až vydání lesního řádu pro krumlovské panství v roce 1715. Lesnická škola založená v roce 1795 v Krumlově a vedená inženýrem Matzem vychovála nové lesníky, pomohla vypěstovat sazenice lesních dřevin pro umělou obnovu na velkých pasekách především po těžbách tzv. plavebního dříví podél schwarzenberského plavebního kanálu i v samotném Blanském lese.

Převážná část území patří do bukového stupně, ke květnatým bučinám. Pišta v roce 1960 upozornil na jejich jedinečnost v českých zemích, na optimum lesa s bukem, jedlí, smrkem, javorem klenem i mlčím a jilmem horským. Na severním svahu se zachovaly ještě čisté bukové porosty, na většině míst však již převažuje kulturní les

s převahou smrku a v dolních polohách borovice. Labilní mezoklimaticko-hydrologický režim celé oblasti nutí k citlivým melioračním zásahům. I když granulitové vrstvy jsou a byly vždy dobře zásobeny vodou a jsou dnes vydatnou zásobárnou podzemních vod¹⁾, přesto dochází v poslední době k nedostatku pramenitých vod, a to neočekávaně na severním svahu, jak bylo zdůrazněno na výjezdním zasedání komise pro životní prostředí rady ONV v Českém Krumlově ve Chvalšínách 27. 11. 1984 zástupcem okresního závodu Jihočeských vododů a kanalizací v Českém Krumlově²⁾. Jestliže po značných průtazích dojde snad v roce 1987 k vyhlášení Blanského lesa Chráněnou krajinnou oblastí ministerstvem kultury, pak půjde především o to, aby byl řádně dodržován statut Státní přírodní rezervace Klet, zřízené v roce 1956 na rozloze 75 ha, ev. rozšířeno ochranné pásmo 110 ha a hospodařeno v celém lesním hospodářském celku Klet podle platného lesního hospodářského plánu³⁾ s výhledem na ohrožení vodohospodářsky a klimaticky důležitých lesních porostů imisemi. Nový lesní hospodářský plán i vyhláška o zřízení CHKO Blanský les by s tím měly počítat. Odmyslíme-li si příznaky odumírání jedlí v celé oblasti Blanského lesa, které jsou již několik let evidentní, pak si nemůžeme nevšimnout toho, že právě na severním svahu Kletě jsou pozorovány příznaky odumírání buku ve věku 40–70 let⁴⁾.

Oblast Blanského lesa jako dominantu Pošumaví by se měla stát oblastí vědeckého výzkumu, který zhodnocením historických zásahů do krajiny a současných vlivů musí najít způsob, jak uchránit její ekologický význam ve shodě s ekonomickými možnostmi.

Prameny

- 1) Návrhová studie CHKO Blanský les, 1970, České Budějovice, Krajské středisko památkové péče a ochrany přírody.
- 2) Jednání komise pro životní prostředí rady ONV Český Krumlov, 27. 11. 1984, Chvalšiny, Ing. Melounková.
- 3) Státní přírodní rezervace Klet v Návrhové studii CHKO Blanský les, 1970, České Budějovice, Krajské středisko památkové péče a ochrany přírody.
- 4) Jednání komise pro životní prostředí rady ONV Český Krumlov, 27. 11. 1984, Chvalšiny, Ing. Maršík.

Ing. Miroslav Landa, CSc., Ústav krajinné ekologie ČSAV, Na sádkách 702, 370 05 České Budějovice

OSZLÁNYI J.: ANALÝZA PRODUKCIE BIOMASY A JEJ ENERGETICKÉHO EKVIVALENTU STROMOVEJ VRSTVY V PIATICH LESNÝCH EKOSYSTÉMOCH. 1986, BIOLOGICKÉ PRÁCE, BRATISLAVA

