

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

739/79

356394

NÁRODNÍ KNIHOVNA



1001044732

7

OČNÍK 24 (LI)
RAHA
ERVENEC 1978
ENA 12 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

LESNICTVÍ

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

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

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1978

CS ISSN 0024-1105

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

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

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

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

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

SOUSTŘEDĚNOST TĚŽENÝCH STROMŮ NA PLOŠE JAKO FAKTOR LIMITUJÍCÍ VÝKONNOST TĚŽEBNÍCH SKUPIN

J. Dejmal

DEJMAL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Soustředěnost těžených stromů na ploše jako faktor limitující výkonnost těžebních skupin*. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 557-566.

Soustředěnost k těžbě určených stromů na ploše je významným faktorem, který ovlivňuje průběh těžebních a dopravních operací. Čím nižší je soustředěnost k těžbě určených stromů, tím vyšší — za jinak stejných výrobních podmínek — je pracnost jak těžebních, tak i soustředovacích operací. Vztah je možno vyjádřit regresními křivkami, jejichž rovnice byly vypočteny. Z obr. 1 je patrné, že ve všech čtyřech výzkumných porostech se projevoval vliv intenzity těžebního zásahu na pracnost vlastních těžebních a dopravních operací relativně stejně. Bylo prokázáno, že vliv intenzity těžebního zásahu závisí na použitém soustředovacím prostředku: čím vyšší má daný prostředek pojezdovou rychlost porostem, tím je negativní vliv klesající intenzity těžebního zásahu menší. Výsledky venkovního šetření porovnal autor s výsledky získanými na teoretickém modelu porostu (Dejmal 1978). Autor konstatuje, že výsledky venkovního šetření se neliší smyslem korelace od výsledků získaných na teoretickém modelu; různé jsou jen absolutní hodnoty sledovaných veličin.

těžba lesní; soustředěnost těžeb; těžební a dopravní prostředky

Na úseku těžebního a dopravního procesu výroby surového dříví je současné úsilí pracovníků lesního provozu poznamenáno snahou po dosažení maximální racionalizace výrobních postupů. Je třeba konstatovat, že z hlediska ekonomické efektivity ovlivňuje těžební a dopravní proces výroby surového dříví řada zjevných i méně zjevných faktorů, které způsobují zvýšení nebo snížení výrobních nákladů nebo tržeb z realizace vyrobeného surového dříví. Všeobecně je uznáváno, že jedním z opravdu význačných faktorů, které ovlivňují průběh těžebních prací v lesních porostech, je soustředěnost k těžbě určených stromů na operační ploše porostů. Praktické zkušenosti pracovníků lesního provozu ukazují, že kromě četných jiných faktorů je to především množství k těžbě určeného dřeva na jednotce plochy pracoviště a rozmístění vyznačených stromů po porostě, které nesporně výrazně ovlivňují jak výkonnost těžebních a dopravních strojů, tak i vlastní ekonomickou efektivnost výrobních postupů.

Přes tak výrazný vliv soustředěnosti k těžbě vyznačených stromů na operační ploše porostu na celkový efekt těžební činnosti v lesním hospodářství není daný okruh otázek v přítomné době uspokojivě výzkumně vyřešen. Současně je třeba podotknout, že v zahraničí — zejména v Severní Americe, Belgii a Švédsku — se naopak řešení daného

okruhu otázek věnuje z různých zorných hledisek značný počet badatelů. Z uvedených důvodů považoval autor za nutné a z hlediska potřeb lesního hospodářství za užitečné danou problematiku hlouběji prostudovat.

V první etapě zkoumal autor různé způsoby zjišťování sponu a průměrné vzdálenosti stromů v porostě. Pomocí varianty, která se jevila pro praktickou potřebu jako nejvhodnější, studoval pak na teoretickém modelu porostu vliv různé intenzity těžebních zásahů na délku přesunu od jednoho k těžbě určeného stromu k dalšímu [Dejmal 1978].

Teoretický model porostu umožňuje studovat problematiku soustředěnosti k těžbě určených stromů na operační ploše v „laboratorních“ podmínkách, které vylučují působení jiných (ev. i skrytých) faktorů na výsledky šetření. Lze vyslovit hypotézu, že výzkum daného souboru otázek v terénu, ve skutečných lesních porostech, bude probíhat za daleko složitějších podmínek a že zjištěné výsledky budou výslednicí působení řady činitelů, které ovlivňují sumu času potřebného na přesuny těžebních skupin po ploše. Autor soudí, že porovnávání výsledků šetření problematiky soustředěnosti stromů na operační ploše na teoretickém modelu a výsledků šetření ve skutečných lesních porostech umožní otestovat závažnost tohoto faktoru; předložená práce podává zprávu o výsledcích, ke kterým autor dospěl.

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TĚŽEBNÍ A DOPRAVNÍ PROCES V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

Na průběh těžebního a dopravního procesu výroby surového dříví v určitém porostu má vliv mnoho faktorů, z nichž některé může pracovník lesního provozu ovlivňovat, jiné jsou pro dané historické období neměnné. Působení některých faktorů je zjevné a snadno měřitelné, jiné působí skrytě a jejich objektivní zhodnocení je obtížné, často i nemožné. Při studiu prací zabývajících se danou problematikou bylo zjištěno, že výčet faktorů ovlivňujících těžební proces, který brali v úvahu jednotliví autoři, není ani totožný, ani nejde do stejné hloubky. Tak Väisänen (1969) uvažoval při studiu vlivu porostních obtížnostních faktorů (the stand difficulty factors) na výši přímých výrobních nákladů tyto činitele: typ terénu, hloubku sněhu, počet vyráběných sortimentů, velikost porostu (pracoviště).

Fredriksson (1969) uvažoval jako faktory ovlivňující náklady na těžbu: výčetní tloušťku těžенých kmenů (resp. jejich objemy), stupeň zavětvení, vzájemnou vzdálenost těžенých stromů (spon), počet a objem vyráběných sortimentů.

Při pracích na typovém schématu terénu rozděloval Söderlund (1970) faktory, které ovlivňují výsledky pracovní činnosti, na dvě základní skupiny: variabilní faktory (např. objem těžенého dřeva, pracovní postup, sortimentace apod.) a konstantní faktory (např. svažitost, únosnost a povrch terénu apod.).

Velmi podrobně se klasifikací pracovišť zabýval Lussier (1961), který do faktorů ovlivňujících těžební proces zahrnoval: vybavení skupiny, pracovní postup, dopravní vzdálenost, konfiguraci terénu, kvalitu cest, průměrný objem těžенých stromů, soustředěnost těžенého dřeva na ploše (m^3/skr), velikost jednoho nákladu při dopravě, složení pra-

covní skupiny a klimatické podmínky (pořadí faktorů tak, jak je podává autor ve své práci).

Někteří autoři při svých výzkumech neuvádějí taxativní výčet faktorů ovlivňujících těžební proces a omezují se např. při výběru pokusných objektů na obecný požadavek, aby „výrobní podmínky v jednotlivých porostech byly přibližně stejné“ (L ú t o č k a 1971).

Z hlediska potřeb výzkumu, který si autor předsevzal, nebylo možno žádný z popsaných souborů podmínek ovlivňujících těžební proces v lesních porostech považovat za dostatečně vyčerpávající; bylo proto nutno vypracovat nový přehled faktorů ovlivňujících těžební a dopravní proces výroby surového dříví.

NEMĚNNÉ FAKTORY

1. Terén

- 1.1 maximální a minimální sklon terénu na daném pracovišti
- 1.2 členitost terénu
- 1.3 povrch terénu
- 1.4 úrodnost terénu
- 1.5 expozice a nadmořská výška

2. Klima

- 2.1 roční období
- 2.2 max. a minim. denní teplota
- 2.3 průměrná vlhkost vzduchu, výše srážek
- 2.4 větrnost (síla, směr)
- 2.5 délka slunečního svitu
- 2.6 výška sněhové vrstvy (popř. tloušťka námrazy)

MĚNITELNÉ FAKTORY

Faktory měnitelné v dlouhodobém výhledu

3. Hospodářský způsob

- 3.1 intenzita těžebního zásahu (vyjádřená procentem snížení hektarové zásoby na operační ploše)
- 3.2 soustředěnost (m^3/ha) těžebního dřeva na jednotce operační plochy
- 3.3 stupeň soustředěnosti těžebních pracovišť (vyjádřený podílem sumy rozlohy operačních ploch z celkové porostní plochy v zájmovém prostoru, koeficient k (Dejmal 1970))
- 3.4 průměrný spon těžebních stromů
- 3.5 zvláštní požadavky vyplývající z potřeb ochrany lesa

4. Technologické parametry těžebních stromů

- 4.1 druh dřeviny, resp. zastoupení dřevin v těžebním fondu
- 4.2 rozpětí výčetních tloušťek a výšek těžebních stromů, jejich průměrné objemy
- 4.3 technologická kvalita těžebních stromů

Faktory měnitelné v krátkodobém výhledu

5. Dopravní podmínky a poměry

- 5.1 hustota cestní sítě
- 5.2 druh a kvalita cest (včetně přibližovacích linek)
- 5.3 dopravní vzdálenosti
- 5.4 počty, druh a rozmístění skládek

Faktory měnitelné okamžitě

6. Technologické a pracovní postupy

- 6.1 předpokládaná sortimentace a stupeň odkornění

- 6.2 místo (lokalita) provádění jednotlivých technologických a pracovních operací
- 6.4 způsob provádění jednotlivých technologických a pracovních operací
- 6.4 způsob řízení a kontroly průběhu výrobních operací

7. Složení a vybavení pracovní skupiny

- 7.1 počty pracovníků a jejich odborná kvalifikace, zapracovanost a fyzický stav
- 7.2 vybavení skupiny pracovním nářadím a stroji
- 7.3 sociální vybavení pracoviště a způsob dopravy dělníků na pracoviště

Uvedený přehled faktorů ovlivňujících těžební a dopravní proces výroby surového dříví není úplný, neboť nezahrnuje některé kategorie faktorů těžko postižitelných, i když nepochybně existujících, jakými jsou např. faktory z oblasti psychické a fyziologické. Přesto lze předpokládat, že z hlediska potřeb daného výzkumu tento nedostatek nemá zkreslující vliv.

Je třeba blíže vysvětlit některé termíny, které byly v přehledu použity. Pod výrazem neměnné faktory se rozumí v podstatě ty přírodní činitele, které mají trvalý charakter a na jejichž změnu, resp. rozsah působení, nemá člověk vliv. Pod výrazem měnitelné faktory se naopak rozumí soubor těch činitelů, které může lesní hospodář buď ihned, nebo jen výhledově (perspektivně) měnit. Přitom se za dlouhodobou perspektivu považuje období delší jednoho decennia, za krátkodobou perspektivu se považuje období netrvající déle jak deset let. Výrazem operační plocha se označuje ta část porostu, na které těžební a dopravní operace skutečně probíhá (Dejmal 1970).

Těžené stromy i vytěžené dřevo lze charakterizovat řadou technických parametrů (např. ukazateli technické jakosti, jakými jsou pevnost, pružnost apod.), jen některé z nich však mají přímý význam pro vlastní průběh těžebních a dopravních operací probíhajících v lesních porostech (např. křivost, zavětvení, resp. minimální délky, apod.). Aby obě skupiny charakteristik byly od sebe odlišeny a aby bylo zdůrazněno, která z nich je uvažována, bylo použito výrazů technické parametry a technologická kvalita. Předpokládá se, že technologická kvalita těžených stromů bude vyjádřena ukazateli jakosti surového dříví podle ČSN 48 0006 Vady surového dřeva (platné od 15. 12. 1971).

Jako pomocný, avšak současně i globální ukazatel produkčních podmínek (a tudíž i technologické jakosti těženého dřeva) byla vzata v úvahu i sdružená typologická jednotka, ke které konkrétní pracoviště přísluší.

Vzhledem k tomu, že hlavním posláním výzkumu bylo studium parametrů a limitů nových technologií především pro potřebu pracovníků lesního provozu, nebyla předmětem studia kategorie neměnných faktorů daných přírodními podmínkami, nýbrž výhradně skupina faktorů, které lesní hospodář může výhledově měnit, z nich konkrétně faktory kategorie 3.

VÝBĚR VÝZKUMNÝCH OBJEKTŮ

Jestliže měl být prozkoumán vliv faktorů zvolené kategorie na průběh těžebního a dopravního procesu probíhajícího v lesním porostě, pak bylo třeba vybrat pro venkovní šetření takové objekty (a výrobní proces zajistit takovými prostředky a silami), aby byla zajištěna úplná shoda všech ovlivňujících faktorů, jen právě s výjimkou faktorů kategorie 3 výhledově měnitelných, jejichž působení bylo zkoumáno. Podle vytčené zásady byly vybrány vhodné lesní porosty, ve kterých byly vytyčeny čtvercové výzkumné plochy (o rozloze 1 ha) tak, aby na těchto plochách byla zajištěna shodnost všech faktorů kategorie 1, 4 a 5. Časově pak byl

realizován výzkum tak, aby v průběhu sledovaných pracovních operací byla zajištěna i shodnost faktorů kategorie 2. Operace na srovnávaných výzkumných plochách byly vykonávány týmiž pracovními skupinami vybavenými stejnými pomůckami a stroji; tak byla zajištěna i shodnost faktorů kategorie 6 a 7.

Vliv soustředěnosti k těžbě určených stromů na délku přesunů byl zkoumán při těchto výrobních postupech:

- a) těžba ruční JMP, soustředování dřeva koňským potahem,
- b) těžba ruční JMP, soustředování UKT (Zetor — 35 S),
- c) těžba ruční JMP, soustředování UKT s dálkovým ovládáním na-vijáku (Zetor 5511),
- d) těžba ruční JMP, soustředování SLKT (Kockum 821).

Počet výzkumných objektů byl dán počtem zvolených technologických a pracovních postupů, přičemž se předpokládalo, že působení faktorů kategorie 3 na zvolený výrobní postup bude zkoumáno nejméně na třech výzkumných plochách při různé intenzitě těžebního zásahu.

Vybrat vhodné pokusné porosty, které by vykazovaly na celé své rozloze totožnost všech faktorů, jež metodika brala v úvahu, byla práce velmi obtížná a časově náročná. Porosty musely být po stánce stromového inventáře i po stránce povrchu terénu po celé ploše zcela homogenní a současně tak rozsáhlé, aby v nich mohly být vyznačeny tři zkusné plochy 100×100 m. Na vytyčených zkusných plochách byly změřeny výčetní tloušťky ($d_{1,3}$) všech stromů a zjištěna četnost v jednotlivých tloušťkových třídách. Potom byl vypočítán počet vzorníků rovnající se intenzitě těžebního zásahu 2 %, 6 % a 10 % (intenzita byla volena v takových mezích, aby těžební zásah neodporoval předpisům platných lesních hospodářských plánů). Počty vzorníků byly rozděleny do jednotlivých tloušťkových tříd tak, aby zastoupení vzorníků bylo úměrné skutečné četnosti v jednotlivých tloušťkových třídách na daných zkusných plochách (Draudtova metoda). Shodnost procentuální četnosti v tloušťkových třídách základního souboru a výběru (tj. vzorníků) byla testována Kolmogorovým-Smirnovovým testem pro dva výběry. Na to byly určené počty vzorníků stanovených tloušťkových tříd vyhledány v porostě, a to tak, aby byla zachována zásada rovnoměrně nepravidelného rozmístění vzorníků po ploše. Při zakládání výzkumných ploch bylo dbáno zásad obsažených v práci Anonymus [1970].

Popis výzkumných objektů podle organizačního členění z roku 1975:

Výrobní postup podle alternativy a):

LZ Třebíč, polesí Předín, porost 623c; mírný jižní svah (do 10 %) přecházející v S části v rovinu. Povrch terénu: bez překážek, pomístně měkká buřeň. Převládající typologická jednotka 27a (60 %). Kmenovina s uvolněným zápojem vzrůstové a tvarové dobrá. Plocha porostu 16,32 ha, věk 69 r., zakmenění 9. Zastoupení dřevin: sm 99, bk 1, bo, ol. Průměrná výška smrku 24 m, $d_{1,3} = 25$ cm, objemnost 0,50 m³, 3. bonitní stupeň, hektarová zásoba 430 m³. Vyznačeny tři zkusné plochy 100×100 m, na první ploše 18 vzorníků (11 m³), na druhé ploše 65 vzorníků (39 m³), na třetí ploše 88 vzorníků (61 m³).

Výrobní postup podle alternativy b):

LZ Jaroměřice n. R., polesí Blatná hráz, porost 25a4; mírný svah (do 10 %) k S. Povrch terénu: bez překážek, pomístně měkká buřeň. Převládající typologická jednotka

T 19 (70 %). Kmenovina vzrůstově dobrá s uvolněným zápojem. Plocha porostu 16,16 ha, věk 70 r., zakmenění 9. Zastoupení dřevin: sm 100, md, bk, bo. Průměrná výška smrku 23 m, $d_{1,3} = 24$ cm, objemnost 0,50 m³, 3. bonitní stupeň, hektarová zásoba 435 m³. Vyznačeny tři zkusné plochy 100 × 100 m, na první ploše 14 vzorníků (10 m³), na druhé 46 vzorníků (34 m³), na třetí 77 vzorníků (57 m³).

Výrobní postup podle alternativy c):

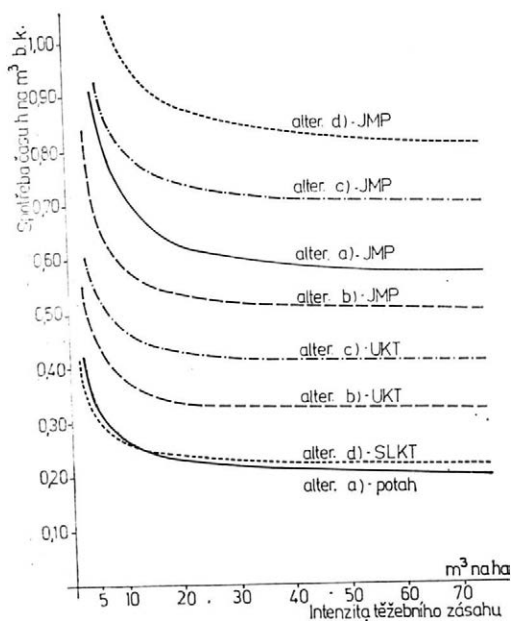
LZ Nové Město na Mor., polesí Lísek, porost 26cs; mírný svah bez terénních překážek, místy měkká buřeň. Převládající typologická jednotka T 19 (80 %). Zapojená kmenovina vzrůstově a tvarově dobrá. Plocha porostu 15,20 ha, věk 55 r., zakmenění 10. Zastoupení dřevin: sm 100, md, bk. Smrk 19 m, $d_{1,3} = 20$ cm, objemnost 0,23 m³, 3. bonitní stupeň, hektarová zásoba 360 m³. Vyznačeny tři zkusné plochy 100 × 100 m, na první 40 vzorníků (8,80 m³), na druhé 69 vzorníků (29,710 m³), na třetí 140 vzorníků (39,20 m³).

Výrobní postup podle alternativy d):

LZ Polička, polesí Vysoký les, porost 39c; rovina bez terénních překážek, místy měkká buřeň. Převládající typologická jednotka 5 kl. Kmenovina s uvolněným zápojem vzrůstově i tvarově dobrá. Plocha porostu 9,61 ha, věk 68 r., zakmenění 9. Zastoupení dřevin: sm 78, jd 17, bo 5. Smrk 19 m, $d_{1,3} = 20$ cm, objemnost 0,27 m³, 4. bonitní stupeň, hektarová zásoba 290 m³. Vyznačeny tři zkusné plochy 100 × 100 m, na první 17 vzorníků (9 m³), na druhé 52 vzorníků (28 m³), na třetí 87 vzorníků (46 m³).

Na všech výzkumných plochách byly realizovány sledované práce v letním období.

VÝSLEDKY ŠETŘENÍ



1. Závislost pracnosti výroby (h na m³) na intenzitě těžebního zásahu (m³ na ha operační plochy). — Relation of labour consumption of production (h per m³) to the intensity of logging measure (m³ per ha of area)

Východí metodou venkovních šetření na vytyčených zkusných plochách bylo měření délky času na jednotku výroby (m³ b. k.) při zvolených technologických a pracovních postupech při různé intenzitě těžebního zásahu (faktory kategorie 3.1), různé soustředěnosti těžebního dřeva na operační ploše (faktory kategorie 3.2), různém koeficientu soustředěnosti těžebních pracovišť (faktory kategorie 3.3) a různém sponu těžených stromů. Výsledky chronometráže byly v průběhu těžebního a dopravního procesu zapisovány do speciálního formuláře, který byl k tomu účelu autorem sestaven.