Prvé výsledky produkcie a produktivity nadzemnej i podzemnej biomasy drevin v lesných ekosystémoch dubovo-hrabového lesa v Bábe pri Nitre a lužného lesa v Lednici boli získané v rámci Medzinárodného biologického programu v rokoch 1965—1974. Na tento program nadväzoval ďalší, Človek a biosféra, ktorý má 14 samostatných vládnych programov začlenených do medzinárodnej spolupráce (UNESCO-OSN). Na projekte Účinky intenzívnej ľudskej činnosti na produkciu, štruktúru a produktivitu lesných ekosystémov Malých Karpát sa zúčastnili aj pracovníci Výskumného ústavu lesného hospodárstva, ktorí v rokoch 1976—1980 skúmali produktivitu dvoch lesných porastov nachádzajúcich sa v približne rovnakých podmienkach. Prvý bol buková kmeňovina reprezentujúca pôvodné lesné ekosystémy Malých Karpát, kým susedná smreková monokultúra zastupuje človekom pozmenené, resp. náhradné ekosystémy. Súčasťou výskumu bolo sledovanie aj ďalších troch rôzne starých umelo založených borovicových monokultúr v geograficky blízkej oblasti na Záhorskej nížine.

Táto časť výskumu je zachytená v recenzovanej práci Oszlányiho, ktorú rozdelil na 7 častí: 1. Úvod, 2. Opis prírodných pomerov, 3. Metodika, 4. Výsledky, 5. Diskusia, 6. Zhrnutie výsledkov a záver, 7. Literatúra. Prácu vhodne doplnia ruský a anglický súhrn.

Produkcia a produktivita bola stanovená v 74-ročnej bučine, 59-ročnej smrekovej monokultúre a v 53-, 70- a 84-ročnej borovicovej monokultúre.

Na základe meraní pri deštruktívnej analýze vzorníkov a pomocou regresných závislostí bola určená priemerná hmotnosť biomasy drevin a jej priemerného periodického prírastku v čerstvom a suchom stave na 1 ha. Priemerné údaje boli doplnené hodnotami strednej chyby priemeru a podielu pri 95-percentnej spoľahlivosti. Na základe terénnych meraní autor rozdelil dendromasu a priemerný periodický prírastok na hrúbkové kategórie konárov, drevo, kôru, kmene, ihličie, listie a podzemnú biomasu.

Okrem hmotnostných jednotiek boli zvolené aj energetické jednotky, čo je kvantitatívne vyšší porovnávací ekvivalent, ktorého význam sa s rozvojom ekológie stále zvyšuje, nakoľko umožňuje

porovnávať produkciu a produktivitu rôznych ekosystémov.

Z výsledkov uvedených v práci vyplýva, že celková dendromasa v bukovom poraste má v čerstvom stave 717,5 t na ha $\pm 9,4\%$, v suchom 422,9 t na ha $\pm 8,6\%$. V smrekovom poraste je v čerstvom stave 658,9 t na ha $\pm 8,5\%$ a v suchom 329,8 t na ha $\pm 8,1\%$, v borovicových monokultúrach je celková dendromasa v čerstvom stave 360,9 t na ha $\pm 8,1\%$, 431,9 t na ha $\pm 5,9\%$ a 416,9 t na ha $\pm 6,3\%$, v suchom stave 175,5 t na ha $\pm 8,3\%$, 219,7 t na ha $\pm 6,3\%$ a 215,3 t na ha $\pm 4,3\%$. Priemerný periodický prírastok bučín v čerstvom stave je 31,8 t na ha za rok $\pm 12,1\%$, u smrečín 22,6 $\pm 13,7\%$, u borovicových porastov kôliše s vekom od 17,6 $\pm 15,6\%$ cez 16,6 $\pm 13,4\%$ k 13,1 t na ha za rok $\pm 10,5\%$. V suchom stave vychádzajú približne polovičné hodnoty.

V prípade ťažby by sa pri tradičnom spôsobe využitia dendromasy (hrubiny) na priemyselné spracovanie využilo približne 80,5% celkovej dendromasy bukového porastu, iba 70,3% borovicového porastu a len 69,7% celkovej dendromasy smrekovej monokultúry. Zostatok dendromasy predstavuje tenčina, listie, ihličie a podzemné časti stromov.

Kalorimetriou bolo zistené, že celková energetická hodnota dendromasy v bukovom poraste je 8032,3 GJ na ha $\pm 8,7\%$, v smrekovom poraste 6517,7 GJ na ha $\pm 8,1\%$ a u borovice bola najvyššia hodnota 4413,1 GJ na ha $\pm 6,3\%$. Na základe výsledkov výskumu bolo zistené, že z priemerného množstva globálneho slnečného žiarenia, ktoré dopadne na 1 ha plochy porastu, využije pre produkciu organickej hmoty bukový ekosystém 0,84%, smrekový 0,57% a borovicový 0,32 až 0,43%.

Z uvedených výsledkov autor odvodzuje záver, že slnečnú energiu a pôdu najlepšie využíva pôvodný ekosystém bučín.

V diskusii autor porovnáva získané výsledky s publikovanými výsledkami o energetickej hodnote v rôznych ekosystémoch. Pri zohľadnení aj dodávky subsidiárnej energie do rôznych ekosystémov sa potvrdzuje známy fakt, že lesné ekosystémy sú energeticky najvýkonnejšie, a to v porovnaní s najproduktívnejšími agroekosystémami.

Recenzovaná práca prináša cenné výsledky, bez ktorých by nebolo možné hovoriť o komplexnom výskume produk-

tivity celého lesného ekosystému. Potreba stále väčšieho množstva takýchto údajov je pre ekológov a ďalších odborníkov v lesnom hospodárstve čím ďalej tým naliehavejšia, nakoľko dendromasa je významným zdrojom obnoviteľných surovín, ktorej význam stále narastá. Na druhej strane sú lesné ekosy-

stémy ľudskou činnosťou stále viac narušované.

Aj podobné výsledky ako v uvedenej publikácii prispievajú k cieľavedomým zásahom do štruktúry lesných ekosystémov, aby popri zvyšovaní produkcie dendromasy boli zachované aj ostatné vŕstviť- točné funkcie lesa.

Ing. Vladimír Č a b o u n, CSc., Výskumný ústav lesného hospodárstva, 960 92 Zvolen

KERESZTESI B. A KOL.: PESTOVANIE A ZUŽITKOVANIE AGÁTA (AZ AKÁC TERMESZTÉSE ÉS HASZNOSÍTÁSA). 1984, BUDAPEST

Publikácia, ktorú spracoval 15-členný kolektív autorov a zredigoval akademik Béla Keresztesi, vyšla vo vydavateľstve Mezőgazdasági Kiadó. Autori ju venovali v prvom rade tým pracovníkom poľnohospodárskych podnikov, jednotlivých roľníckych družstiev a štátnych majetkov, ktorí už aj doteraz veľa urobili pre zlepšenie stavu agátových porastov a majú všetky predpoklady k tomu, aby rozvíjali a zavádzali moderné technológie pestovania agáta v Maďarsku.

Kniha pozostáva z úvodu a z ôsmich základných kapitol, ktoré sa ďalej delia na podkapitoly; má 170 strán, 40 tabuliek, 20 vyobrazení, 38 fotografií a končí zoznamom literatúry.

V prvej kapitole nájdeme údaje o agátových porastoch, celková rozloha ktorých dosahuje v súčasnosti v MLR 268 500 ha (18,27 %). Výmera agátových porastov vo vlastníctve poľnohospodárskych podnikov činí 136 200 ha. Z uvedených údajov vyplýva, že viac ako polovicu (50,7 %) agátových porastov obhospodarujú poľnohospodárske podniky. Ich ročný ťažbový etát je 300 000 m³.