Průběh výrobní činnosti na jednotlivých zkusných plochách byl sledován dvěma výzkumnými pracovníky, kteří dbali, aby technologické i pracovní postupy probíhaly u všech vzorníků i v průběhu všech sledovaných směn přesně podle vypracované metodiky tak, aby průběh prací byl zcela standardní. Mě-

řili pomocí stopek čistou délku produktivního pracovního času (tj. odpočítávali časy na všechny přestávky, které s prováděním výrobních operací přímo nesouvisely, např. instruktáž, oddech apod.). Tak byl zjištěn úhrn pracovního času na těžbu a soustřeďování vyznačených vzorníků podle jednotlivých zkusných ploch. Podle zásad meteorologické služby byly dvakrát za směnu (tj. v 8.00 a 12.00 h) sledovány povětrnostní podmínky (teplota vzduchu, vlhkost, srážky, směr a síla větru) a výsledky zaznamenávány.

Získané údaje o průběhu výrobních postupů na zkusných plochách byly zpracovány metodami matematické statistiky. Grafické vynesení zjištěných hodnot nasvědčovalo tomu, že mezi intenzitou těžebního zásahu (m^3 na ha nebo ks na ha) a spotřebou času na výrobu (těžbu, soustřeďování) existuje přímá závislost, přičemž smysl regrese je záporný. Pro jednotlivé uvažované alternativy výrobních postupů a) až d) byly vypočítány tyto rovnice regresních křivek:

alternativa	těžba	soustřeďování
a)	$y = 0,6392 + 1,9118x^{-1}$	$y = 0,1961 + 0,5980x^{-1}$
b)	$y = 0,4833 + 1,0917x^{-1}$	$y = 0,3083 + 0,6917x^{-1}$
c)	$y = 0,6690 + 1,4437x^{-1}$	$y = 0,3944 + 0,7887x^{-1}$
d)	$y = 0,7770 + 2,1079x^{-1}$	$y = 0,2158 + 0,4604x^{-1}$

Graficky jsou vyjádřeny uvedené regresní křivky na obr. 1. Je třeba poznamenat, že jednotlivé alternativy nelze porovnávat v absolutních hodnotách pracnosti, neboť zřejmě byla pracnost výroby ve vybraných porostech různá; výsledky šetření z různých pokusných porostů lze porovnávat jen relativně.

ZÁVĚRY

Na základě analýzy získaných výsledků je možno konstatovat:

1. Čím nižší je soustředěnost k těžbě určených stromů na operační ploše pracoviště, tím vyšší za jinak stejných výrobních podmínek je pracnost jak těžebních, tak soustřeďovacích operací.

2. Regresní křivky vyjadřující korelační vztah mezi soustředěností těžbeného dřeva a spotřebou času na těžbu a soustřeďování 1 m^3 surového dříví jsou téměř shodné (obr. 1), což znamená, že ve všech čtyřech výzkumných porostech se projevoval vliv intenzity těžebního zásahu na pracnost vlastních těžebních operací relativně stejně.

3. Vliv intenzity těžebního zásahu na pracnost soustřeďování surového dříví závisí na použitém výrobním prostředku. Čím vyšší má pojezdovou rychlost porostem daný soustřeďovací prostředek, tím je negativní vliv klesající intenzity těžebního zásahu menší (obr. 1). Ze zkoumaných alternativ na stupni soustředěnosti těžbeného dřeva na operační ploše nejvíce závisí výkonnost koňského potahu, nejméně výkonnost SLKT Kockum 821 (celkové rozdíly mezi sledovanými traktory nejsou výrazně odlišné, což zřejmě souvisí s jejich přibližně stejnou pojezdovou rychlostí při soustřeďování na zkusných plochách s totožnými výrobními podmínkami).

I když byl výběr porostů proveden pečlivě podle vypracované me-

todíky tak, aby charakteristika výrobních podmínek na jednotlivých zkusných plochách si byla co nejvíc podobná, přece jen — vzhledem k tomu, že šetření bylo konáno ve volné přírodě, nikoliv v laboratorních podmínkách — nebylo možno s jistotou tvrdit, že průběh sledovaného těžebního a dopravního procesu nemohl být ovlivněn skrytým činitelem, jehož působení nebylo během výzkumné činnosti objeveno. Pro ověření výsledků získaných šetřením v lesních porostech použil autor srovnání s výsledky, kterých dosáhl při výzkumu vlivu soustředěnosti k těžbě určených stromů na operační ploše na teoretickém modelu porostu [Dejmal 1978]. Lze konstatovat, že výsledky venkovního šetření se neliší smyslem korelace od výsledků získaných na teoretickém modelu, liší se jen absolutní hodnoty sledovaných veličin. Je proto možno tvrdit, že výsledky venkovního šetření nebyly statisticky významně ovlivněny skrytým činitelem. Z uvedeného vyplývá, že výsledky šetření na teoretickém modelu porostu se podstatně neliší od výsledků šetření dané problematiky v lesních porostech; pracnost a nákladnost šetření v terénu je však mnohonásobně vyšší. Je proto ekonomicky efektivnějším způsobem zkoumání soustředěnosti k těžbě vyznačených stromů simulací na teoretickém modelu než analýzou skutečných těžebních a dopravních operací v lesním prostředí.

Průběh těžebního a dopravního procesu výroby surového dříví v lesním hospodářství ovlivňuje řada faktorů, které byly uvedeny v úvodu této práce. Výsledky výzkumu vlivu soustředěnosti k těžbě určených stromů na průběh těžebního a dopravního procesu, které získal autor analýzou časoměrného pozorování výrobního procesu na zkusných plochách ve vybraných lesních porostech, potvrdily, že soustředěnost těžebního dřeva na operační ploše je skutečně významným faktorem, který musí být brán v úvahu nejen při volbě optimální varianty výrobního postupu v každém lesním porostu, nýbrž i při řešení problematiky zakládání, obnovy a výchovy lesů. Konečně na tento faktor musí myslet i projektanti lesnických strojů.

Došlo dne 18. 5. 1977

Literatura

1. ANONYMUS: Comment entreprendre une expérimentation, un essai, une démonstration. Bulletin de la vulgarisation forestière, 1970, č. 1, s. 1-14
2. DEJMAL, J.: Negativní vliv malé koncentrace těžebního dřeva na racionalizaci těžebního a dopravního procesu v les. hospodářství a možná protipatření. Lesnictví, 16, 1970, č. 12, s. 1101-1112
3. DEJMAL, J.: Výzkum vlivu soustředěnosti k těžbě určených stromů na operační ploše na výkonnost těžebních skupin pomocí teoretického modelu porostu. Lesnictví, 24, 1978, č. 5
4. FREDRIKSSON, G.: Minsta lönsamma träddimension. Skogen, 56, 1969, č. 12, s. 347-349
5. LUSSIER, L. J.: Planning and control of logging operations. Laval university forest research foundation, Contribution č. 8, Québec, 1961, 135 s.
6. LÚTOČKA, L.: Optimalizace mechanizace výroby dřeva v různých hospodářských způsobech. Závěrečná zpráva dílčího výzkumného úkolu VII-0-1/3a, VLÚK Kosolec n. Č. lesy, 1971, 143 s.
7. SÖDERLUND, J.: Värderin av skogmaskiner. Skogen, 57, 1970, č. 23, s. 574-575
8. VÄISÄNEN, U.: Effect of stand difficulty factors on harvesting costs. Tied. Metsätoho, Helsinki, 1969, č. 283, 19 s.
9. VÄISÄNEN, U.: The relationship between the size of logging, operation and logging costs. Tied. Metsätoho, Helsinki, 1967, č. 269, s. 27

ДЕЙМАЛ, Й. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Сосредоточенность заготавливаемых деревьев на площади как фактор, ограничивающий производительность лесоуборочных групп. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 557-566.

Один из главных факторов, обуславливающих процесс лесозаготовки и транспортировки, — это сосредоточенность намеченных для заготовки деревьев на месте заготовки. Для лучшего изучения этого фактора автор заложил в 4 лесхоза ЧСР 4 опытные площади, т. е. насаждения с максимальным сосредоточением всех рассматриваемых факторов. В каждом избранном насаждении были выделены 4 опытные площади 100 м X 100 м, на которых проводили заготовительные вмешательства разной интенсивности (2 %, 6 %, 10 % погектарного запаса). Для трелевки хлыстов в каждом насаждении пользовались иным способом: конной тягой, универсальным колесным трактором с классической лебедкой, универсальным колесным трактором с лебедкой дистанционного управления и специальным лесным колесным трактором (КОСКИМ 821). В ходе лесозаготовительных и транспортных операций проводили хронометраж, а данные обрабатывали с помощью методов математической статистики с графическим изображением (рис. 1).

Сосредоточенность заготавливаемых деревьев на площади — действительно важный фактор, обуславливающий ход заготовительных и транспортных операций; чем она меньше, тем больше — в одинаковых производственных условиях — трудоемкость как лесорубочных, так и трелевочных работ. Это отношение можно выразить кривыми регрессии с вычисленными уравнениями. Как показывает рис. 1, во всех 4 опытных насаждениях интенсивность вмешательств обуславливает трудоемкость заготовительных и транспортных операций сравнительно одинаково. Влияние интенсивности лесозаготовительных работ зависит от трелевочного средства: чем больше поступательная скорость данного средства, тем отрицательное влияние падающей интенсивности вмешательства меньше.

Данные внешних обследований автор сравнивает с данными, полученными у теоретической модели насаждения, выведенными уже раньше (Деймал 1978), и отмечает, что они не отличаются в отношении корреляций от данных теоретической модели; разнятся лишь абсолютные значения определяемых величин.

лесозаготовка; трелевочность работ; лесозаготовительные и лесотранспортные средства

DEJMAL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Concentration of Felled Trees on the Area as a Factor Limiting the Performance of Logging Crews. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 557-566.

One of the important factors affecting the logging and transport processes of rawtimber production is the concentration of trees to be felled on the operation area. In order to study the effect of this factor the author established four experimental areas in four forest enterprises of the Czech Socialist Republic, i. e. stands where the influencing factors considered were the most uniform. In each of the stands selected three sample plots were laid out, 100 m X 100 m in size, and on these plots logging measures of different intensities were marked (2 %, 6 %, 10 % of the standing volume per ha). In each stand a different method of skidding tree-length logs was used, i. e. horse skidding, wheeled farm tractor with classical winch, wheeled farm tractor with remote control and special forest wheeled tractor (Kockum 821). During the logging and transport operations time studies were performed and the data obtained were processed using methods of mathematical statistics and were expressed in graphs (Fig. 1).

Concentration of trees to be felled on the area is a very important factor which affects the course of logging and transport operations. The lower the concentration of trees to be felled, the higher (under otherwise the same production conditions) is the labour consumption of both felling and skidding operations. The relationship can be expressed by regression curves the equations of which were calculated. Fig. 1 shows that in all the four experimental stands the effect of the intensity of felling measures on the labour consumption of the logging and transport operations was relatively the same. The effect of the intensity of the felling measure proved to be dependent on the skidding means used: the higher the mobile velocity, the lower the negative effect of the decreasing intensity of the logging operation.

Results of field studies were compared with those obtained from a theoretical model of the stand (Dejmal 1978). It was found that results of the studies did not differ from those obtained from a theoretical model; only absolute values of the quantities studied differed.

forest harvesting; concentration of logging; logging and transport means

DEJMAL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Konzentration der genutzten Bäume auf einer Fläche als ein die Leistungsfähigkeit der Nutzungsgruppen limitierender Faktor*. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 557-566.

Einer der bedeutenden den Nutzungs- und Transportsprozeß beeinflussenden Faktoren ist die Konzentration der zur Nutzung bestimmten Bäume auf der Operationsfläche. Um die Wirkung dieses Faktors näher untersuchen zu können, legte der Verfasser in vier Forstbetrieben in der ČSR vier Versuchsflächen an, d. h. Bestände, die eine möglichst hohe Einheitlichkeit aller erwogenen beeinflussenden Faktoren aufwiesen. In jedem ausgesuchten Bestand wurden drei Versuchsflächen 100 m × 100 m begrenzt und auf diesen Flächen wurde dann der Nutzungseingriff von unterschiedlicher Intensität gekennzeichnet (2 %, 6 %, 10 % des Hektarvorrates). Das Konzentrieren der genutzten Rohrstämme wurde in jedem Bestand auf unterschiedliche Art vorgenommen, u. zw. mit Pferdegespann, Universalradtraktor mit klassischer Seilwinde, Universalradtraktor mit ferngelenkter Seilwinde und mit speziellem Waldradchlepper (Kockum 21). Im verlaufe der Nutzungs- und Transportoperationen wurden Zeitmessungen vorgenommen und die gewonnenen Angaben dann mittels Methoden mathematischer Statistik verarbeitet und in graphischer Darstellung (Abb. 1) dargestellt.

Die Konzentration der zur Nutzung bestimmten Bäume auf einer Fläche stellt tatsächlich einen bedeutsamen Faktor dar, der den Verlauf der Nutzungs- und Transportoperationen stark beeinflusst. Je niedriger die Konzentration der zur Nutzung bestimmten Bäume, desto höher – unter anders gleichen Erzeugungsbedingungen – der Arbeitsaufwand sowohl bei den Nutzungs- als auch bei den Konzentrationsoperationen. Diese Beziehung kann durch Regressionsgeraden ausgedrückt werden, deren Gleichungen errechnet wurden. Aus der Abb. 1 ist ersichtlich, daß in allen vier Versuchsbeständen der Einfluß der Nutzungseingriffsintensität auf die Arbeitsaufwändigkeit der eigentlichen Nutzungs- und Transportoperationen relativ gleich auswirkte. Es wurde auch bewiesen, daß der Einfluß der Intensität des Nutzungseingriffes von dem benutzten Konzentrierungsmittel abhängig ist: je höher die Fahrgeschwindigkeit durch den Bestand des jeweiligen Mittels, desto niedriger der negative Einfluß der sinkenden Intensität des Nutzungseingriffes.

Die Ergebnisse der Untersuchungen in Beständen verglich der Verfasser mit den mit Hilfe eines theoretischen Modells eines Bestandes gewonnenen Ergebnissen, die er schon früher gewann (Dejmal 1978). Der Autor konstatiert, daß die Ergebnisse der Terrainuntersuchungen sich durch den Sinn der Korrelation von den am theoretischen Modell gewonnenen Ergebnissen nicht unterscheiden; verschieden sind nur die absoluten Werte der beobachteten Größen.

Waldnutzung; Konzentration der Nutzungen; Nutzungs- und Transportmittel

Adresa autora:

Doc. Ing. Jaroslav Dejmal, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Brno

J. Krešl

KREŠL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Vliv lesní dopravní sítě na vodní režim lesa*. Lesnictví, 24, 1978 (7): 567–580.

Výsledky šetření potvrdily, že cestní síť ovlivňuje oběh vody v povodí tím, že odlesněný pruh pro cestu snižuje intercepci, anuluje transpiraci, narušuje svahový nesoustředěný odtok, který převádí na soustředěný, vozovka snižuje však, zvyšuje odtokový součinitel a spolu se zářezy a násypy ovlivňuje vlhkostní poměry půdy; odvodňovací objekty — příkopy soustřeďují odtékající srážkovou vodu, která v trubních propustích vlivem snížené drsnosti zvyšuje svoji rychlost nad hodnotu krajní nevymílající rychlosti pro většinu zemin. Rozhodující parametry cestní sítě pro její vliv na oběh vody v povodí jsou: charakteristické číslo CHC odlesněného pruhu, hustota cestní sítě, především svahových cest, vzájemný rozestup svahových cest, rozestup propustí provádějících vodu z cestních příkopů a zajištění jejich výtoků, podélný sklon cesty, který ovlivňuje povrchovou akumulaci vozovky, rychlost povrchově odtékající vody, a tím rozvoj erozních jevů. Kvantifikaci těchto parametrů na oběh vody byly vytvořeny základní předpoklady pro hodnocení vlivu cestní sítě na oběh vody z vodohospodářského hlediska a pro stanovení zásad pro projektování cestní sítě ve vodohospodářsky významných oblastech.

lesní dopravní síť; vodní režim; odtok

Voda se stává limitujícím faktorem pro rozvoj národního hospodářství. Proto je naší životní otázkou zabezpečit dostatek vody pro potřeby společnosti. V tomto směru má významnou úlohu lesní hospodářství, které na více jak 30 % rozlohy ČSSR ovlivňuje oběh vody. V této souvislosti je nutno posoudit, jaký význam má lesní dopravní síť, zvláště pak cestní síť jako nejrozšířenější druh dopravních zařízení, pro vodní režim lesa. Studium tohoto problému bylo zařazeno do výzkumného plánu VU č. VI-5-8/5 b pod názvem Vliv lesních dopravních zařízení na vodní režim lesa. Toto sdělení shrnuje výsledky šetření za období 1970–1974.

PROBLEMATIKA ŘEŠENÉ OTÁZKY

Cestní síť ovlivňuje zásahem do lesního porostu, do půdní pokrývky, do konfigurace terénu, kvalitou povrchu vlastního cestního tělesa a jeho parametry (šířkou, sklonem, situací v povodí) jednotlivé složky oběhu vody od okamžiku dopadu atmosférických srážek H_S až do jejich odtoku do vodní sítě H_{ov} . Odlesněním potřebného pruhu pro cestu se snižuje intercepcce H_{ER} a transpirace H_{ET} úměrně jeho šířce. Zároveň se však zvyšuje výpar z půdy H_{Ep} . Cestní těleso (úprava jeho povrchu) snižuje povrchovou akumulaci H_{Sp} a infiltraci W prakticky na zanedbatelnou hodnotu, a tím omezuje pronikání srážek do půdy a zároveň urychluje vznik soustředěného odtoku (snižuje koeficient drsnosti γ). Zářezové plochy nutné pro budování cesty odvodňují přilehlé území kolem cesty a pře-

vádějí svahový nesoustředěný odtok H_{opn} a odtok půdou H_{oz} na soustředěný odtok H_{ops} . Cestní příkopy podchycují povrchový odtok a koncentrují jej do jednoho místa — nejčastěji do trubní propusti.

Máme-li hodnotit tento vliv cestní sítě (např. z vodohospodářského hlediska) je nutno tento vliv kvantifikovat, tj. stanovit, jak dalece ovlivňuje šíře odlesněného pruhu pro cestu, jeho orientace, podélný sklon cesty, objektů pro odvodnění cest a jejich uspořádání jednotlivé složky oběhu vody a určit rozhodující parametry cestní sítě, resp. jejich kritické hodnoty, při nichž se tento vliv ještě prakticky neuplatňuje, popř. je zanedbatelný.

Studium vlivu cestní sítě na oběh vody zůstávalo dosud stranou, popř. bylo zaměřeno na opačný smysl vzájemného vztahu, tj. na vztah voda — cesta, tedy především na odvodnění cest, na škody erozí a na opatření pro zmírnění tohoto škodlivého působení (Krempl H. 1958; Packer P. E. 1967; Poncet A. 1964). Jen v málo pracích je zkoumán vztah cesta — voda, a to ještě spíše okrajově ve spojitosti s erozí, kdy je cestní síť uváděna jako potenciální zdroj splavenin. Jen málo autorů, jako např. Haupt H. F. a Kidd W. J. 1965, Zelený V. 1971, však uvádí konkrétní údaje o vlivu cest na zvýšený průtok splavenin ve vodním toku.

Vlastní studovanou problematikou se zabývá Knížek M. (1969), který pojednává o vztahu polní cestní sítě k vodnímu režimu upravované oblasti v obecné rovině, a Dýrová E. (1970), která se omezuje na stanovení „optimálního“ rozestupu zemědělských cest z hlediska protierozní ochrany pozemku. Domes Z. (1972) uvádí zkušenosti z plánování, projekce a výstavby sítě lesních cest ve vodohospodářsky významné oblasti Beskyd a obecné zásady optimalizace vazeb mezi vodním hospodářstvím a výstavbou a údržbou lesních cest. S obecným konstatováním se setkáváme i u Tischendorfa W. (1974).

Příznivější poměry nacházíme při možnosti aplikace dosud získaných poznatků při studiu vlivu lesa, zvláště jeho prostorové úpravy, na složky vodní (i tepelné) bilance. Lze totiž považovat holý, bezlesý pruh s cestou v lesním porostu za modifikovanou pruhovou holou seč a aplikovat na ni známé vztahy a výsledky (Fojt V. 1965, Krešl J. 1961, 1965, 1967, Krečmer V. 1969, 1971, Krečmer V., Fojt V. 1967, Zelený V., Tichý J. 1968, zvláště pak Peřina V., Krečmer V., Kadlus Z., Běle J. 1973 a Ambros Z. 1975).

Můžeme tedy konstatovat, že vliv cestní sítě na oběh vody je nutno řešit prakticky bez možnosti použití přímých zkušeností a výsledků dřívějších výzkumů této otázky. Lze pouze vyjít z dosavadních poznatků o vodní a tepelné bilanci holé seče a pokusit se je aplikovat při řešení studovaného problému.

METODIKA ŘEŠENÍ

Při studiu dané problematiky jsem se zaměřil na stanovení vlivu cestní sítě, resp. odlesněného pruhu pro cestu, na složky oběhu vody, tj. na atmosférické srážky, výpar a odtok (se zřetelem na utváření Q_{max} v povodích s malou plošnou výměrou) a na vliv podélného sklonu cesty a odvodňovacích zařízení na odtok srážkové vody.

Při posuzování vlivu odlesněného pruhu pro cestu na atmosférické srážky jsem vycházel z Ambrosových údajů (Ambros Z. 1975) a z výsledků vlastního šetření (Krešl J. 1967). Transpirace byla určena podle Ambrose. Pro hodnocení vlivu šíře tohoto pruhu pro cestu na výpar z půdy E_{Ep} byla vypočtena celková potenciální radiace dopadající na holý pruh s různým charakteristickým číslem ($CHC = D \cdot H^{-1}$, kde D je šířka holé plochy a H je průměrná výška okolního porostu) a orientací pruhu východ — západ a jih — sever. Při výpočtu jsem použil údaje celkové sluneční radiace za jasného dne podle Budyka M. I. (1971) pro zeměpisnou šířku $\varphi = 50^\circ$. Velikost osluněné plochy pruhu a doba oslunění byly stanoveny podle údajů pro výšku a azimut slunce pro 21. 3., 23. 6., 21. 9., a 23. 12. (Stružka V. 1956).

Kromě toho byla uskutečněna série měření relativních vlhkostí vzduchu Assmannovým

psychrometrem ve výši 2 m nad zemí v porostu nad a pod cestou ve vzdálenosti 20 m a ve středu odlesněného pruhu na cestě. Dále bylo použito údajů vlhkosti půdy, které byly převzaty od doc. Beneše a Ing. Seredy. Vzorky pro stanovení vlhkosti (byla použita běžná váhová metoda a elektrická odporová metoda) byly odebrány z hloubky 50 cm. Při hydraulických výpočtech bylo použito běžných postupů pro výpočet rychlosti rovnoměrného pohybu, tj. Chézyho rovnice, popř. u trubních propustí i schématu pro výpočet přepadu přes širokou korunu.

Při kvantifikaci vlivu cestní sítě na jednotlivé složky oběhu vody v povodí jsem uvažoval lesní cestu typu Id se šířkou v koruně $d = 4,0$ m a s odlesněným pruhem o průměrné šířce $D = 14,0$ m.

VÝSLEDKY ŘEŠENÍ

VLIV CESTNÍ SÍTĚ NA SRÁŽKY

Odlesněný pruh pro cestu ovlivňuje oběh vody úměrně svému charakteristickému číslu $CHČ$ a celkové délce. Z šetření o vztahu množství srážek dopadajících ve středu volné plochy k jejímu charakteristickému číslu $CHČ$ (Krešl J. 1967) vyplývá, že se

I. Podíl intercepce k_R v závislosti na $CHČ$ seče (podle Krešla 1967). — Portion of interception k_R in dependence on the characteristic number of the felling (according to Krešl 1967)

$CHČ$	0,00	0,40	0,46	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	1,00	1,0
k_R	1,00	0,41	0,36	0,32	0,28	0,22	0,15	0,08	0,03	0,00

II. Střední porostní výšky H (podle Ambrose 1975), $CHČ$ odlesněného pruhu pro $D = 14,0$ m a podíl intercepce $k_R = E_{Rp} \cdot E_R^{-1}$ pro dřeviny sm, bo, bk a db v Českém masívu. — Mean stand height H (according to Ambros 1975), characteristic number of the deforested strip for $D = 14.0$ m and portion of interception $k_R = E_{Rp} \cdot E_R^{-1}$ for spruce, pine, oak and beech in the Český masiv range

Dře- vina		Vegetační stupeň					
		2	3	4	5	6	7
sm	H m	28	30	29	27	20	
	$CHČ$	0,50	0,47	0,48	0,52	0,74	
	k_R	0,32	0,35	0,34	0,30	0,12	
bo	H m	26	28	29			
	$CHČ$	0,54	0,50	0,48			
	k_R	0,29	0,32	0,34			
bk	H m	25	27	28	27	25	
	$CHČ$	0,56	0,52	0,50	0,52	0,56	
	k_R	0,26	0,30	0,32	0,30	0,26	
db	H m	24	25				
	$CHČ$	0,58	0,56				
	k_R	0,25	0,26				

intercepce snižuje se vzrůstajícím $CH\check{C}$ a teprve při $CH\check{C} > 2,0$ je zanedbatelná, resp. množství srážek je prakticky totožné s množstvím na volné ploše (tabulka I).

V našem případě při šířce pruhu $D = 14$ m je $CH\check{C} < 2,0$ pouze v porostech s $H < 7,0$ m; v dospělých porostech se pohybuje v rozmezí 0,42–0,74 (tabulka II). Pak při těchto $CH\check{C}$, které reprezentují horní hranici, činí intercepce u odlesněného pruhu 12–40 % celkového ročního srážkového úhrnu. To znamená, že na plochu pruhu dopadne o 60–88 % více srážek než pod okolní porosty, tj. průměrně o 88–337 mm více (tabulka IV). Toto nadlepšení — označme je $dE_R = E_R - E_{Rp}$, kde E_R je intercepce porostů, E_R je intercepce odlesněného pruhu — proti lesnímu porostu činí:

při hustotě cestní sítě	10	20	30	40	50 m na ha
u sm (7. veget. stupeň)	47	94	142	189	226 m ³ na ha za rok
u db (2. veget. stupeň)	12	25	37	49	62 m ³ na ha za rok

Z tohoto rozboru je patrné, že potenciální nadlepšení činí ve vyšších nadmořských výškách i při relativně vysoké hustotě cestní sítě 50 m na ha pouze 24 mm za rok. Uvážíme-li, že cestní síť prochází porosty všech věkových tříd s nižší porostní výškou (tedy i s vyšším $CH\check{C}$) je celkové nadlepšení snížením intercepce dE_R nižší, jak vyplývá z konkrétního rozboru pro vodohospodářsky významnou oblast Orlických hor (Beneš J. a kol. 1974). V tomto případě se vycházelo ze zastoupení věkových tříd smrkových porostů a jejich středních porostních výšek. Pro tuto oblast činí nadlepšení dE_R při srážkovém úhrnu 950 mm

při hustotě cestní sítě	10	30	40	50 m na ha
dE_R	22	65	88	111 m ³ na ha za rok

Tedy při hustotě cestní sítě 50 m na ha pouze 11 mm za rok.

III. Absolutní hodnoty celkové roční radiace za jasného dne na odlesněném pruhu v závislosti na jeho $CH\check{C}$ pro rovinu a svah se sklonem 15° a relativní hodnoty v % volné plochy. — Absolute values of the total annual radiation during a bright day on the deforested strip in dependence on its characteristic number for a plain and slope with a 15° gradient and relative values in % of the free area

Expozice	$CH\check{C}$ 1	2	4	10	25	Jednotky
Pruh V-Z						
svah exp. J	56,846 8,7	183,176 28,0	424,228 64,6	625,835 95,3	717,883 109,4	10 ² W.m ⁻² %
rovina	52,925 8,1	170,092 26,0	363,975 55,4	518,121 78,9	589,920 89,9	10 ² W.m ⁻² %
svah exp. S	50,965 7,8	163,550 25,0	353,305 53,8	503,032 76,6	572,206 87,2	10 ² W.m ⁻² %
Pruh S-J						
svah exp. J	10,454 1,6	23,551 3,6	40,175 6,2	110,326 16,8	275,604 42,0	10 ² W.m ⁻² %
rovina	7,841 1,2	16,355 2,5	30,865 4,7	82,744 12,6	207,359 31,6	10 ² W.m ⁻² %
svah exp. S	7,187 1,1	15,047 2,3	30,208 4,6	80,117 12,2	200,797 30,6	10 ² W.m ⁻² %

Odlesněním pruhu pro cestní síť se anuluje transpirace H_{ET} , zároveň se zvyšuje výpar z půdy H_{Ep} úměrně $CH\check{C}$ pruhu. Údaje o potenciální transpiraci hlavních dřevin byly převzaty od Ambrose Z. (1975). Zvýšení výparu z povrchu půdy v závislosti na $CH\check{C}$ bylo stanoveno úměrně zvýšení radiace. Při měření relativní vlhkosti v profilech kolmo na cestu bylo totiž ve všech případech oblasti Orlických hor a na ŠLP VŠZ Brno zjištěno, že rozdíl mezi hodnotami relativní vlhkosti vzduchu ve středu pruhu a v porostě nad a pod cestou je nepodstatný.

Při studiu vlivu $CH\check{C}$ odlesněného pruhu na celkovou sluneční radiaci za jasného dne jsme zjistili, že se projevuje významněji zvýšení celkového slunečního záření u pruhu orientovaného východ-západ teprve při $CH\check{C} > 4,0$, kdy na bezlesý pruh dopadá 54–65 % (podle expozice a sklonu) celkového slunečního záření volné plochy, kdežto při $CH\check{C} < 1,0$ pouze 8–9 %. Při orientaci pruhu sever – jih se vliv odlesnění projevuje ještě méně. Při $CH\check{C} < 1,0$ činí podíl pouze 1,1–1,6 % (tabulka III). V zimních měsících je však poměr obrácený: na pruh sever – jih dopadá relativně více slunečního záření než na pruh západ – východ.

Vzhledem k těmto údajům bylo použito při výpočtu zvýšení H_{Ep} s ohledem na $CH\check{C}$ pruhu v jednotlivých vegetačních stupních 10 % hodnot H_{Ep} v porostu.

IV. Hodnoty složek výparu a dE_c pro odlesněný pruh v porostech sm, bo, bk a db v jednotlivých vegetačních stupních v mm pro Český masív. — Values of the components of evaporation and dE_c for the deforested strip in spruce, pine, beech and oak stands in the individual growth stages in mm for the Český masív range

Dře- vina	Složka výparu	Vegetační stupeň					
		2	3	4	5	6	7
sm	dE_R mm		187	190	215	248	337
	H_{ET} mm		360	363	317	255	131
	H_{Ep} mm		56	50	56	62	70
	dE_c mm		491	503	476	441	398
bo	dE_R mm	104	120	125			
	H_{ET} mm	301	337	332			
	H_{Ep} mm	87	95	74			
	dE_c mm	318	362	383			
bk	dE_R mm	104	119	118	131	158	
	H_{ET} mm	346	410	408	352	268	
	H_{Ep} mm	46	44	38	44	48	
	dE_c mm	404	485	488	439	378	
db	dE_R mm	88	97	102			
	H_{ET} mm	258	295	290			
	H_{Ep} mm	73	70	62			
	dE_c mm	273	322	330			

Odlesněný pruh tedy vykazuje relativní zlepšení vodní bilance, tj. potenciální množství vody pro zvýšení odtoku nebo zásob vody snížením celkového výparu o hodnotu dE_c je vyšší než v okolním porostě. Celkové snížení výparu dE_c vypočteme vztahem

$$dE_c = dE_R + H_{ET} - H_{Ep}.$$

Príslušné hodnoty jsou uvedeny v tabulce IV. V povodí pak toto nadlepení vodní bilance činí

při hustotě cestní sítě	10	20	30	40	50 m na ha
při $dE_c = 273$ mm (minimum)	38	76	115	153	191 m ³ na ha za rok
při $dE_c = 503$ mm (maximum)	70	141	211	281	372 m ³ na ha za rok

Tyto hodnoty reprezentují i při hustotě cestní sítě 50 m na ha při srážkovém úhrnu 522–788 mm pouze 4–5 % tohoto úhrnu. Tedy hodnoty ležící v mezích přesnosti stanovení srážek a zanedbatelné pro celkovou bilanci povodí. Nadlepení se však významně podílí na vodním režimu vlastního odlesněného pruhu a je nutno s ním kalkulovat zvláště při návrhu trasy a odvodnění.

VLIV CESTNÍ SÍTĚ NA UTVÁŘENÍ Q_{max} A NA ODTOK SRÁŽKOVÉ VODY

Cestní síť vytváří proti původnímu stavu lesní půdy kvalitativně odlišný povrch. Snižuje součinitel drsnosti, snižuje povrchovou akumulaci a infiltraci, a tím zvyšuje hodnotu odtokového součinitele. Zároveň konstrukce vozovky, její poloha v terénu, tvoří překážku pro podpovrchový a svahový nesoustředěný i soustředěný odtok. Toto působení se uplatňuje jak při utváření maximálních odtoků z povodí, kdy přispívá ke zkrácení doby vzestupu povodňové vlny, a tím ke zvýšení kulminačních průtoků, tak i v období beze srážek, kdy zářezy narušují podpovrchový odtok, převádějí jej na povrchový a tak přispívají k urychlenému vyčerpávání zásob vody v půdě.

Vlastní vozovka, jejíž povrch ve srovnání s okolní lesní půdou je prakticky nepropustný, přispívá ke zvýšení povrchového odtoku. Budeme-li uvažovat nejnepříznivější poměry, tj. odtokový koeficient $k_o = 1,0$, bude činit měrný odtok q z uvažované vozovky 4 m široké při intenzitě deště $i = 3,0$ mm za min

při hustotě cestní sítě	10	20	30	40	50 m na ha
q	0,2	0,4	0,7	0,9	1,1 m ³ za s na km ²

Jsou tedy hodnoty odtoku významnější teprve při hustotě cestní sítě nad 30 m na ha.

Cesta však představuje z hlediska vytváření odtoku i umělou vodní síť s určitými drsnostními poměry, podélným sklonem I_c , která narušuje přírodní poměry tím, že ovlivňuje délku nesoustředěného odtoku l_n (převádí jej na soustředěný) a rozčleňuje původní plochu gravitačního území na dílčí plošky. Soustředěný odtok vodní sítě cestní síť v podstatě neovlivňuje, jestliže vybudované objekty — mosty a propusti — mají dostatečné dimenze.

Vliv polohy cesty v povodí na utváření odtoku při deštích s intenzitou větší, než je intenzita vsaku, jsem hodnotil na modelovém svahu 1000 m širokém a 200 m dlouhém se sklonem $I = 0,20$ s drsnostním koeficientem odpovídajícím průměrnému lesu $\gamma = 12$ a odtokovým koeficientem $k_o = 0,36$. Sklon údolní cesty, k níž se svah skláněl, $I_c = 0,01$. Vyšetřoval jsem, jak se změní původní průběh povodňové vlny, vede-li se cesta ve středu, ve čtvrtinách svahu, úhlopříčně svahem nahoru a svahem dolů. Při šetření jsem použil modifikované metody Boldakovovy pro stanovení hydrogramu povodňové vlny (Krešl

J. 1967a). Z tohoto rozboru vyplynulo (Krešl J. 1972), že se nejvýrazněji uplatňuje zkrácení dráhy nesoustředěného odtoku:

při délce dráhy nesoustředěného odtoku l_n	200	100	50	m
činil kulminační průtok z plochy $S_p = 0,2 \text{ km}^2$	0,57	0,76	0,95	$\text{m}^3 \text{ za s}$
tj.	100	133	166	%

Tyto závěry jsem ověřil posouzením vlivu cestní sítě na hydrogram povodňové vlny (použil jsem opět modifikované metody Boldakovovy s využitím postupu podle Schlobacha G. 1966) ve třech vybraných gravitačních celcích: Štěpánském potoce (flyšová oblast, povodí Vlárý LZ Brumov), Velkém kotli (oblast krystalinika, povodí Moravice, LZ Karlov) a Útěchovském potoce (oblast granodioritu, povodí Svitavy, ŠLP LF Brno). Z této studie vyplynulo, že cestní síť sice zvyšuje kulminační průtok úměrně hustotě cest, ale ne tak významně (pouze v rozmezí 3–20 %) jako na modelovém svahu. Tento rozbor potvrdil, že rozhodujícím parametrem není hustota cestní sítě, ale průměrná délka vzájemného rozeztupů cest, která rozhoduje o délce nesoustředěného odtoku.

Cestní těleso svým umístěním v terénu (zárězy, násypy) zasahuje i do odtoku půdou. Lze předpokládat, že zářezové plochy působí jako stěny odvodňovacího příkopu, tj. že urychlují odtok gravitační vody a vysušují přilehlé území. Násyp zhutněné zeminy vytváří obdobu hráze, tedy naopak by měl zvodňovat území. Na tento vliv cestního tělesa lze usuzovat orientačně podle průběhu okamžité vlhkosti půdy v příčném profilu cesty. Exaktní rozbor tohoto problému je velmi obtížné provádět pro velký počet faktorů, které spolupůsobí a které je nemožno při studiu vyloučit. Podle údajů o vlhkosti půdy v 0,50 m pod povrchem, zjišťované v příčném profilu cesty, je patrné, že nejsušší místo v profilu cesty se nalézá pod vozovkou a pod cestním příkopem a nejvlhčí v terénu pod úpatím svahu (tabulka V). Vyjma jediného případu, byla vždy na zářezovém svahu vlhkost menší než v porostě nad zářezem, což potvrzuje předpokládaný vliv zářezové stěny. Překvapující je zjištění maximální vlhkosti pod cestou, zvláště u cest na ŠLP na granodioritu.

Zjištěné hodnoty vypočtené pouze ze 4–9 měření je možno však pokládat pouze za orientační a celý problém je nutno dále a důkladněji studovat.

V. Průměrné hodnoty vlhkosti půdy v cestním profilu v hloubce 0,5 m (v % hmotnosti zeminy). — Mean values of soil moisture in the road profile at a depth of 0.5 m (in % of soil weight)

Cesta	Oblast	Měřiště					
		nad cestou			cesta	po cestou	
		terén	zářez. svah	dno příkopu	střed	okraj svahu	terén pod násypem
	Orlické hory	35,82 1,00	23,27 0,65	22,73 0,63		29,44 0,82	36,43 1,02
Kočárová	ŠLP LF Brno	11,06 1,0			9,36 0,85		21,44 1,93
Hrádková	ŠLP LF Brno	4,58 1,0			4,50 0,98		7,70 1,68

Podélný sklon cesty I_c ovlivňuje povrchovou akumulaci srážkové vody na povrchu cesty H_{Sp} , rychlost povrchové odtékající srážkové vody po vozovce a je směrodatný pro podélný sklon cestního příkopu I_p (většinou $I_p \geq I_c$). Povrchová akumulace srážkové vody je významná ne z hlediska vlastní kvantity (přispívá k retardaci odtoku a ke zvýšení ztrát vody v povodí), ale pro sjízdnost cest. Její velikost závisí na intenzitě deště a na koeficientu povrchové akumulace k_A , který se může vypočítat podle experimentálně určeného vztahu (Linsley P. K. a kol. 1962)

$$k_A = (0,00165i + c) \cdot I^{-\frac{1}{3}} c,$$

kde i — intenzita deště v $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$,

c — koeficient kvality povrchu ve vztahu k zadržování srážek (pro asfalt $c = 0,007$, pro povrch bez vegetace $c = 0,030$),

I_c — podélný sklon cesty.

Při $i = 1,0 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ a pro $c = 0,030$ se hodnota k_A mění v závislosti na I_c :

I_c	0,001	0,01	0,03	0,05	0,10,
k_A	0,32	0,15	0,10	0,09	0,07,
tj.	2,11	1,00	0,67	0,56	0,47.