Otázkam lesopestovných vlastností a šľachtenia agáta je venovaná druhá kapitola. Z tejto sa dozvieme, že agát biely (*Robinia pseudoacacia* L.) bol dovezený do Maďarska v r. 1710—1720 z USA. Význam agáta ešte zvyšuje tá skutočnosť, že okrem vysokej produkcie dreva je aj dôležitým producentom hodnotného medu. Súčasný ročný export agátového medu, ktorý dosahuje 6—7 miliónov dolárov, môže sa zvýšiť až na 12 miliónov dolárov. Z rozličných typov agáta bieleho najväčší lesohospodársky význam majú var. *rectissima*, var. *unifolia*, var. *pyramidalis* a var. *inermis*, kým najväčší včelársky význam sa pri-

pisuje typom var. *praecox*, var. *galiana* a var. *semperflorens*. Bohatým obsahom nektáru sa vyznačujú *Robinia luxurians* Schneid. a *Robinia viscosa* Vent. V ďalšom sú podrobne opísané a hodnotené jednotlivé uznané a perspektívne klony agáta, ktoré sú výsledkom šľachtiteľských prác. Uvedené klony sú podľa produkčného cieľa rozdelené do troch skupín. Do prvej a druhej skupiny patria tie klony, ktoré poskytujú sortimenty na výrezy, resp. na banské drevo a pod., kým tretiu skupinu tvoria včelársky významné a dekoratívne klony. Niektoré z týchto klonov (napr. 'Zalai', 'Kiskunsági', 'Császártöltési', 'Egylevelű', 'Váti-46') majú súčasne značný lesohospodársky aj včelársky význam.

Ďalšia kapitola sa zaoberá s otázkou pestovania agátových sadeníc. Na získanie agátového semena majú v súčasnosti dva semenné porasty, a to na lokalitách Pusztavacs a Ófehértó. Výsledky, ktoré sa dosiahli v šľachtení agáta, umožnili aj založenie dvoch semenných plantáží. Keďže tieto zatiaľ ešte neprodukujú dostatok semena, vypracovali sa v Maďarsku nové technológie vegetatívneho rozmnožovania agáta. Ide konkrétne o rozmnožovanie koreňovými odrezkami a koreňovými odnožami, ktoré spôsoby zabezpečujú prenášanie pozitívnych vlastností uznaných rodičovských klonov. Pri pestovaní agátových sadeníc sa veľký význam pripisuje najmä priaznivým fyzikálnym a chemickým vlastnostiam pôdy. Z jednotlivých živín najväčší význam majú fosfor a draslík, pri nedostatku ktorých treba pôdu prihnožovať.

V nasledujúcich dvoch kapitolách sa pojednáva o stanovištných nárokoch, ako aj o obnove, zakladaní a výchove agátových porastov. Keďže agát je veľmi

náročný na dobrú prevzdušnosť pôdy, najlepšie mu vyhovujú ľahké piesčité, alebo stredne ťažké hlinité pôdy. Agátové porasty sa najčastejšie zakladajú na celoplošne alebo aspoň čiastočne pripravených pôdach, a to na dobrých bonitách (I.—II.) v spone $2,5 \times 2,0$ m, kým na stredných bonitách (III.—IV.) v spone $2,5 \times 1,0$ m. Na vhodných stanovištiach sa odporúča na zvýšenie produkcie dreva vysádzať s agátom aj topole, vo forme tzv. predrubných porastov (spravidla v spone $7,5 \times 4$ m), ktoré sa v rámci prebiekrových zásahov odstránia. Na tento cieľ sú vhodné úzkokorunné odrody s intenzívnym počiatočným rastom ako 'OP-229' a 'Pannónia'. Pri pestovaní cenných sortimentov sa veľký dôraz pripisuje okliešňovaniu, ktoré sa robí spravidla na rubných stromoch, a to do výšky 6 m. V rámci výchovných zásahov sa vykonávajú dve — tri schematické prebiecky, čím sa dosiahne priemerný rubný spon $4,6 \times 4,6$ m. Pri vykonávaní predrubných ťažieb treba sa vyhnúť najmä mechanickému poškodeniu stromov.