Tyto hodnoty názorně dokumentují požadavek, aby $I_c \geq 0,01$, zvláště uvažíme-li, že při sníženém výparu je prakticky podélný sklon činitelem, kterým lze zajistit požadovanou účinnost odvodnění. Šířku odlesněného pruhu nelze totiž zvyšovat, aby se neúměrně nezvětšovala neproduktivní plocha. Povrchová akumulace zvyšuje vlhkost vozovky a snižuje adhezi a pevnost ve smyku povrchových vrstev zeminy. Tím se snižuje sjízdnost a zvyšuje mechanická destrukce při jízdě dopravních prostředků. Proto nejsou žádoucí úseky s nulovým sklonem a jeho hodnota by se měla pohybovat v rozmezí $(0,01 - 0,03) < I_c < I_{max}$. Podélný sklon je rovněž určujícím faktorem pro rychlost povrchové odtékající vody jak na vozovce, tak i v příkopu, a tím pro rozvoj erozních škod. Stanovení přípustného maximálního sklonu naráží dosud na velké obtíže a je nutno se spokojovat s přibližnými hodnotami. Při stanovení $I_{c \max}$ z protierozního hlediska lze např. vycházet z požadavku, aby to byla mezní hodnota sklonu, při níž erozní procesy na nebezpečné vozovce nedosahují ještě nežádoucího rozsahu. Jako kritérium tohoto mezního stavu můžeme shodně s Packerem P. E. (1967) považovat okamžik, kdy vzniká erozní rýha 25 cm hluboká. Podle studií citovaného autora tento případ nastává za předpokladu konstantní intenzity deště

při sklonu cesty I_c	1	2	4	6	8	10	12	15 ‰,
při délce cesty 1 ⁺	75	71	60	58	56	53	50	45 m,
2 ⁺	52	49	38	36	34	32	28	23 m,

kde 1⁺ platí pro zeminy vzniklé na sedimentech s tvrdým tmelem

2⁺ platí pro spraše.

VLIV ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ U LESNÍCH CEST NA ODTOK SRÁŽKOVÉ VODY

Nezbytným vybavením cesty jsou odvodňovací objekty (příkopy, propusti, mosty), které zajišťují převedení cest přes vodní tok, odvedení vody s povrchu cesty a odvodnění cestního podloží. Tato zařízení různou měrou ovlivňují odtok vody v povodí.

VI. Hydraulické údaje pro cestní příkopy při různých podélných sklonech I a různých hloubkách vody h (v – průměrná profilová rychlost, Q – průtočné množství, U – unášecí síla). – Hydraulic data on road ditches in different gradients I and various water depths h (v – average profile speed, Q – rate of flow, U – carrying force)

I	h	n	v	Q	U
	m		m.s ⁻¹	m ³ .s ⁻¹	kp.m ⁻²
0,01	0,05	0,030	0,30	0,007	0,40
		0,040	0,19	0,004	
		0,120	0,03		
	0,10	0,030	0,44	0,02	0,70
		0,040	0,28	0,01	
		0,120	0,06		
	0,20	0,030	0,65	0,08	1,30
		0,040	0,43	0,06	
		0,120	0,09	0,01	
	0,40	0,030	1,00	0,36	2,10
		0,040	0,68	0,25	
		0,120	0,13	0,05	
0,03	0,05	0,030	0,51	0,01	1,20
		0,040	0,32	0,01	
		0,120	0,05		
	0,10	0,030	0,75	0,04	2,10
		0,040	0,48	0,03	
		0,120	0,09		
	0,20	0,030	1,12	0,15	3,90
		0,040	0,74	0,10	
		0,120	0,16	0,02	
	0,40	0,030	1,73	0,62	6,30
		0,040	1,18	0,43	
		0,120	0,23	0,08	
0,05	0,05	0,030	0,66	0,02	2,00
		0,040	0,41	0,01	
		0,120	0,07		
	0,10	0,030	0,97	0,05	3,50
		0,040	0,62	0,03	
		0,120	0,12	0,01	
	0,20	0,030	1,45	0,19	6,50
		0,040	0,95	0,12	
		0,120	0,20	0,03	
	0,40	0,030	2,23	0,80	10,50
		0,040	1,53	0,55	
		0,120	0,29	0,10	

0,10	0,05	0,030 0,040 0,120	0,94 0,58 0,10	0,02 0,01	4,00
	0,10	0,030 0,040 0,120	1,38 0,88 0,18	0,07 0,05 0,01	7,00
	0,20	0,030 0,040 0,120	2,05 1,36 0,29	0,27 0,18 0,04	13,00
	0,40	0,030 0,040 0,120	3,15 2,16 0,41	1,13 0,78 0,15	21,00

Cestní příkopy koncentrují plošný odtok srážkové vody do jednoho místa — do propusti, z níž pak voda vytéká zvýšenou rychlostí na okolní terén. Cestní příkop je nezbytný pro odvádění vody i při malých srážkách, aby se zabránilo zabahňování u ne-zpevněných cest. Tato úloha je zvláště významná u lesních cest, kde se výrazně zvyšuje potenciální množství vody pro odtok snížením celkového výparu dE_c . V běžných podmínkách odlesnění pruhu podmiňuje zároveň i rozvoj vegetace, zvláště v cestním příkopu se zvýšenou vlhkostí. Příkop zarůstá, výrazně se mění drsnostní součinitel a snižuje se jeho průtočnost především při nízkých průtokových výškách. Vliv vegetace — zarůstání — na drsnostní poměry ověřený řadou autorů (např. Sanetrník J. 1969) lze podle Koláře V. (1966) hodnotit při velkém množství rostlin 15–25 cm vysokých drsnostním součinitelem $n = 0,035–0,120$, v průměru $n = 0,055$. Z hydraulických údajů průtočného průřezu cestního příkopu lichoběžníkového průřezu ($b = 0,40$ m, sklon svahů $m_1 = 1,0$ a $m_2 = 1,5$) je patrné, jak pronikavě se snižuje jeho průtočnost zvýšením drsnostního součinitele vlivem zarůstání (tabulka VI). Krajiní rychlost v_u , při níž již nastává zanášení (podle Žukovského pro $h = 0,40$ m $v_u \leq 0,34$ m.s⁻¹, Beneš J. a kol. 1966), je při nejběžnějších poměrech drsnosti charakterizovaných koeficientem drsnosti $n = 0,040$ překročena při sklonu příkopu $I = 0,01$ při výšce vody $h = 0,20$ m, při $I = 0,05$ již při $h = 0,05$ m, avšak při $n = 0,120$ až při $I = 0,10$ a $h = 0,40$ m. Proto je vhodné podélný sklon cestního příkopu navrhovat v rozmezí $0,01 < I < 0,05$. Tomu nasvědčují i hodnoty unášecí síly U ; při $I < 0,05$ je při určitých hloubkách vody h unášecí síla $U < 2,0$ kp.m⁻², což představuje mezní hodnotu pro soudržnou zeminu. Vymezený optimální sklon cestních příkopů zároveň určuje i maximální průtočnost, která by neměla být překročena: $Q \leq 0,43$ m³.s⁻¹. Tyto údaje rovněž nasvědčují, že je nutno posuzovat potřebu opevnění příkopů případ od případu a nelze šablonovitě vycházet pouze z návodu, že opevnění je oprávněné jen při $I > 0,10$.

O vlivu trubních propustí na odtokové poměry si lze učinit představu z tohoto rozboru. Uvažujme nejběžnější typ propusti o průměru $d = 0,60$ m s drsnostním součinitelem $n = 0,014$ a lichoběžníkový profil koryta $b = 0,60$ m, sklon svahů $m = 1,5$ s běžnými drsnostními poměry $n = 0,030$.

Pak při sklonu I	0,01	0,03	0,06
protéká trubní propustí při plném plnění	0,61	1,07	1,51 m.s ⁻¹
při rychlosti v	2,17	3,76	5,31 m ³ .s ⁻¹
totéž množství v uvažovaném korytě			
protéká rychlostí	1,0	1,75	2,40 m ³ .s ⁻¹

Vydeme-li naopak z požadavku, aby výtoková rychlost z propusti v nepřesáhla hodnotu krajní nevymílající rychlosti v_{kn} , aby byl zajištěn terén pod propustí před erozí (střední hodnoty v_{kn} podle Macury L. 1966 se pohybují pro soudržné zeminy v rozmezí 0,70–1,30 m.s⁻¹), zjistíme, že i krajní hodnota $v_{kn} = 1,30$ m.s⁻¹ by byla dosažena u trubní propusti o průměru $d = 0,60$ m

při podélném sklonu propusti I	0,03	0,06	0,10	0,15
již při Q m ³ .s ⁻¹	0,014	0,007	0,005	0,003
tj. při výšce vody h m	0,05	0,03	0,024	0,008

Porovnáme-li tyto hodnoty s průtokovým množstvím, kterého bylo dosahováno v cestním příkopu při $h = 0,40$ m, tj. při plné jeho kapacitě, tedy právě v okamžiku, kdy protékající množství má být odvedeno propustí (tabulka VI), zjistíme, že i při $I = 0,01$ jsou již tyto hodnoty překročeny. To znamená, že v běžných podmínkách výtoková rychlost u trubních propustí při průtocích $Q \geq 0,05$ m³.s⁻¹ převyšuje krajní nevymílající rychlost nejčastěji se vyskytujících zemin. Proto vzájemný rozestup propustí na svahu (kde neurčuje jejich umístění konfigurace terénu) by měl být určován především požadavky, aby výtoková rychlost z propustí mohla být snížena na krajní nevymílající rychlost $v_{kn} \leq (0,70–1,30)$ m.s⁻¹ a aby soustředěný odtok mohl být pod propustí převeden zpět na nesoustředěný svahový odtok, resp. ideálně na odtok půdou. Toho lze dosáhnout vhodnou úpravou výtoku propustí, např. kamenným záhozem, aby se vytékající paprsek vody rozprostřel a zvýšenou drsností snížil rychlost, popř. zmenšením rozestupu propustí.

Z rozboru hydrauliky propustí rovněž vyplývá, že se hydraulické parametry prakticky nezlepšily použitím trubních propustí větších průměrů, popř. při použití rámových propustí typu Beneš.

Došlo dne 24. 11. 1977

Literatura

1. AMBROS, Z.: Vodná bilancia lesných porastov ČSSR. Závěreč. správa VÚ P-16-331-053/1-11, B. Bystrica, 1975, 86 s.
2. BENEŠ, J. a kol. Inženýrské stavby lesnické, část I. SPN, Praha, 1966, 371 s.
3. BENEŠ, J. – KREŠL, J. – SEREDA, O.: Výzkum přírodních faktorů, ovlivňujících tvorbu lesní dopravní sítě. Závěrečná zpráva VÚ VI-5-8/5a-c, 1975, LF VŠZ Brno
4. BENEŠ, J. a kol. Studie transportní sítě lesního hospodářství v modelových LHC zájmového území Orlických hor. VŠZ Brno, 1974, 217 s.
5. BUDYKO, M. I.: Klimat i žizň. Leningrad, Gidrozdat, 1971, 469 s.
6. DOMES, Z.: Dopravní síť ve vodohospodářsky důležitých oblastech. In: Nové směry v úpravách povodí. Ostrava, Dům tech. ČVTS, 1972, s. 134-152
7. DÝROVÁ, E.: Vodohospodářská a protierozní úloha cestních sítí. Sborník referátů Mezínar. symp. o vodní erozi. Praha, 1970, III., s. 63-70
8. FOJT, V.: Sněhové poměry na seči pruhové. Mikroklima pruhové seče, IV. sděl. – „Meteorologické zprávy“, Praha, 1965, 18, č. 4
9. KNÍŽEK, M.: Polní cestní síť ve vztahu k vodnímu režimu. In: Sborník VŠZ Praha – AF, 1969, řada C, s. 189-196
10. KOLÁŘ, V.: Hydraulika. Tech. průvodce, SNTL, Praha, 1966, 713 s.
11. KREČMER, V.: Vodohospodářské vlivy lesů. Studij. zpráva. Studij. informace – Lesnictví, ÚVTI Praha, 1969, č. 4/5
12. KREČMER, V. – FOJT, V.: Příspěvek k poznání mikroklimatu pruhové seče holé, III. sdělení. Práce VÚLHM, 1967, vol. 34
13. KREŠL, J.: Příspěvek k poznání vlivu holé plochy v lesním porostě na atmosférické srážky. – In: Sborník VŠZ Brno, 1967, řada C, č. 3, s. 287-291
14. KREŠL, J.: Hydrologie (Hydrogram povodňové vlny). Učeb. text, ES VŠZ Brno, 1967a, 54 s.
15. KREŠL, J.: Vliv lesních dopravních zařízení na vodní režim lesa – In: BENEŠ,

- KREŠL, SEREDA: Výzkum přírodních faktorů ovlivňujících tvorbu lesní dopravní sítě. Dílčí závěreč. zpráva VÚ VI-5-8/5, Brno, 1972, VŠZ
16. KREŠL, J.: Hydrické efekty lesní dopravní sítě a jejich vodohospodářský význam. — In: Les a voda, Sborník přednášek, Dům. techn. ČVTS Pardubice, 1976, s. 25-40
 17. LINSLEY, P. K.: a kol.: Příkladnaja gidrologija. Gidrozdat, Leningrad, 1962 759 s.
 18. MACURA, L.: Úpravy tokov. SNTL Bratislava, 1966, 722 s.
 19. PACKER, P. E.: Criteria for designing and locating logging roads to control sediment. — Forest Science, 1967, III, 13, č. 1, s. 2-18.
 20. PEŘINA, V. — KREČMER, V. a ostat.: Možnost víceúčelového hospodaření s cíli produkčními a vodohospodářskými na příkladu Orlických hor. — Práce VÚLHM, 1973, sv. 43, s. 60-118
 21. PONCET, A.: Routes forestières et erosion en montagne. — Revue forestière française. 1964, 16, č. 4, s. 267-285
 22. SANETRNIK, K.: Některé problémy biotechnického uplatnění vegetace. Práce aspir. minima, VŠZ Brno, 1969, 87 s.
 23. SCHLOBACH, G.: Analytische Betrachtung des Hochwasserabflusses aus kleineren Niederschlagsgebieten. — Wasser u. Boden, 1966, 18, č. 12, s. 430-433
 24. STRUŽKA, V.: Meteorologické přístroje. SPN, Praha, 1956, 519 s.
 25. ZELENÝ, V.: Vliv pěstebních a těžebních zásahů v lese na odtok vody. Závěr. zpr. VÚ A-0-29-23/1, 1971, Zbraslav, 73 s.
 26. ZELENÝ, V. — TICHÝ, J.: Sněhové poměry v bukovém porostu a na pasece. II. sdělení. Lesnictví, č. 9/10, 1968.

КРЕШЛ, Й. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Влияние лесной транспортной сети на водный режим леса. Lesnictví, 24, 1978 (6) : 567-580.

Результаты обследования подтвердили, что сеть дорог влияет на круговорот воды в бассейне тем, что обезлесенная для дороги полоса снижает влагозадержание, аннулирует транспирацию, и тем самым повышает потенциальное количество воды для стока, при случае повышает запас воды в почве пропорционально характерному числу обезлесенной полосы, нарушает рассредоточенный сток со склонов, переводя его в сосредоточенный, и тем самым ускоряет сток воды в бассейне и повышает кульминационные расходы воды соответственно густоте дорожной сети или расстоянию между дорогами на склоне. Дорожное полотно снижает впитываемость, повышает коэффициент стока и вместе с косогорными выемками и насыпями влияет на условия влажности почвы. Осушающие объекты — канавы — сосредотачивают стекающую воду из атмосферных осадков, которая в трубопроводах, под влиянием пониженной жесткости, повышает свою скорость выше уровня предельной неразмывающей скорости V_{kn} для большинства грунтов.

Решающие параметры дорожной сети с учетом ее влияния на круговорот воды в бассейне следующие: характерное число ХЧ обезлесенной полосы, густота дорожной сети, прежде всего косогорных дорог, взаимное расстояние между косогорными дорогами, расстояние между пропосками, проводящими воду из дорожных канав и обеспечение их стоков, продольный наклон дороги, влияющий на поверхностное накопление воды в дорожном полотне, скорость стекающей по поверхности воды, а тем самым и развитие эрозионных явлений.

Путем квантификации этих параметров на круговорот воды были созданы основные предпосылки для оценки влияния дорожной сети на круговорот воды с водохозяйственной точки зрения и для определения принципов проектирования сети лесных дорог в водохозяйственно важных областях.

лесная транспортная сеть; водный режим; сток

KREŠL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Effect of the Forest Road Network on the Water Regime of the Forest. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 567-580.

Results of studies showed that the road network affected water cycling in the watershed — the deforested strip for the road reduced interception, eliminated transpiration, thus increasing the potential amount of water for runoff and/or caused an increase in the supply of water in the soil proportionally to the characteristic number of the deforested strip; the unconcentrated slope runoff was impaired and changed to a concentrated one, thus accelerating water runoff in the watershed and increasing the peak discharges proportionally to the density of the road networks and/

/or spacing of spur roads; the road surface decreased infiltration, increased the runoff coefficient and together with the cuts and embankments affected the moisture conditions of the soil; drainage structures — ditches concentrated running precipitation water which increased its speed — under the effect of decreased roughness in the pipe culverts — above the value of extreme non-eroding speed v_{kn} for the majority of soils.

The important parameters of the forest road network as concerns the effect on water cycling in the watershed are as follows: characteristic number CHC of the deforested strip, density of the network, esp. of spur roads, spacing of spur roads, spacing of pipe culverts taking water from the ditches of the road and ensuring the runoff, longitudinal road slope which affects the surface accumulation of the road, speed of water of the surface runoff, and finally the development of erosion.

By quantifying these parameters to water cycling basic presuppositions were created for evaluating the effect of the road network on water cycling in relation to water management and for determining principles for designing the road network in areas important from the viewpoint of water management.

forest road network; water regime; runoff

KREŠL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Einfluß des Waldtransportnetzes auf die Wasserwirtschaft des Waldes*. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 567-580.

Die Ergebnisse der Untersuchungen bestätigten, daß das Waldwegenetz den Wasserkreislauf im Flußgebiet beeinflusst, u. zw. dadurch, daß der für den Weg entwaldete Streifen die Niederschlagszurückhaltung verringert, die Transpiration annulliert und dadurch die potentielle Wassermenge für den Abfluß, evtl. den Wasservorrat proportional zur charakteristischen Nummer des entwaldeten Streifens vergrößert; ferner stört der entwaldete Streifen den nichtkonzentrierten Hangabfluß, den er auf einen konzentrierten überführt und beschleunigt dadurch den Wasserabfluß im Flußgebiet und erhöht die Kulminationsdurchflüsse proportional zur Dichte des Wegenetzes, bzw. zum Abstand der Hangwege; die Fahrbahn verringert die Einsickerung, erhöht den Koeffizient des Abflusses und gemeinsam mit den Einschnitten und Anschüttungen beeinflusst sie die Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse; die Entwässerungsobjekte — Gräben — konzentrieren das abfließende Niederschlagswasser, das in Rohrdurchlässen durch den Einfluß reduzierter Rauheit seine Schnelligkeit erhöht, u. zw. über den Grenzwert der nichterosiven Schnelligkeit v_{kn} für die Mehrheit der Erdarten.

Die entscheidenden Parameter des Wegenetzes für dessen Einfluß auf den Wasserkreislauf im Flußgebiet sind die folgenden: Charakteristische Nummer (CN) des Streifens, die Dichte des Wegenetzes, vor allem der Hangwege, der gegenseitiger Abstand der Hangwege, der Abstand der Durchlässe, die das Wasser von Wegegräben ableiten und die Sicherstellung ihrer Abflüsse, das Längsgefälle des Weges, der die Oberflächenakkumulation des Fahrweges beeinflusst, die Schnelligkeit des an der Oberfläche abfließenden Wassers und folglich die Entfaltung erosiver Erscheinungen.

Durch Quantifizierung dieser Parameter auf den Wasserkreislauf wurden grundlegende Voraussetzungen für die Bewertung des Einflusses des Wegenetzes auf den Wasserkreislauf vom wasserwirtschaftlichen Standpunkt und für die Bestimmung der Grundsätze für eine praktische Projektierung des Wegenetzes in wasserwirtschaftlich bedeutenden Gebieten gebildet.

Waldtransportnetz; Wasserwirtschaft; Abfluß

KREŠL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Influence du réseau de transport forestier sur le régime hydrique de la forêt*. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 567-580.

Les résultats de la recherche ont confirmé que le réseau routier influence la circulation de l'eau dans le bassin versant du fait que la bande déboisée pour la route réduit l'interception, annule la transpiration, augmentant ainsi le volume potentiel de l'eau pour l'écoulement, le cas échéant pour l'augmentation de la réserve en eau dans le sol, et cela proportionnellement au nombre caractéristique de la bande déboisée; elle désagrége l'écoulement non concentré sur la pente, le faisant passer à l'écoulement concentré et accélère de ce fait l'écoulement de l'eau dans le bassin et augmente les débits culminants proportionnellement à la densité du réseau routier, respectivement à l'écartement des routes de pente; la chaussée réduit l'infiltration, augmente le coefficient d'écoulement et influence conjointement avec les tranchées et

les remblais les conditions d'humidité du sol; les ouvrages de drainage — les fossés concentrent l'eau des précipitations qui augmente, par suite de la rugosité réduite dans les passes à tuyaux, sa vitesse au-dessus de la valeur de la vitesse limite v_{k2} non érosive pour la plupart des terrains.

Le paramètres décisifs du réseau routier pour son influence sur la circulation de l'eau dans le bassin sont les suivants: le nombre caractéristique CHC de la bande dans la forêt, la densité sont les suivants: le nombre caractéristique CHC de la bande tement réciproque des routes de pente, l'écartement des passes amenant de l'eau à partir des tranchées routières et la garantie de leurs écoulement, l'inclinaison longitudinale de la route qui influence l'accumulation superficielle de la chaussée, la vitesse de l'eau écoulant en surface et de ce fait le développement des phénomènes d'érosion.

En quantifiant les paramètres mentionnés pour la circulation de l'eau, on a créé des conditions fondamentales nécessaires à l'estimation de l'influence du réseau routier sur la circulation de l'eau du point de vue du régime des eaux et en vue de déterminer les principes pour la réalisation des projets de réseau routier dans les régions importantes pour le régime hydrique.

réseau de transport forestier; régime hydrique; écoulement

Adresa autora:

Doc. Ing. Jiří K r e š l, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Brno

VÝZKUM NÁLETU PYLU NA SAMIČÍ ORGÁNY MODŘÍNU EVROPSKÉHO (*LARIX DECIDUA* MILL.)

J. Pospíšil

POSPÍŠIL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Výzkum náletu pylu na samičí orgány modřínu evropského (*Larix decidua* Mill.). Lesnictví, 24, 1978 (7) : 581-599.

V práci jsou předloženy výsledky sledování náletu pylu na samičí generativní orgány modřínu evropského (*Larix decidua* Mill.) jako prvního předpokladu vytvoření životaschopného semene v procesu opylení-oplození-vznik semene. Ze získaných výsledků je možno učinit tyto závěry: u modřínu evropského je značné procento prázdných semen způsobeno nedokonalostí opylení, nedokonalým vývinem vajíčka a vnějšími faktory působícími nepříznivě na průběh oplození a vývoj semen. K zvýšení možnosti opylení lze doporučit: a) umělé opylování, b) uvolnění většího množství pylu do ovzduší v semenných plantážích pohybem korun v době zrání pylu, c) uvolnění většího množství pylu do ovzduší v IIA porostech pomocí vrtulníku nebo letadla nízkými lety nad korunami vytypovaných porostů.

plodnost lesních dřevin; modřín; pyl; produkce semen

V současné době existuje značné množství prací zabývajících se otázkami pohlavního procesu lesních dřevin. I když některé otázky pohlavnosti byly řešeny již dříve ve všeobecné podobě [Baranov 1955, Hrubý 1961], nelze říci, že by byly dosud zcela uspokojivě vyřešeny. Vždyť v tomto případě často záměrně zasahujeme do intimních procesů rostlinného organismu, abychom ovlivnili vývoj potomstva pro nás žádoucím směrem. Je třeba zkoumat průběh mikro a makrosporogeneze, chování samčí gamety na samičím orgánu, jejich vzájemné vztahy v průběhu nebo při přípravě oplodňovacího procesu. Je třeba zjistit vztah dvou jedinců blízce příbuzných, otázky samoopylení, vztahy dvou geneticky vzdálených jedinců (problém kompatibility nebo inkompatibility a překonání bariéry inkompatibility). Současně je třeba brát v úvahu také vliv vnějšího prostředí, které přímo nebo nepřímo ovlivňuje průběh pohlavního procesu speciálně u našich hospodářsky významných dřevin, kde uplyne delší doba od opylení, přes oplození až do dozrání semene. V poslední době vystupují do popředí spolu s běžnými činiteli biotickými a abiotickými průmyslové exhaláty, plynné i prašné. Tyto bezprostředně ovlivňují pohlavní proces a svým působením znemožňují tvorbu kvalitních semen [Pospíšil, Richtár 1970, Pospíšil, Richtár 1970, Richtár 1967, Pelz 1964].

Dnes je známa řada vnitřních a vnějších faktorů, které ovlivňují průběh pohlavního procesu.

Sarvas (1962) uvádí tyto problémy pohlavního procesu zjištěné při hybridizaci rodu *Pinus*:

1. Pylová láčka nepronikne až k zárodečnému vaku nebo k němu i pronikne, ale spermatické jádro není schopno procesu oplodnění.

2. Oplodnění se uskuteční, ale zygota není schopna vývoje a odumírá ve stadiu proembrya. Předpokládá se, že příčinou tohoto jevu je abnormální vývoj samčí nebo samičí gamety, ev. jiné inkompatibilní faktory.

3. Vznik zygoty je normální, ale tato odumírá v pozdějších stádiích vývoje. V případě autogamie je příčina tohoto jevu přičítána letálnímu účinku homozygotních genů. Tento jev je považován za hlavní příčinu vzniku prázdných semen borovice.

4. Neschopnost vajíčka dále se vyvíjet je dána jeho poškozením nebo poškozením okolních pletiv. V těchto případech se předpokládá škodlivý účinek hmyzu, mrazu, sucha.

5. Vznik prázdných semen může být výsledkem opylení samičího gametofylu pylem blízce příbuzného druhu, jehož oplodňovací schopnost — fertilita — je menší než u pylu mateřského druhu.

Z uvedeného je patrné, kolik problémů se může vyskytnout po opylení, v průběhu opylení, popř. ve vývoji embrya. Celý oplodňovací proces, zejména jeho poslední fáze, vystupuje ve světle nejnovějších poznatků jako vzájemně koordinovaný sled cytologických, genetických i biochemických procesů (Linskens 1968). Fyziologie pohlavního procesu již dávno poutala k sobě pozornost biologů — např. Darwin (ex Cinger 1958) k této otázce píše: „Asi sotva v přírodě existuje něco zajímavějšího než citlivost pohlavních elementů k vnějšímu působení a jemnost jejich vzájemné shody“.

Procesu oplodnění předchází opylení, tj. přenos pylového zrna — mikrospory do blízkosti zárodečného vaku — makrospory. Tento přenos u jehličnanů uskutečňuje vítr (anemofilie), i když spolupůsobení hmyzu nelze vyloučit (Koutenský 1958). A právě přenos pylu, jeho přítomnost v blízkosti samičí makrospory je počáteční etapou oplodňovacího procesu. Také v tomto případě rozhoduje mnoho, povětšinou vnějších faktorů, které se spoluúčastní na transportu pylu (Křiž 1963, 1964, 1966; Chalupa 1969; Rohmeder, Schönbach 1959).

Je celkem známou skutečností, že jak u živočichů, tak i u rostlin je rozdílný poměr v produkci gamet samičích a samčích. Samčích gamet je vytvořeno vždy mnohonásobně více než gamet samičích. Hrubý (1961) uvádí, že tato nadprodukce samčích gamet není plýtváním, ale pouze zajištěním zplození potomstva, udržení druhu. Je možno si představit ohromné ztráty pylu, které vznikají zejména u rostlin větrosnubných. Těmto „ztraceným“ pylovým zrnům vděčíme však za obraz složení našich lesů v dobách dávno uplynulých na základě palynologických rozborů. Zdá se, že lépe je využít pyl hmyzosnubných rostlin. Lze také předpokládat, že větší množství samčích gamet má příznivý vliv na úpravu intimního prostředí, ve kterém se uskutečňuje pronikání samčích gamet ke gametám samičím, i na vlastní proces oplození. Tento názor podporuje práce Golubinského (1974), který uvádí práce řady autorů i svá vlastní pozorování o zvýšené aktivitě pylových zrn při jejich větším seskupení než při jednotlivém výskytu.

Při posuzování zvýšeného výskytu samčích gamet přenesených na samičí pohlavní orgány bylo zjištěno, že při oplození působí do určité míry i selektivita, tedy výběrovost. Při opylení a oplození směsí pylu dvou nápadně genotypově odlišných otcovských rostlin můžeme pozorovat v potomstvu převahu jednoho nad druhým. Tento jev je pravděpodobně způsoben různou rychlostí pronikání pylových láček, neboť láčky určitého fenotypu jsou aktivně chemotakticky přitahovány nejen vajíčkem, ale i ostatními buňkami vaječného aparátu. Dnes je již pokusně dokázáno, že na selektivnosti oplození se podílí také plazmatická a dokonce i plastidová složka, zejména v mateřském organismu. Záležit ovšem také na aktivitě samotné pylové láčky. Kombinace gamet se tedy neděje podle zákonů pravděpodobnosti, ale určité oplozování převažuje častěji nad jiným vzhledem k tomu, že určité genotypy mají zřejmě silnější vzájemnou afinitu. Tato výběrovost, která je jistě prospěšná z hlediska biologického, nemusí být rovněž prospěšná z hlediska hospodářského.

Je-li při vlastním procesu oplození možnost určitého výběru, pak přenos pylu na samičí pohlavní orgány je zcela náhodný, ovlivňovaný řadou vnějších činitelů, z nichž má v případě anemofilních dřevin rozhodující úlohu teplota a pohyb vzduchu, tj. vítr.

Z našeho hlediska je především důležitá otázka, zda vůbec se pyl dostane do kontaktu se samičími pohlavními orgány a v jakém množství.

Tomuto zkoumání byla věnována tato práce se speciálním zaměřením na modřín evropský (*Larix decidua* Mill.).

METODIKA A MATERIÁL

Zvláštní pozornost byla zaměřena na modřín, u něhož se vyskytuje nadměrný počet prázdných semen. Všeobecně se tvrdí, že tento nadměrný výskyt prázdných semen modřínu je způsoben nedokonalým opylením, neboť jeho pyl nemá vzdušné vaky a je tedy málo rozptýlen v ovzduší. Proto také dokonalost opylení byla sledována na semenných plantážích na květenství volně opyleném a na květenství uměle opyleném.

Orientační sledování konaná v minulých letech ukazují rovněž pronikavý vliv nečistot ovzduší na dokonalost opylení (prašné imise).

Po vyprášení – uvolnění pylu – v přírodě bylo na sledované lokalitě – modřínové semenné plantáži LZ Šternberk – vždy z určitého jedince odebráno podle možnosti z vrchní třetiny koruny 5–10 šištice (květenství), které po přenesení do laboratoře byly zpracovány rozbořem jednotlivých květenství.

Pod mikroskopem C 36 Bi Meopta při zvětšení 72× byla počítána pylová zrna přítomná na podpůrné šupině, plodolistu, na stigmatické chlopni, ev. v ústí mikropylárního otvoru vajíčka. V případě uzavření pylové komůrky, kdy papily stigmatické chlopně byly již kolabovány, počet pylových zrn v okolí mikropylárního otvoru byl zjišťován roztlakem mezi dvěma podložními sklíčky.

Z každého květenství (šištice) bylo ze střední části odebráno 10 podpůrných šupin, na kterých byl zjištěn počet pylových zrn. V některých případech bylo zjištění konáno na celém květenství.

Tímto způsobem bylo možno zjistit celkový počet pylových zrn, která se nacházela v bezprostřední blízkosti samičích pohlavních orgánů, a učinit si obraz o kvantitativním stavu opylení.

Kvalitu přítomného pylu – jeho oplozovací schopnost – nebylo možno až dosud u modřínu experimentálně posuzovat. Stejně tak nebylo možno až dosud rozlišit přítomnost vlastního pylu.

Kvalita opylení, a tím i oplození, byla po uzrání plodů a semen zjišťována zaklícením semen získaných ze stromů, na kterých byl sledován i nálet pylu a které přinesly dozrálé šišky. K tomu účelu bylo odebráno z každého jedince 3–10 šišek. Ty byly v laboratoři analyzovány tak, že od báze šišky byly odebírány jednotlivé šupiny a semena byla zaklícována v pořadí podle jejich umístění v šišce.

Při těchto analýzách byly též zjišťovány tyto hodnoty: a) délka a šířka šišky čerstvě sklizené; b) délka a šířka křídélka; c) délka semen, délka endospermu, délka embrya.

Současné byly zakreslovány tvary podpůrných šupin, zdřevnatělých šupin (plodolistů) i létacího zařízení. Některé z těchto údajů však v předložené práci nejsou pro rozsáhlost uvedeny.

VÝSLEDKY A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

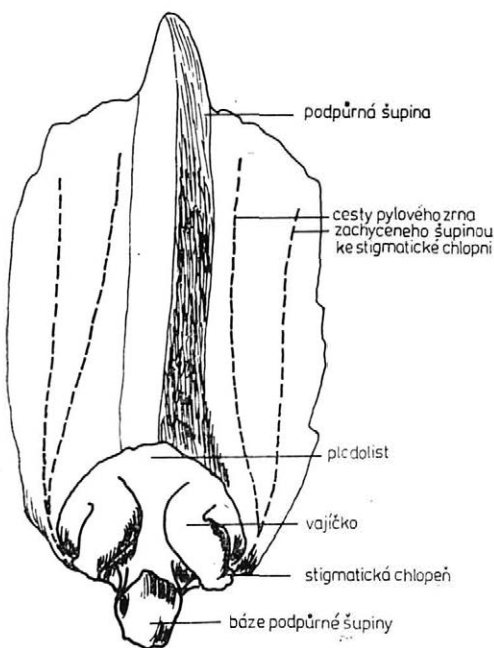
PRVNÍ SLEDOVÁNÍ NÁLETU PYLU V ROCE 1971

Poprvé byl nálet pylu sledován v roce 1971 na semenné plantáži LZ Šternberk. V tomto roce bylo odebráno 20. dubna květenství z 34 jedinců, z nichž na 8 bylo VÚLHM Uh. Hradiště skutečně umělé opylení. Výběr jedinců zahrnoval všechny ekopyty zastoupené na plantáži.

Tabulka I představuje průměrné hodnoty na sledovaný strom určitého ekotypu lokality. Z této tabulky vyplývá, že jen velmi málo pylových zrn bylo přítomno na braktejích. Tyto ostatně slouží u modřínu jako zachycovač pylových zrn, po kterém se pylová zrna sesouvají na plodolist a na stigmatickou chlopeň vajíčka. Proto na plodolistu můžeme pozorovat zvýšený počet pylových zrn. Vyniklá stigmatická chlopeň vajíčka v době připravenosti k přijetí pylu zachycuje pylová zrna přímo nebo na ni pylová zrna sklouzávají z braktejí a plodolistu (obr. 1).

Opylovací poměry v tomto roce, jak vyplývá z tabulky I, jsou v průměru dobré a je tedy předpoklad i oplození vajíček. Minimální průměrný výskyt u vajíčka 1 činí 0,95 ks, maximální 4,27 ks pylových zrn; u vajíčka 2 minimum 0,42 ks, maximum 4,22 ks. Znamená to tedy, že u některých květenství při volném opylení nebyl na vajíčku zjištěn vůbec výskyt pylových zrn. V této tabulce jsou uvedena i květenství uměle opylená v rámci šlechtitelských prací, konaných VÚLHM. Počet pylových zrn umístěných na vajíčkách nepřekračuje v průměru hodnoty zjištěné při volném opylení. U vajíčka 1 je maximum přítomných pylových zrn, tj. 4,42 ks, ze všech sledovaných stromů.

Celkový průměrný počet pylových zrn, připadajících na brakteje, plodolist a vajíčka ze střední části květenství z jednoho stromu, je sice

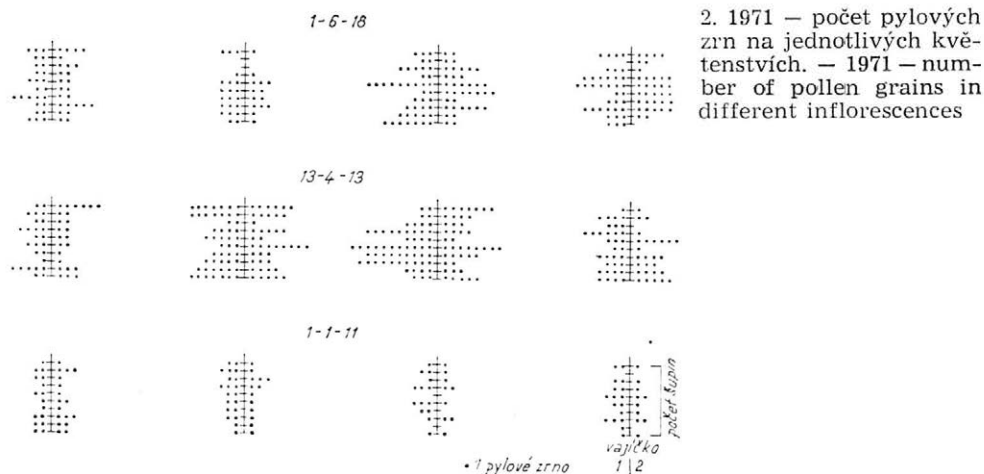


1. 1971 — podpůrná šupina s plodolistem a vajíčky. — 1971 — support scale with carpel and ova

I. Modřín 1971 — průměrné hodnoty náletu pylu v ks a ‰. — Larch 1971 — average values of pollen natural seeding in numbers and ‰

Původ	Označení	Průměrný počet pylových zrn v ks					v ‰			
		brakteje	plodolist	vaj. 1	vaj. 2	celkem	brakteje	plodolist	vaj. 1	vaj. 2
TANAP	1-6-18	0,05	3,95	3,15	2,55	9,70	0,50	40,7	32,5	26,3
TANAP umělé opylení	1-6-18	1,22	11,15	1,45	0,90	14,72	8,40	75,7	9,8	6,1
TANAP	1-6-18	1,50	19,80	2,92	2,15	26,37	5,70	75,1	11,1	8,1
TANAP umělé opylení	1-6-18	7,62	79,10	4,42	4,10	95,25	8,10	83,0	4,6	4,3
LZ Janovice-Bělídlo	1-1-11	0,02	0,82	1,67	1,20	3,51	0,50	17,7	42,6	31,2
LZ Janovice-Bělídlo	2-1-11	1,75	3,62	1,85	1,72	8,95	19,70	40,4	20,7	19,2
LZ Janovice-Bělídlo	3-1-11	0,50	7,80	4,20	3,90	16,40	3,00	47,6	25,6	23,8
LZ Janovice-Dl. Loučky	22-4-11	0,02	2,17	2,55	1,97	6,72	0,50	32,3	37,9	29,3
LZ Strážnice	1-4-12	0,25	2,07	1,50	1,00	4,82	5,30	42,9	31,1	20,7
LZ Krnov	1-4-13	—	3,70	2,70	2,10	8,50	—	43,5	31,8	24,7
LZ Krnov	3-4-13	0,50	4,10	3,40	2,42	10,42	4,90	39,3	32,6	23,2
LZ Zábřeh	5-4-11	—	3,85	3,12	2,32	9,30	0,20	41,4	33,5	24,9
LZ Albrechtice	11-4-13	0,45	4,22	3,97	4,22	12,87	3,60	32,8	30,8	32,8
LZ Albrechtice	12-4-13	0,35	4,15	2,70	2,25	9,45	3,70	43,9	28,6	23,8
LZ Albrechtice	13-4-13	0,05	3,97	3,00	1,70	8,72	0,60	45,5	34,4	19,5
LZ Albrechtice	13-4-13	0,72	5,87	4,27	3,40	14,27	5,10	41,1	30,0	23,8
LZ Albrechtice umělé opylení	13-4-13	1,62	13,32	3,30	2,32	20,56	7,90	64,8	16,0	11,3
LZ Litovel	13-4-11	0,40	2,57	2,17	1,95	7,09	5,70	36,2	30,6	27,5
LZ Litovel	13-4-11	0,45	2,90	2,47	2,15	7,97	5,60	36,3	31,0	27,0
LZ Litovel umělé opylení	13-4-11	4,70	9,55	3,05	2,80	20,10	23,40	47,5	15,2	13,9
LZ Šternberk-Dalov	10-4-11	0,05	1,67	3,20	2,90	7,82	0,70	21,3	40,9	37,1
LZ Šternberk-Mutkov	31-4-11	—	2,35	2,70	1,90	6,95	—	33,8	38,8	27,4
LZ Luhačovice	31-4-12	0,03	3,30	2,10	1,92	7,35	0,40	44,9	28,6	26,1
LZ Luhačovice	35-4-12	0,05	0,67	1,55	0,95	3,22	1,60	20,8	48,1	29,5
LZ Ruda	41-4-11	0,95	3,50	0,95	0,42	5,82	16,40	60,1	16,3	7,2
LZ Ruda umělé opylení	41-4-11	2,75	7,85	2,90	1,70	15,20	18,10	51,6	19,1	11,2
LZ Ruda	43-4-11	—	2,77	2,10	1,65	6,52	—	42,5	32,2	25,3
LZ Ruda	43-4-11	0,37	1,37	3,02	2,05	6,81	5,50	20,1	44,3	30,1
LZ Ruda umělé opylení	43-4-11	3,95	13,32	1,55	1,25	20,07	19,70	66,4	7,7	6,2
LZ Ruda umělé opylení	43-4-11	1,00	1,70	1,80	1,30	5,80	17,00	29,3	31,3	22,4
LZ Ruda	52-4-11	0,57	6,15	3,50	3,05	13,27	4,30	46,3	26,4	23,0
LZ Ruda umělé opylení	52-4-11	2,02	4,52	2,30	0,97	9,81	20,60	46,1	23,4	9,9
LZ Ruda	52-4-11	0,70	3,12	3,47	2,37	9,66	7,30	32,3	35,9	24,5
LZ Ruda	61-4-11	1,65	9,40	3,25	2,80	17,10	9,60	55,0	19,0	16,4

značně kolísavý, ale rovněž dokumentuje dobré zastoupení pylu na generativních samičích orgánech. Zejména umělé opylení představuje často nadbytek pylových zrn. Poměrně malé zastoupení pylu na vajíčkách při umělém opylení možno vysvětlit buď pozdní dobou opylování (stigmatická chlopeň byla již kolabována a tedy i pylová komůrka uzavřena), nebo malým prostorem pylové komůrky. Při volném opylení však bylo zjištěno 10 až 11 pylových zrn na stigmatické chlopni a v prostoru pylové komůrky. Pravděpodobně tedy první názor a pozdní doba opylování je správnější.