V šiestej kapitole nájdeme cenné údaje o plánovaní ťažby v agátových porastoch, o ťažbových technológiách, ako aj o možnostiach a predpokladoch aplikácie jednotlivých technológií a mechanizmov. Pomerne detailne sa rozoberajú možnosti použitia agátového dreva v poľnohospodárstve, predovšetkým v ovocinárstve a vo vinohradníctve. V rámci komplexného využitia agátového dreva sú dobré perspektívy najmä pri spracovaní štiepok na energetické účely, i keď to vyžaduje pomerne vysoké investičné náklady. Napriek tomu si táto forma zužitkovania agáta zasluhuje pozornosť, lebo investície sa v pomerne krátkom čase prinavrátia.

Problematike priemyselného spracovania agátového dreva je venovaná ďalšia kapitola. So zreteľom na niektoré priaznivé vlastnosti používalo sa predtým agátové drevo prevažne ako palivo, resp. ako stavebné drevo (najmä v poľnohospodárstve), ďalej ako banské drevo a tiež na vinne koly, na parkety a pod. Spoločná aplikácia doterajších skúseností, ako aj nových, moderných technologických postupov v značnej miere rozšírili aj možnosti využitia tejto dreviny. Zdôrazňuje sa pritom, že pri využití a spracovaní agátového dreva mimoriadnu pozornosť treba venovať

ekonomickým otázkam. V ďalšom sa podrobne opisujú fyzikálne, mechanické a chemické vlastnosti agátového dreva. V podmienkach Maďarska, najmä pre nedostatok ihličnanov, sa táto dreovina už aj v minulosti používala na stavebné účely. V súčasnosti sa stále vo väčšom rozsahu používa na stavebné konštrukcie, najmä v poľnohospodárstve, ale aj v iných odvetviach. Keďže nové technologické postupy v značnej miere odstraňujú niektoré nepriaznivé vlastnosti agátového dreva, sú možnosti na jeho použitie aj v stolárstve, v nábytkárstve, pri výrobe sudov a pod. V poslednom období stále vo väčšom rozsahu tvorí prímes pri výrobe drevotriebových dosák. Zatiaľ nie je uspokojivo vyriešená ekonomická stránka chemického spracovania agátového dreva, ale vo výskume sa rieši aj táto problematika.

V poslednej kapitole sa podrobne rozoberá včelársky význam agáta v prírodno-hospodárskych podmienkach Maďarska. Význam agáta je v tomto ohľade značný jednak preto, lebo agát je najväčším producentom nektáru, jednak preto, lebo agátový med je najhodnotnejší. Kvitnutie agáta, ktoré závisí od expozície, konfigurácie terénu, veku porastu, ako aj od klimatických a pôdných pomerov, trvá spravidla 10—12 dní. V pahorkatinných oblastiach so zreteľom na členitosť terénu obdobie kvitnutia môže sa predĺžiť o 2—4 dni. S ohľadom na včelárske záujmy plánujú sa v budúcnosti pestovať dva typy agátových porastov. Na vhodných stanovištiach bude aktuálne pestovať také uznané klony, ktoré poskytujú kvantitatívnu i kvalitatívnu produkciu dreva a súčasne sa vyznačujú aj vysokým obsahom nektáru. Napriek tomu na menej vhodných, tzv. okrajových stanovištiach bude účelné pestovať najmä porasty včelársky významných klonov agáta. Takto sa plánuje v maximálnej miere využívať potenciálna produkčná schopnosť stanovišť.

Publikácia je cenným prínosom do odbornej lesníckej literatúry. Podáva veľmi dobrý a komplexný prehľad o dosiahnutých výsledkoch ako aj o perspektívach pestovania tejto dreviny. Možno ju doporučiť nielen lesníkom, ale aj pracovníkom poľnohospodárskych podnikov, ďalej včelárom, botanikom a ekológom, ktorí majú záujem o pestovanie tejto dreviny.

Ing. Štefan K o h á n, CSc., Výskumná stanica VÚLH, Mladých stavbárov 3, 040 01 Košice

Podpešano k tisku 24. 11. 1986.