Jako příklad konkrétního náletu pylu na jednotlivá květenství uvádíme vždy 4 květenství stromu č. 1—6—18 (TANAP), č. 13—4—13 (LZ Albrechtice) a 1—1—11 (LZ Janovice). Celková přítomnost pylu na 10 braktejích, plodolistech a vajíčkách ze střední části květenství je uvedena na obr. 2. Z obrázku je patrné, že část vajíček v jednotlivých květenstvích zůstává bez opylení, tedy bez možnosti oplození a vývinu embrya a životaschopného semene.

Kvalitativní a kvantitativní hodnoty rozborů jednotlivých šišek a semen po dozrání z těchto jedinců, na kterých byl sledován nálet pylu, jsou uvedeny v tabulkách II—IV a na obr. 3.

Z tabulky II, kde jsou uvedeny průměrné velikosti šišek (délka, šířka), počet šupin, předpokládaný počet semen a skutečný stav je patrné:

a) Největší šišky se vyvinuly na stromě 1—1—11 (LZ Janovice) s počtem šupin 55,8 ks, což značí předpokládaný počet 116 (100 %) semen. Z tohoto počtu bylo při rozboru šišek zjištěno 39 (34,9 %) čistých semen; 47,4 ks (42,5 %) nevyvinutých a 25,2 ks (22,6 %) poškozených hmyzem. Z 39 čistých semen (100 %) po ukončení zkoušky klíčivosti bylo zjištěno 33,8 (86,6 %) prázdných semen. Znamená to tedy, že z předpokládaného počtu 111,6 semen bylo získáno pouze 5,2, tj. 4,6 %, semen životaschopných.

II. Modřín 1971 — průměrné rozměry šišek, počty šupin a semen. — Larch 1971 — average sizes of cones, numbers of scales and seeds

Označení	Šiška		Počet šupin	Počet semen			
	délka mm	šířka mm		předpokládaný	čistých	nevyvinutých	poškoz. hmyzem
1-6-18	19,0	13,0	33,0	66,0	54,0	12,0	—
1-1-11	32,5	19,4	55,8	111,6	39,0	47,4	25,2
2-1-11	24,6	13,8	37,0	74,0	59,2	14,8	—
2-4-11	33,2	19,0	48,0	96,0	64,6	31,4	—
1-4-12	25,2	15,8	42,2	84,4	68,0	14,0	2,4
3-4-12	16,6	14,4	36,4	72,8	47,4	25,4	—
1-4-13	22,6	13,8	39,6	79,2	64,0	15,2	—
3-4-13	29,6	16,4	50,4	100,8	77,4	17,6	5,8
5-4-11	27,8	15,4	42,0	84,0	62,6	21,4	—
11-4-13	23,0	13,8	33,0	66,0	51,6	13,8	0,6
12-4-13	28,2	15,0	46,2	92,4	77,8	14,6	—
13-4-13	28,4	14,2	47,0	94,0	45,8	45,2	3,0
13-4-13	30,2	14,8	46,2	92,4	78,2	12,6	1,6
13-4-11	27,6	16,0	41,4	82,8	67,8	13,2	1,8
13-4-11	28,6	17,0	41,8	83,6	71,8	9,8	—
10-4-11	23,2	16,8	42,6	85,2	71,0	14,2	—
31-4-11	22,4	14,2	36,4	72,8	56,4	16,0	0,4
31-4-12	22,8	14,6	34,4	68,8	46,0	22,8	—
35-4-12	24,2	13,6	37,8	75,6	60,8	14,8	—
41-4-11	22,4	12,8	34,2	68,4	52,8	12,4	3,2
43-4-11	22,6	14,0	34,0	68,0	41,2	24,6	2,2
43-4-11	24,6	14,4	35,4	70,8	47,2	23,6	—
43-4-11	25,4	15,0	37,0	74,0	58,2	15,8	—
52-4-11	26,6	15,6	27,9	95,8	77,8	17,0	—
52-4-11	25,0	14,8	40,8	81,6	65,2	14,8	1,6
61-4-11	29,0	18,8	43,0	86,0	65,4	16,8	3,8

b) Nejmenší šišky se vyvinuly na stromě 1—6—18 (TANAP) s počtem šupin 33 ks, což znamená předpokládaný počet semen 66 (100 %). Z tohoto počtu bylo zjištěno 54 (81,8 %) čistých semen a 12 (18,2 %) nevyvinutých. Z 54 (100 %) čistých semen bylo 34,2 (63,4 %) prázdných. Znamená to tedy, že z předpokládaného počtu 66 semen bylo pouze 19,8, tj. 30 %, semen životaschopných.

Nejmenší a největší šišky jsme uvedli jako zajímavý příklad. Srovnáme-li u těchto jedinců průměrné opylovací poměry zjištěné v jarním období, můžeme vyslovit některé domněnky.

III. Modřín 1971 — průměrné počty semen v ‰, klíčivost a energie klíčení. — Larch 1971 — average numbers of seeds in ‰, germinating capacity and energy of germination

Označení	Předpokládaný počet semen (100 %) z toho				Čistá semena (100 %) z toho						Energie klíčení		Klíčivost semen	
	čistá	nevyví- nutá	zničená hmy- zem	vyklí- čená	vyklí- čená	nevyklíčená					čistých	plných	čistých	plných
						prázdná	pl ⁺	pl ⁻	sh	celkem				
1-6-18	81,8	18,2	—	30,0	36,6	63,4	—	—	—	63,4	34,4	93,9	36,6	100
1-1-11	34,9	42,5	22,6	4,7	13,4	86,6	—	—	—	86,6	9,3	69,2	13,4	100
2-1-11	80,0	20,0	—	41,1	50,3	48,8	0,3	0,3	0,3	49,7	35,8	69,7	50,3	98
22-4-11	67,3	32,7	—	16,5	24,4	75,6	—	—	—	75,6	24,4	100,0	24,4	100
1-4-12	80,6	16,6	2,8	44,3	54,4	45,0	0,3	—	0,3	45,6	40,9	74,0	54,4	99
3-4-12	65,1	34,9	—	25,5	37,1	60,7	—	—	2,2	62,9	21,9	56,0	37,1	95
1-4-13	80,8	19,2	—	46,2	57,1	42,9	—	—	—	42,9	55,9	98,0	57,1	100
3-4-13	76,8	17,5	5,7	24,8	31,9	67,7	0,4	—	—	68,1	30,4	94,0	31,9	99
5-4-11	74,5	25,5	—	28,3	37,3	61,9	—	0,4	0,4	62,7	37,3	98,0	37,3	98
11-4-13	78,2	20,9	0,9	41,8	53,2	46,5	—	—	0,3	46,8	52,0	97,0	53,2	99
12-4-13	84,2	15,8	—	48,3	57,3	42,7	—	—	—	42,7	41,1	72,0	57,3	100
13-4-13	48,7	48,1	3,2	35,7	72,0	26,6	—	1,4	—	28,0	71,6	97,0	72,0	98
13-4-13	84,6	13,6	1,8	37,4	43,6	55,8	—	0,3	0,3	56,4	41,4	94,0	43,6	99
13-4-11	81,9	15,9	2,2	20,5	25,1	74,9	—	—	—	74,9	24,8	99,0	25,1	100
13-4-11	85,9	14,1	—	35,2	40,9	59,1	—	—	—	59,1	40,4	99,0	40,9	100
10-4-11	83,3	16,7	—	42,0	50,1	49,6	—	0,3	—	49,9	49,8	98,0	50,1	99
31-4-11	77,5	22,0	0,5	47,8	59,5	39,7	—	0,8	—	40,5	43,6	72,0	59,5	99
31-4-12	66,9	33,1	—	27,9	41,3	58,6	—	—	0,1	58,7	40,4	97,0	41,3	99
35-4-12	80,4	19,6	—	42,1	51,8	47,7	—	—	0,5	48,2	47,6	91,0	51,8	99
41-4-11	77,2	18,1	4,7	24,6	32,0	68,0	—	—	—	68,0	30,8	96,0	32,0	100
43-4-11	60,6	36,2	3,2	30,3	49,5	50,0	—	0,5	—	50,5	49,5	99,0	49,5	99
43-4-11	66,7	33,3	—	46,0	68,6	30,9	—	0,5	—	31,4	67,4	97,0	68,6	99
43-4-11	78,6	21,4	—	52,9	67,0	32,6	—	0,4	—	33,8	64,3	95,0	67,0	99
52-4-11	81,2	18,8	—	48,1	58,9	40,9	—	0,2	—	41,1	58,6	98,0	58,9	99
52-4-11	79,9	18,1	2,0	64,5	51,5	48,5	—	—	—	48,5	50,6	63,0	51,5	64
61-4-11	76,0	19,5	4,5	45,6	59,2	40,0	0,4	0,4	—	40,8	57,7	96,0	59,2	99

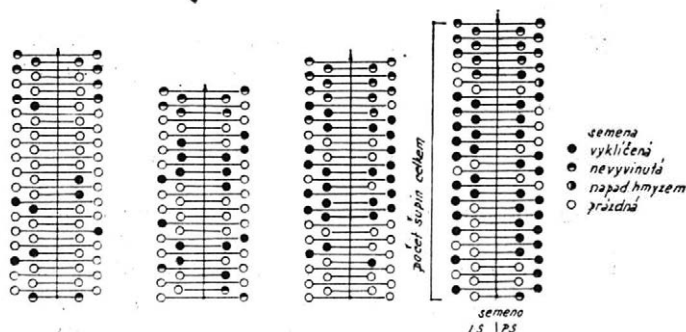
Vysvětlivky: pl⁺ — plná semena s embryem
 pl⁻ — plná semena bez embrya
 sh — semena shnilá

IV. Modřín 1971 — průměrná velikost létacího zařízení, semene a jeho částí. —
Larch 1971 — average size of the wing of the seed and its parts

Označení	$\bar{x}$ v mm				
	křídélko		semeno	endosperm	embryo
	délka	šířka	délka	délka	délka
1-6-18	6,83	2,80	3,61	2,58	1,81
2-1-11	8,07	4,45	4,09	2,56	1,70
1-4-12	9,82	4,36	4,01	2,87	1,95
1-4-13	8,25	3,84	3,71	2,47	1,79
3-4-13	9,67	4,11	3,93	2,79	1,88
5-4-11	9,65	4,21	3,93	2,66	1,87
11-4-13	8,50	4,05	3,91	2,86	1,89
12-4-13	8,78	4,04	3,82	2,58	1,82
13-4-13	8,53	3,52	3,49	2,50	1,80
13-4-13	10,60	4,14	3,91	2,78	1,89
13-4-11	9,41	4,69	4,13	2,59	1,88
13-4-11	9,99	4,64	4,19	2,80	1,97
10-4-11	8,34	3,90	3,92	2,71	1,85
31-4-11	9,32	4,00	4,14	2,66	1,92
35-4-12	9,07	3,89	4,21	2,83	1,98
41-4-11	8,04	3,80	3,65	2,54	1,79
43-4-11	7,96	3,68	3,78	2,67	1,95
43-4-11	8,50	3,97	3,91	2,78	1,97
43-4-11	9,25	3,80	3,78	2,65	1,90
52-4-11	10,09	3,91	4,20	2,95	2,01
52-4-11	8,87	3,63	4,08	2,88	1,95
61-4-11	12,75	5,22	4,38	2,94	2,09
3-4-12	7,97	3,92	3,72	2,73	1,92

1-6-18

3. 1971 — zastoupení semen v jednotlivých šiškách u modřinu č. 1-6-18.
— 1971 — representation of seeds in cones of larch no. 1-6-18.



1-6-18



1-4-13



1-4-12



1-1-11



4. 1971 — tvary braktejí sledovaných jedinců. — 1971 — shapes of bracts investigated

3-1-11



5-4-11



22-4-11



10-4-11



31-4-11



31-4-12



35-4-12



11-4-13



13-4-13



13-4-11



43-4-11



52-4-11



61-4-11



U stromu 1-1-11 (LZ Janovice) nebylo ze sledovaných 80 vajíček (100 %) opyleno 8 (10 %) vůbec a jedním pylovým zrnem bylo opyleno 38 (47,5 %). Ze stromu 1-6-18 (TANAP) nebylo ze sledovaných 80 vajíček (100 %) opyleno 5 (6,2 %), jedním pylovým zrnem 10 (12,5 %). Z neopylených vajíček se přirozeně semeno vyvinout nemůže, rovněž problematické je opylení jedním nebo dvěma pylovými zrny, vzhledem k jejich nezjistitelné fertilitě. Jsme tedy u části příčin, které způsobují nevyvinutost semen. Dále je nutno vzít v úvahu rovněž dosud nezjistitelný nálet (přítomnost) vlastních pylových zrn (samoopylení).

V tabulce III jsou uvedeny hodnoty klíčivosti získaných semen, v tabulce IV velikostní údaje semen, endospermu, embrya a létacího zařízení.

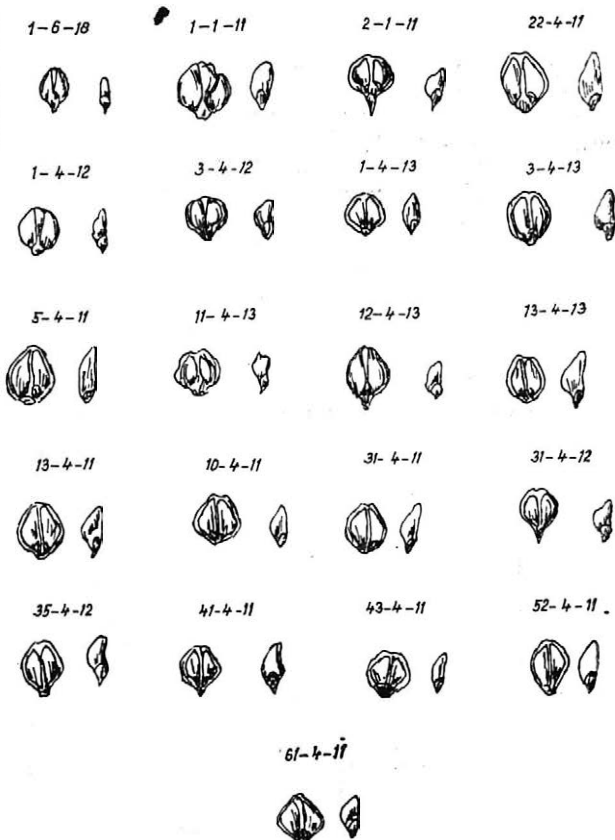
Morfologické tvary braktejí i zdřevnatělých šupin dokumentují (obr. 4, 5) morfologickou proměnlivost jak jednotlivých sledovaných stromů, tak i ekotypu.

DRUHÉ SLEDOVÁNÍ NÁLETU PYLU V ROCE 1973

Podruhé byl nálet pylu sledován na semenné plantáži LZ Šternberk v roce 1973. V tomto roce bylo 24. května odebráno květenství z 23 kvetoucích jedinců, u kterých byl uskutečněn rozbor celého květenství (šišťice), avšak pouze se zjišťováním pylových zrn na vajíčkách.

Tabulka V představuje průměrné hodnoty na sledovaný strom z uve-

5. 1971 — tvary zdřevnatělých šupin a semen s létacím zařízením jednotlivých sledovaných stromů. — 1971 — shapes of woody scales and seeds with the wing in the trees under investigation.



dené lokality. Z této tabulky vyplývá, že opylení v tomto roce bylo v průměru na vajíčko i strom lepší než v roce 1971. Minimální průměrný výskyt u vajíčka 1 činí 1,63 ks, maximální 6,35 ks; u vajíčka 2 minimum 1,37, maximum 6,75 ks. Je třeba si uvědomit, že tento průměr je získán ze všech vyvinutých vajíček v květenství.

Také v tomto případě se však vyskytují v květenství vajíčka neoppylená nebo opylená jedním pylovým zrnem, jak je patrné z obr. 6. Ty nám zcela názorně dokumentují stav nevyvinutých vajíček (zpravidla na bázi a vrcholu květenství) a stav náletu pylu na vajíčka.

Podobně jako v roce 1971 byly i na podzim roku 1973 z jednotlivých sledovaných stromů odebírány šišky k detailním rozborům. Sběr však byl proveden pouze u 15 stromů, na kterých plody zůstaly až do podzimu. Kvantitativní a kvalitativní hodnoty rozborů jednotlivých šišek a semen jsou uvedeny v tabulkách VI a VII a obr. 7.

Délky semene, endospermu a embrya v tomto roce nemohly být měřeny pro nedostatek sklizených šišek.

1-1-11

22-4-11

1-6-18

6. 1973 — počet pylových zrn
podle jednotlivých květenství
sledovaných stromů. — 1973 —
number of pollen grains
according to the inflorescences
of the investigated trees

10-4-11

12-4-13

13-4-13

vajíčka
nevyvinutá

počet lupin celkem

• 1 P.

1-4-13

3-4-13

11-4-13

41-4-11

43-4-11

52-4-11

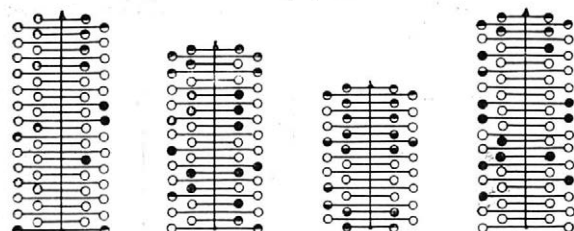
Označení	Průměrný počet pylových zrn ks			‰	
	vajíčko 1	vajíčko 2	celkem	vajíčko 1	vajíčko 2
1-6-18	1,63	2,00	3,63	45	55
1-1-11	5,40	4,80	10,20	53	47
22-4-11	3,77	2,93	6,70	56	44
1-4-12	2,63	2,57	5,20	51	49
2-4-12	2,87	2,73	5,60	51	49
3-4-12	3,07	3,30	6,37	48	52
1-4-13	2,30	1,73	4,03	57	43
1-4-13	2,43	2,47	4,90	49	51
3-4-13	2,00	2,30	4,30	46	54
3-4-13	2,07	2,07	4,14	50	50
10-4-11	4,27	4,13	8,40	51	49
11-4-13	2,27	2,00	4,27	53	47
11-4-13	4,23	4,57	8,80	48	52
11-4-13	3,50	2,87	6,37	55	45
12-4-13	1,70	1,37	3,07	55	45
13-4-13	3,90	3,57	7,47	52	48
13-4-13	2,53	2,17	4,70	54	46
31-4-12	1,80	1,93	3,73	48	52
41-4-11	6,35	6,75	13,10	48	52
43-4-11	3,50	3,03	6,53	54	46
52-4-11	4,30	3,87	8,17	53	47
52-4-11	2,90	2,53	5,43	53	47
52-4-11	3,00	2,50	5,50	54	46

DISKUSE

Na základě sledování náletu pylu a jeho přítomnosti v blízkosti samičí gamety je možno usuzovat na zdárný průběh celého oploďnovacího procesu od opylení až do oplození, vývoj embrya a dozrání semene. Jak již bylo v úvodní stati zdůrazněno, nelze říci, že všechny otázky pohlavního procesu lesních dřevin by byly zcela uspokojivě vyřešeny. Lze však předpokládat, že postupně všechny dílčí otázky budou tak, jak umožní současný stupeň vědy, řešeny a nakonec souhrnně vyřešeny.

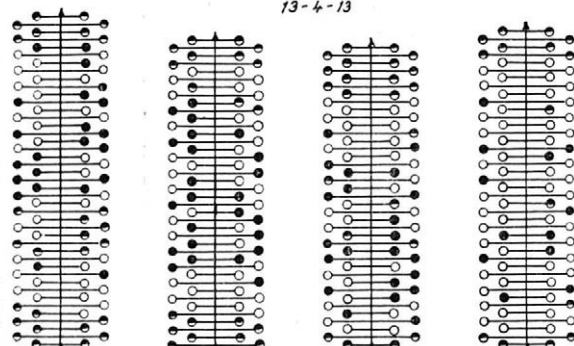
Modřín evropský (*Larix decidua* Mill.) je bezesporu cennou dřevinou, o jehož semeno je neustálý zájem, zejména v zahraničí. Je celkem známou skutečností nízká klíčivost semene, která ve většině případů bývá zdůvodňována nedokonalým opylením (Kantor 1961, Tyszkiewicz 1949, Vincent 1940, Albenskij 1959). Někteří z těchto autorů zjistili, že umělým opylením je možno zvýšit klíčivost získaných semen

1-6-18



7. 1973 — zastoupení semen v jednotlivých šiškách stromů 1-6-18 a 13-4-13. — 1973 — representation of seeds in cones of trees 1-6-18 and 13-4-13

13-4-13



semena
● vyklíčena
● nevyvinutá
○ vylétla
○ prázdná

VI. Modřín 1973 — průměrné počty šupin a počty semen. — Larch 1973 — average numbers of scales and numbers of seeds

Označení	Počet šupin	Předpokládaný počet semen	Semená				čistá
			nevyvinutá	vylétlá	poškozená hmyzem	poškozená jiným způsobem	
1-6-18	25,2	50,4	9,6	2,6	—	—	38,2
1-4-12	41,4	82,8	22,2	0,8	0,2	4,0	55,6
1-4-13	32,7	65,4	14,0	5,7	—	—	45,7
3-4-13	39,0	78,0	13,6	2,8	—	1,2	60,4
11-4-13	29,2	58,4	13,0	0,2	—	1,0	44,2
11-4-13	32,6	65,2	16,0	4,4	—	—	44,8
11-4-13	25,5	51,0	10,0	0,5	—	—	40,5
12-4-13	52,4	104,8	20,2	2,2	—	4,2	78,2
13-4-13	39,6	79,2	17,2	0,8	—	—	61,2
13-4-13	41,4	82,8	13,2	0,2	—	0,8	68,6
41-4-11	31,5	63,0	20,5	2,5	—	—	40,0
43-4-11	32,6	65,2	10,4	1,6	0,6	3,0	49,6
52-4-11	39,0	78,0	9,8	4,4	—	0,4	53,4
52-4-11	41,0	82,0	13,2	10,4	—	0,4	58,0
10-4-11	33,0	66,0	20,0	12,0	—	—	34,0

VII. Modřín 1973 — počty semen v ‰, klíčivost a energie klíčení. — Larch 1973 — average numbers of seeds in ‰, germinating capacity and germination energy

Označení	Předpokládaný počet semen (100 %) z toho						Čistá semena (100 %) z toho						Energie klíčení		Klíčivost	
	čistá	nevyví- nutá	pošk. hmyzem	zničená jin. zp.	vylétlá	vyklíčená	vyklí- čená	prázdná	pl ⁺	hmyz	sh	celkem	čistých	plných	čistých	plných
1-6-18	75,8	19,0	—	—	5,2	11,1	14,6	85,4	—	—	—	85,4	13,6	92,8	14,6	100,0
1-4-12	67,2	26,8	0,2	4,8	1,0	22,2	33,0	65,2	0,4	—	1,4	67,0	31,6	90,7	33,0	94,8
1-4-13	70,0	21,4	—	—	8,6	28,1	40,3	59,1	0,6	—	—	59,7	37,2	90,9	40,3	98,4
3-4-13	77,5	17,4	—	1,5	3,6	10,5	13,5	85,9	0,3	—	0,3	86,5	13,5	95,3	13,5	95,3
11-4-13	75,7	22,3	—	1,7	0,3	16,8	22,2	73,3	—	—	4,5	77,8	21,7	81,4	22,2	83,0
11-4-13	59,8	24,5	—	—	6,7	9,5	13,8	82,6	—	—	3,6	86,2	12,9	74,4	13,8	79,5
11-4-13	79,4	19,6	—	—	1,0	11,8	14,8	85,2	—	—	—	85,2	11,1	75,0	14,8	100,0
12-4-13	73,7	19,3	—	4,0	2,1	24,4	32,8	66,2	—	—	1,0	67,2	31,5	93,2	32,8	97,0
13-4-13	77,3	21,7	—	—	1,0	27,0	34,7	65,3	—	—	—	65,3	32,9	94,4	34,7	100,0
13-4-13	82,0	15,9	—	1,0	0,2	28,7	34,7	64,4	—	0,9	—	65,3	33,8	95,1	34,7	97,5
41-4-11	63,5	32,5	—	—	4,0	15,9	25,0	75,0	—	—	—	75,0	25,0	100,0	25,0	100,0
43-4-11	76,1	15,9	0,9	4,6	2,5	18,4	24,1	73,9	—	2,0	—	75,9	21,7	83,1	24,1	92,3
52-4-11	81,3	12,6	—	0,5	5,6	12,1	14,8	84,3	—	0,9	—	85,2	14,8	94,0	14,8	94,0
52-4-11	70,7	16,1	—	0,5	12,7	15,9	22,4	74,2	—	3,4	—	77,6	22,4	86,7	22,4	86,7
10-4-11	51,8	30,0	—	—	18,2	—	—	100,0	—	—	—	100,0	—	—	—	—

v průměru o dvojnásobek klíčivosti z volného opylení. Je rovněž známou skutečností, že pyl modřínu nemá, podobně jako duglaska vzdušné vaky, které u jiných dřevin (smrku, borovice, jedle) umožňují daleký dolet, a tím i možnost dokonalého opylení. Tím se stává pyl modřínu poměrně těžkým, takže za bezvětří nebo i za mírného vánku klesá rychleji k zemi, čímž se možnost opylení snižuje. Rohmeder a Schönbach (1959) uvádějí rychlost klesání pylových zrn modřínu $12,3 \text{ cm.s}^{-1}$. Rychleji klesá pouze jedle, a to $38,7 \text{ cm.s}^{-1}$. Z ostatních dřevin např. pyl borovice klesá rychlostí $3,7 \text{ cm.s}^{-1}$, smrk $6,8 \text{ cm.s}^{-1}$.

Poměrně velkou rychlost klesání modřínových pylových zrn je možno považovat za jeden z faktorů, který způsobuje značný výskyt prázdných semen. K tomu se druží ještě další faktory, jako je průběh počasí v době kvetení i během vývoje embrya po oplození a při dozrávání semene. Vždyť jen od doby nalétnutí pylu na stigmatickou chlopeň vajíčka do doby oplození vajíčka uplyne 6—8 týdnů (Smólska 1927; Barner, Christiansen 1960; Pospíšil, Richtár 1970). V úvahu je třeba brát také prašné imise, jak zjistili Pospíšil, Richtár (1970), které zcela pronikavě působí na generativní orgány našich dřevin.

Z výsledků zjištěných u modřínu vyplývá, že množství pylových zrn přítomných na stigmatických chlopních vajíček i v pylové komůrce je zhruba úměrné počtu prázdných semen v šiškách se vyskytujících. Již počet zakrnělých vajíček nedává možnost opylení, a tím vzniku životaschopného semena. Jsou ovšem, jak je patrné z výsledků, normálně vyvinutá vajíčka, u kterých nebyla pylová zrna zjištěna vůbec a která vytvářejí pravděpodobně jen testu, a tím prázdné semeno. Prázdná semena mohou ovšem vzniknout i po opylení a oplození vlivem různých činitelů, které způsobují poruchy normálního vývoje, a tím zakrnění nebo odumření embrya i endospermu.

Závažnou okolností je i opylení vlastním pylem, jehož přítomnost nebylo možno až dosud rozlišit, které může negativně působit na vývoj semen (Sarvas 1962; Sorensen 1973). Rovněž opylení jedním pylovým zrnem nemusí vždy být vzhledem k jeho fertilitě zárukou oplození. Golubinskij (1974) uvádí řadu autorů, kteří sice v podmínkách in vitro zjistili, že při výsevu pylu v hloučcích pyl lépe klíčil — vytvářel láčku pylovou — než pyl vysetý roztroušeně, ojediněle, který často nevyklíčil vůbec. Podobných výsledků dosáhl i Golubinskij. Rovněž v našich, dosud nepublikovaných výsledcích jsme se často setkali s popisovaným jevem při zjišťování fertility pylu rodu *Populus* a *Salix*. Lze jistě namítnout, že podmínky in vitro jsou zcela odlišné od podmínek in vivo, důkaz by mohla podat pouze exaktní sledování, která jsou však obtížně proveditelná.

Umělé opylení na semenné plantáži LZ Šternberk v roce 1971 zvýšilo sice přítomnost pylu v okolí vajíček (na braktejích a plodolistech) nebo přímo na stigmatických chlopních, ale v pylových komůrkách se umělé opylení zvýšeným počtem pylových zrn neprojevovalo. Lze předpokládat, že opylení bylo provedeno pozdě, po zkolabování stigmatických chlopní, nebo bylo použito již nefertilního pylu, takže nebyla získána životaschopná semena (podle ústního sdělení Ing. Machaníčka, vedoucího semenářské kontroly VÚLHM).

Zajímavý případ rozboru jednoho květenství na semenné plantáži

LZ Šternberk — které bylo odebráno ze stromu 3—4—13 (LZ Krnov) přímo z osy kmene 0,5 m nad zemí — svědčí rovněž o poměrně dobrém stavu opylení. Předpokládáme však, že opylení v tomto případě je převážně provedeno vlastním pylem, který se z koruny vysypal do květenství rostoucího na ose kmene.

Jak jsme již uvedli, hlavními činiteli působícími při přenosu pylu je teplota a pohyb vzduchu (zejména u modřínu a douglasky). Jejich poměrně těžký pyl, zvláště při bezvětří, rychle padá k zemi. Již Kantor (1961) zjistil u břízy, která se rovněž vyznačuje malou klíčovostí semen, že výstupem do koruny některé břízy ve skupině je v době prášení pylu možno pohybem koruny zvýšit jeho přítomnost v ovzduší a tak se podílet na dokonalém opylení.

Rovněž u modřínu a douglasky by bylo jistě možno podobným způsobem uvolňovat pyl a zvýšit jeho přítomnost v ovzduší. V semenné plantáži setřásáním, v porostech IIA nízkým letem vrtulníku nebo letadla nad korunami stromů. Je to jistě doporučení odvážné, vzhledem k nákladnosti letové hodiny. V tomto případě by byla naprosto nutná koordinace sledování přípravy samičího květenství k přijetí pylu, otevírání prašníků a náletu vrtulníku. Tento návrh by bylo možno experimentálně ověřit v některé semenné plantáži nebo vytýpovaném porostu IIA.

Došlo dne 9. 3. 1977

Literatura

1. ALBENSKIJ, A. V.: Selekcija drevesnych porod i semenovodstvo. Moskva-Leningrad 1959
2. BARANOV, P. A.: Istorija embriologii rastenij. Moskva-Leningrad, 1955
3. BARNER, H. — CHRISTIANSEN, H.: The Formation of Pollen, the Pollination Mechanism and the Most Favourable Time for Controlled Pollination in *Larix*. *Silvae Genetica*, č. 1, 1960
4. CINGER, N. V.: Semja, ego razvitie i fiziologičeskije svojstva. Moskva, 1958
5. GOLUBINSKIJ, I. H.: Biologija prorastanija pylcy. Naukova dumka, Kijev, 1974
6. HRUBÝ, K.: Genetika. ČSAV, Praha 1961
7. CHALUPA, V.: Množství pylu ve vertikálním profilu borového porostu. *Lesnictví*, 15, 1969, č. 10, s. 903-908
8. KANTOR, J.: Klíčivost semene modřínu evropského (*Larix decidua* Mill.) z umělého opylování. Sb. ČSAZV-Lesnictví, 7, 1961, č. 1
9. KANTOR, J.: Příspěvek k hybridizaci břízy. Sb. ČSAZV-Lesnictví, 2, č. 7-8, 1956, s. 21-34
10. KOUTENSKÝ, J.: Využití náletu včel na kvetoucí modříny. *Lesnická práce*, 1958
11. KRIŽO, M.: Opad a transport pylu lesných stromov. I. Opad pylu jedle (*Abies alba* Mill.) Sborník VŠZ, řada C, 1963, s. 3
12. KRIŽO, M.: Opad a transport pylu lesných stromov II. Opad pylu smreka obyčajného (*Picea excelsa* Link), borovice lesnej (*Pinus silvestris* L.) a buka obyčajného (*Fagus silvatica* L.). Sborník VŠZ, řada C, s. 4
13. KRIŽO, M.: Pollenniederschlag und -transport bei den Waldbäumen. III. Pollenniederschlag der Eiche (*Quercus* sp.), Birke (*Betula* sp.) und Hainbuche (*Carpinus betulus* L.). Sborník VŠZ, řada C, 1966, s. 4
14. LINSKENS, H. F.: Egg-sperm interactions in higher plants. *Le Basi Molecolari del Differenziamento*. Accademia Nazionale dei Lincei, 1968, s. 104
15. PELZ, E.: Poškození lesů kouřem a prachem (překlad). Studijní informace ÚVTI, *Lesnictví*, 1964, č. 1-2
16. POSPÍŠIL, J. — RICHTÁR, V.: Effect of dust immissions on development of ovule and seed in european Larch (*Larix decidua* Mill.). Sborník VŠZ, řada C, 1970, s. 3
17. POSPÍŠIL, J. — RICHTÁR, V.: Mikrosporogenez *Larix decidua* Mill. v porostech poškozených průmyslovými exhaláty v Ostravské oblasti. *Lesnictví*, 16, 1970, č. 3, s. 263-272

18. RICHŤAR, V.: Plodnost lesních dřevin v porostech poškozených kouřem v oblasti Ostravy. Lesnická práce, 1967, č. 12, s. 527-529
19. ROHMEDEER, E. — SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg und Berlin 1959
- 20., SARVAS, R.: Investigation of the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Comm. Ins. For. Fen., 53, 1962, s. 1-198
21. SORESENSEN, F. C.: Frequency of seedlings from natural selffertilization in coastal douglas-fir. *Silvae Genetica*, 22, 1973, s. 1-2, s. 20-24
22. SMÓLSKA, A.: Die Entwicklung der Archegonium und der Befruchtungsprozeß bei *Larix europaea* Dc., 1927
23. TYSZKIEWICZ, S.: Nasiennictwo leśne. Warszawa, 1949
24. VINCENT, G.: Lesní semenářství v pěstební technice. Praha, 1940

ПОСПИШИЛ, Ю. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). Научное исследование налета пыльцы на женские органы лиственницы европейской (*Larix decidua* Mill.). *Lesnictví*, 24, 1978 (7) : 581-599.

В статье описаны результаты исследования налета пыльцы на женские генеративные органы лиственницы европейской (*Larix decidua* Mill.), как первое условие для образования жизнеспособных семян в процессе опыления-оплодотворения-образования семян. Из полученных результатов можно составить следующие заключения: у лиственницы европейской значительный процент пустых семян, что вызвано несовершенством опыления, несовершенством развития яйца и внешними факторами, неблагоприятно влияющих на ход оплодотворения и развития семян. Для повышения возможности опыления можно рекомендовать: а) искусственное опыление, б) в семенных плантациях предоставить возможность большему количеству пыльцы попасть в окружающий воздух движением крон в период созревания пыльцы, в) во ИА насаждениях предоставить возможность большему количеству пыльцы попасть в воздух при помощи бреющего полета вертолета или самолета над кронами отобранных насаждений.

оплодотворение лесных древесных пород; лиственница; пыльца; продукция семян

POSPÍŠIL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *The Investigation of Pollen Natural Seeding onto Female Organs of the European Larch (Larix decidua Mill.)*. *Lesnictví*, 24, 1978 (7) : 581-599.

In the paper results of observation of pollen natural seeding onto female organs of the European larch (*Larix decidua* Mill.) are presented; natural seeding is the first prerequisite for the formation of viable seed in the process of pollination — fertilization — seed formation. From the results obtained it may be concluded: a considerable proportion of empty seeds in the European larch is caused by insufficient pollination, insufficient ovum development and by external factors negatively affecting the course of fertilization and seed development. In order to increase the quality of pollination it is possible to recommend: a) artificial pollination, b) to release more pollen into the air in seed orchards, by shaking the tree crowns at the time of pollen ripening, c) to release more pollen into the air in IIA forest stands by use of helicopters or planes flying low above the chosen tree crowns.

fertility of forest tree species; larch; pollen; seed production

POSPÍŠIL, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno). *Untersuchung des Blütenstaubanfluges auf weibliche Organe bei Europäischer Lärche (Larix decidua Mill.)*. *Lesnictví*, 24, 1978 (7) : 581-599.

In der Verfassung werden Untersuchungsergebnisse über Blütenstaubanflug auf weibliche generative Organe der europäischen Lärche (*Larix decidua* Mill.) als der ersten Voraussetzung für Bildung lebensfähiger Samen im Prozeß Bestäubung-Befruchtung-Samenbildung vorgelegt. Von den gewonnenen Ergebnissen können folgende Schlüsse gezogen werden: bei europäischer Lärche wird der hohe Prozentsatz leerer Samen durch unvollkommene Bestäubung, unvollkommene Entwicklung und durch sich auf den Verlauf der Befruchtung und Samenentwicklung ungünstig auswirkende Faktoren verursacht. Zur Steigerung der Bestäubungsmöglichkeit kann folgendes empfohlen werden: a) künstliche Bestäubung, b) Auflösung höherer Blütenstaubmengen in die Atmosphäre in Samenbuanlagen durch Bewe-

gung der Baumkronen während des Anreifens des Blütenstaubes, c) Auflösung höherer Blütenstaubmengen in die Atmosphäre in II. A Beständen mittels Hub-schrauber oder Flugzeuge durch niedrige Flüge über den Kronen ausgewählter Bestände.

Fruchtbarkeit der Waldholzarten; Lärche; Blütenstaub; Samenproduktion

POSPÍŠIL, J. Lesnická fakulta VŠŽ, Brno). *L'étude portant sur le semis naturel du pollen sur les organes femelles du mélèze d'Europe (Larix decidua Mill.)*. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 581-599.

Le travail présente les résultats relatifs au semis naturel du pollen sur les organes femelles du mélèze d'Europe (*Larix decidua* Mill.) en tant que première condition préalable pour la formation d'une semence viable dans le processus de pollinisation-fécondation-naissance de la semence. Sur la base des résultats obtenus on peut tirer les conclusions suivantes: un pourcentage élevé de semences vides du mélèze d'Europe est dû à l'imperfection de la pollinisation au développement insuffisant de l'ovule ainsi qu'aux facteurs externes agissant négativement sur le déroulement de la fécondation et sur le développement des semences. Pour accroître le taux de polinisation on recommande: a) de pratiquer une pollinisation artificielle, b) de libérer une quantité élevée de pollen dans l'atmosphère ambiante dans les plantages de semence par le mouvement des cimes au moment de murissement du pollen, c) de libérer une quantité élevée de pollen dans l'atmosphère ambiante dans les peuplements IIA à l'aide des hélicoptères ou des avions survolant les peuplements à fleur de cimes.

fertilité des essences forestières; mélèze; pollen; production de semences

Adresa autora:

Doc. Ing. Jiří Pospíšil, CSc., Lesnická fakulta VŠŽ, Brno

VLIV POROSTNÍ SKLADBY NA PRODUKCI SMRKO-BUKOVÉHO VEGETAČNÍHO STUPNĚ

Z. Prudič

PRUDIČ, Z. (Výzkumná stanice VÚLHM, Uherské Hradiště). *Vliv porostní skladby na produkci smrko-bukového vegetačního stupně*. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 601-618.

Kruhovými zkusnými plochami byly v kyselé a živné řadě měřeny porostní směsi sm 10, sm 8 bk 2, sm 6 bk 4 a bk 10. Jedle v těchto řadách nemohla být proměřena pro nedostatek vhodných porostů. Byla zachycena jen částečně v řadě oglejené, kde se měřily směsi sm 10, sm 8 jd 2 a sm 8 jd 2 bk +. Rozbor výsledků ukázal, že vlivem přimíšeného buku nebo jedle se zvyšuje většinou výška smrku a též jeho tloušťka. Porosty jsou odolnější proti škodám abiotickými činiteli a tak zásoba smrku v porostních směsích sm 10 a sm 8 bk 2 je prakticky stejná ve všech zkoumaných řadách smrko-bukového stupně. Zastoupením buku se zvýšila též kvalita smrku. Na základě získaných poznatků byly odvozeny dosažitelné cíle provozních souborů smrko-bukového vegetačního stupně pro kyselou a živnou řadu sm 7-8 bk 2-3 jd +, pro řadu oglejenou sm 7-8 jd 2-3 bk + s možnými úpravami v rámci souborů lesních typů. Modelem navržené porostní skladby je porost se skupinovým až hloučkovitým smíšením, většinou slabě diferencované struktury, s produkčním cílem výběrových výřezů.

skladba porostů; produkce; smrko-bukový vegetační stupeň

Při projednávání výzkumných úkolů Řešení hospodářských způsobů a zásad hospodaření a Výzkum obnovních sečí se zřetelem na produkční a mimoprodukční hlediska se ukázala nezbytnou hlubší znalost výhledových cílů. Proto bylo na základě průběžných opoňských řízení v roce 1973 rozhodnuto o zadání nového úkolu Stanovení provozních cílů s ohledem na bezpečnost a trvalost dřevní produkce pro vybrané soubory lesních typů.

V rámci tohoto úkolu byla v letech 1974 a 1975 studována daná problematika ve smrko-bukovém vegetačním stupni hercynské části ČSR a výsledky shrnuty do závěrečné zprávy (Prudič 1975). V předkládané studii jsou uvedeny poznatky produkčního šetření o vlivu porostní skladby na produkci porostů smrko-bukového vegetačního stupně. Výsledky statisticko-pedologického a ochrannářského šetření jsou publikovány samostatně (Prudič 1976, 1977).

PROBLEMATIKA

Znalost vlivu dřevinné skladby na produkci porostů určitého lesního typu je jedním ze základních kritérií (vedle hlediska trvalosti

a bezpečnosti produkce) stanovení výhledových cílů ve výnosovém lese. Poněvadž řádné lesní hospodářství potřebuje znát optimální dřevinnou skladbu ke svému každoročnímu plánování, nelze při řešení problematiky produkce v závislosti na zastoupení dřevin vystačit se založením (výsadbou) různých porostních směsí v hlavních typologických jednotkách a jejich sledováním během celého obmytí, ale je nutno odvodit základní poznatky ze současných porostů i za cenu menší přesnosti.

Nutným předpokladem pro studium vlivu porostní skladby na produkci smíšených porostů je existence těchto porostů. Přidáme-li k tomu ještě požadavek, aby smíšené porosty byly zastoupeny pokud možno ve všech věkových třídách, shledáváme, že hospodářských celků vhodných pro produkční šetření je poměrně málo. Častěji se najdou celky, kde vhodně smíšené porosty zaujímají určité věkové období jako památka na vynikajícího lesníka — pěstitele.

Ani ve smíšených porostech není možno zpravidla vytyčovat zkusné plochy o velikostech, jaké jsou obvyklé u ploch pro sestavení růstových tabulek. Na větších plochách se uplatňuje způsob smíšení dřevin a velmi nesnadno se vyhledávají. Celkem reálné je proměřování ploch o velikosti 0,02 až 0,10 ha s tím, že se proměří ve více opakováních.

Otázkou zůstává, které směsi proměřovat. Zda všechny kombinace, např. dvou nebo tří dřevin, anebo jen ty směsi, o kterých je reálné uvažovat jako o výhledovém cíli. Rozhodnutí o tom záleží na pracovní kapacitě. V případě základního výzkumu je na místě proměřit co nejvíce kombinací dřevin; má-li být úkol vyřešen v krátkém období, je nutno studovat ty směsi, které reálně přicházejí v úvahu jako výhledový cíl. S tímto též souvisí způsob vyhodnocení získaného materiálu.

Závazné je rozhodnutí, zda proměřovat porosty jen plně zakmeněné nebo porosty i s menším zakmeněním. Pro sestavení růstových tabulek se vyhledávají porosty a části porostů s plným zakmeněním. Produkční šetření má však poskytnout přehled o produkci určitých porostních směsí. Je celkem dobře známo, že např. plně zakmeněné smrkové porosty středního a vyššího věku tvoří jen menší část porostů a jsou spíše výjimkou. Pro objektivní porovnání různých směsí je nutno je zachytit tak, jak se skutečně v lese vyskytují. Tímto způsobem se projeví škody vzniklé v porostech určité dřeviny před 20 i více lety.

S možností většího nebo užšího výběru smíšených porostů je spojena otázka, které typologické jednotky studovat, zda se držet rámce lesního typu nebo souboru lesních typů, popř. stanovištní řady. Prvý způsob možno použít, je-li šetření omezeno na jeden hospodářský celek. Má-li šetření obsáhnout širší oblast, rámcem produkčního měření se stává soubor lesních typů nebo stanovištní řada.

SMRKO-BUKOVÝ VEGETAČNÍ STUPEŇ

Vymezení smrko-bukového vegetačního stupně i označení typologických jednotek (souborů lesních typů a stanovištních řad) je v předkládané práci používáno ve smyslu typologického systému ÚHÚL. Podle Inventarizace lesů 1970 zaujímá tento stupeň téměř 12 % porostní plochy lesů v ČSR (286 702 ha). Velmi vyhraněný je v hercynské oblasti v pohraničních horách v nadmořské výšce 700—900 m. Na rozloze tohoto

stupně se podílí kyselá řada 56,2 %, živá 18,4 % a oglejená 14,3 %. Ostatní řady (extrémní, obohacená vodou nebo humusem, podmáčená a rašelinná) jsou zastoupeny v rozmezí 0,7 až 4,4 %.

V současné době uvažuje hospodářská úprava lesů v nejdůležitějších řadách studovaného stupně s těmito výhledovými cíli:

řada kyselá: sm 4—7, bo 0—3, bk 1—3, jd +—2, md +, kl 0—1, bř 0—1,

řada živá: sm 7, jd 2, bk 1, kl +, md 0—+,

řada oglejená: sm 6—7, jd 3, bk +—1, bo 0—+.

Navržené výhledové cíle byly odvozeny na základě zkušeností typologů, avšak podloženy objektivními údaji z měřených zkusných ploch většinou chybí.

Přirozená skladba porostů ve smrko-bukovém vegetačním stupni byla podle rekonstrukce Ing. Plívy (1971) asi tato:

kyselá řada: sm 4, bk 4, jd 1—2, kl 0—1, bř 0—1, jř 0—+,

živná řada: sm 2—3, bk 4—6, jd 2—3,

oglejená řada: jd 5, sm 3—4, bk 1—2, bř 0—1.

V dnešních porostech převládá smrk, buk i jedle značně ustoupily. Hospodaření ve smrko-bukovém vegetačním stupni je značně ovlivňováno abiotickými činiteli, jako jsou námraza, mokrý sníh a vítr.

Statisticko-pedologické šetření ukázalo, že ve smrko-bukovém vegetačním stupni není vliv buku jako biologické dřeviny zcela jednoznačný (Prudič 1975).

POUŽITÁ METODIKA

Ve spolupráci s ÚHÚL byly stanoveny lesní hospodářské celky s významnějším zastoupením smíšených porostů ve smrko-bukovém vegetačním stupni. Byly to tyto celky: v Českém lese LHC Čerchov Lesního závodu Kdyně, na Šumavě LHC Boubín LZ Prachatice, v Krkonoších LHC Harrachov téhož závodu, v Orlických horách LHC Orlice LZ Žamberk a v oblasti Hrubého Jeseníku LHC St. Město LZ Hanušovice.

Z lesních hospodářských plánů uvedených celků byly na základě provozních souborů vypsány porosty smrko-bukového stupně a sestaveny přehledy o jejich hektarové zásobě vzhledem k různému zastoupení dřevin, věku a stanovištním řadám. Souvislé časové řady byly získány pouze pro dvě, resp. tři kombinace dřevin: sm 10, sm 9 bk 1 v řadě kyselé a živné; sm 10 a sm 8 jd 2 v řadě oglejené. Pro tytéž porosty byla zjištěna nahodilá těžba za poslední decennium podle hospodářské evidence lesních závodů.

Na poznatky získané vyhodnocením provozních souborů navázalo venkovní šetření. Ve vybraných porostech byly změřeny kruhové zkusné plochy o velikosti 0,02—0,05 ha v závislosti na věku porostů. Zachycovaly se čtyři porostní směsi: sm 10, sm 8 bk 2, sm 6 bk 4 a bk 10 v řadě kyselé a živné. V oglejené řadě sm 10, sm 8 jd 2, sm jd 2 bk 1. Předpokládaná nesmíšená jedle nemohla být pro nedostatek porostů zachycena. Celkem bylo proměřeno a zpracováno 324 zkusných ploch (v kyselé řadě 149, v živné 108 a v oglejené 67; Český les 64, Šumava 61, Krkonoše 57, Orlické hory 70, Hrubý Jeseník 72 ploch).

Stromy na ploše byly průměrkovány s přesností na 1 cm, výšky měřeny s přesností na 0,5 m výškoměrem Blume-Leiss. Každý strom byl hodnocen po jakostní stránce podle Priesolovy metody a klasifikován podle Schädela. Z některých úrovnových stromů byly odebrány vývrty ke zjištění věku a přírůstových poměrů.

Plochy byly měřeny vždy v určitém porostu tak, aby byly zachyceny hledané kombinace dřevin alespoň ve 4 opakováních. Někdy bylo však nutno spokojit se se 3 opakováními nebo některá směs (nejčastěji bk 10 nebo jd 10) nebyla vůbec k dispozici.

Získané údaje byly zpracovány obvyklým způsobem. Odvozeny výčetní základny, výšky vyrovnány metodou nejmenších čtverců podle rovnice

$$y = \frac{x}{a + bx}.$$

Podle předepsaných tabulek ÚHÚL byly stanoveny

porostní zásoby. Pro jednotlivé směsi byly vypočteny statistické charakteristiky a rozdíly v zásobách testovány pomocí Studentova t-testu.

I. Porostní zásoba ve smrko-bukovém vegetačním stupni podle provozních souborů (v m³ na ha). — The growing stock of the spruce-beech vegetation zone (in m³ per ha)

Věkový stupeň	sm 10		sm 9 bk 1			sm 8 jd 2		
	zásoba sm	probírka	zásoba celkem	z toho buk	probírka	zásoba celkem	z toho jedle	probírka
Kyselá řada								
31—40	150	22	149	8	20			
41—50	189	24	202	10	25			
51—60	265	28	261	12	24			
61—70	333	29	329	15	24			
71—80	390	29	380	16	27			
81—90	423	30	417	18	27			
91—100	439	36	451	22	29			
101—110	445	.	481	22	.			
111—120	446	.	498	23	.			
Živná řada								
31—40	209	29	181	12	31			
41—50	256	37	223	12	32			
51—60	350	43	312	18	39			
61—70	403	44	390	18	38			
71—80	456	35	474	26	43			
81—90	492	35	534	30	44			
91—100	520	.	563	30	.			
101—110	535	.	569	30	.			
Oglejená řada								
31—40	181	23	183	17	12			
41—50	212	25	220	19	13			
51—60	266	27	282	17	15			
61—70	326	29	340	15	20			
71—80	391	31	384	10	21			
81—90	419	33	399	6	.	440	125	.
91—100	437	.	426	10	.	459	122	.
101—110	469	.	465	21	.	507	124	.

II. Produkce na ha v kyselé řadě smrko-bukového vegetačního stupně. — Production per ha in the acid series of the spruce-beech vegetation zone

Věkový stupeň	sm 10			sm 8 bk 2			sm 6 bk 4			bk 10		
	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³
41 — 50	710	25,0	246	846	30,9	291	812	34,1	340	1025	27,7	270
51 — 60	604	25,2	261	722	32,4	324	706	32,7	343	868	26,7	274
61 — 70	470	27,6	298	508	32,5	357	547	31,7	360	734	24,0	261
71 — 80	460	27,7	302	488	33,4	373	531	32,2	370	608	22,4	254
81 — 90	426	31,2	395	427	35,9	464	483	36,8	472	570	24,7	324
91 — 100	271	32,0	425	386	36,7	496	413	39,4	517	522	27,9	390
101 — 110	275	33,4	483	338	37,2	532	353	39,6	542	—	—	—
111 — 120	268	32,1	440	362	34,5	467	355	37,6	487	—	—	—

III. Produkce na ha v živné řadě smrko-bukového vegetačního stupně. — Production per ha in the nutrient series of the spruce-beech vegetation zone

Věkový stupeň	sm 10			sm 8 bk 2			sm 6 bk 4			bk 10		
	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³
41 — 50	838	37,5	347	1244	41,5	386	1175	38,7	354	1082	24,0	190
51 — 60	733	36,5	357	1067	41,7	414	1058	39,0	379	1003	24,7	212
61 — 70	615	34,1	369	945	41,0	447	960	37,9	411	908	26,3	261
71 — 80	408	33,9	429	563	39,6	482	613	38,7	495	777	28,2	318
81 — 90	360	33,1	430	468	39,0	513	475	37,8	523	611	30,4	381
91 — 100	333	35,1	467	405	39,2	516	440	39,7	546	528	31,5	413
101 — 110	333	32,8	393	388	36,0	462	430	36,6	466	—	—	—

IV. Produkce na ha v oglejené řadě smrko-bukového vegetačního stupně. — Production per ha in the pseudogley series of the spruce-beech vegetation zone

Věkový stupeň	sm 10			sm 8 jd 2			sm 8 jd 2 bk		
	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³	počet stromů	výčet. zákl. v m ²	zásoba v m ³
71 — 80	281	33,7	375	346	37,5	420	326	36,5	418
81 — 90	251	31,9	380	299	35,3	423	302	35,6	443
91 — 100	226	30,5	382	304	35,7	461	317	37,2	486
101 — 110	240	29,4	389	263	33,3	468	285	36,2	508
111 — 120	265	29,8	388	292	34,5	487	295	37,2	515

V. Porovnání zásoby smrku v různých porostních skladbách ve smrko-bukovém vegetačním stupni v ‰. — Comparison of the growing stock of spruce in different stand compositions in the spruce-beech vegetation zone in ‰

Věkový stupeň	Kyselá řada			Živná řada			Oglejená řada		
	sm 10	sm 8 bk 2	sm 6 bk 4	sm 10	sm 8 bk 2	sm 6 bk 4	sm 10	sm 8 jd 2	sm 8 jd 2 bk
41— 50	100	100	98	100	100	82			
51— 60	100	107	93	100	103	84	—	—	—
61— 70	100	107	91	100	109	85	—	—	—
71— 80	100	112	93	100	99	88	100	92	74
81— 90	100	104	92	100	103	89	100	93	82
91—100	100	104	92	100	95	87	100	102	95
101—110	100	100	90	100	100	85	100	100	101
111—120	100	99	91	—	—	—	100	102	103

VI. Testování rozdílů v ‰ v porostních zásobách smrko-bukového vegetačního stupně (vzhledem k sm 10). — Testing of the differences (‰) in the growing stocks of the spruce-beech vegetation zone (in relation to spr 10)

Věkový stupeň	Kyselá řada				Živná řada				Oglejená řada			
	sm 8 bk 2 rozdíl	sm 8 bk 2 spol.	sm 6 bk 4 rozdíl	sm 6 bk 4 spol.	sm 8 bk 2 rozdíl	sm 8 bk 2 spol.	sm 6 bk 4 rozdíl	sm 6 bk 4 spol.	sm 8 jd 2 rozdíl	sm 8 jd 2 spol.	sm 8 jd 2 bk rozdíl	sm 8 jd 2 bk spol.
41 — 50	+ 33,8	80	+ 56,6	80	— 0,8	1	+ 3,9	30	—	—	—	—
51 — 60	+ 8,5	35	+ 28,7	62	+ 18,7	7	+ 1,2	50	—	—	—	—
61 — 70	+ 34,3	60	+ 20,3	70	+ 24,2	95	+ 12,9	60	—	—	—	—
71 — 80	+ 17,4	40	+ 16,6	40	+ 25,1	60	+ 26,7	85	+ 6,3	25	+ 3,1	40
81 — 90	+ 15,1	63	+ 28,8	73	+ 1,3	60	+ 13,1	70	+ 18,5	70	+ 21,0	80
91 — 100	+ 15,1	79	+ 26,5	82	+ 47,0	99	+ 33,6	95	+ 9,7	50	+ 25,9	90
101 — 110	+ 15,2	95	+ 24,3	90	— 10,4	50	+ 6,7	30	+ 33,8	98	+ 34,1	95
111 — 120	— 1,5	10	— 0,8	1	—	—	—	—	+ 17,0	70	+ 31,2	90

Údaje u počtu stromů, kruhových základních a porostních zásobách byly přepočteny pro 1 ha, sestaveny do tabulek podle stanovištních řad a vyrovnány klouzavými průměry. Z velikosti kruhové základny a počtu stromů byla odvozena střední výčetní tloušťka podle zastoupení dřevin. Vyrovnané výškové křivky smrku a buku ve směsích byly hodnoceny vzhledem k nesmíšenému smrku nebo buku. Klasifikace stromů na každé ploše umožnila představu o prostorové výstavbě porostů. Vyhodnocením záznamů o jakosti stromů jsme získali přehled o kvalitě produkce.

VÝSLEDKY

Nejdůležitější výsledky uskutečněného produkčního šetření obsahují tabulky I—XIV. V tabulce I jsou údaje získané z provozních souborů na základě hospodářské úpravy lesů. V tabulkách II—IV uvádím zásoby porostních směsí vypočtené z měření kruhových zkusných ploch a vyrovnané klouzavými průměry. Tabulka V porovnává zásobu smrku v různých směsích s bukem nebo jedlí s nesmíšeným smrkem. Výsledky testování

VII. Střední výčetní tloušťky dřevin v cm ve smrko-bukovém vegetačním stupni. — Mean diameter breast-heights (in cm) of trees in the spruce-beech vegetation zone

Věkový stupeň	Zastoupení dřevin					
	sm 10	sm 8	sm 6	bk 2	bk 4	bk 10
Kyselá řada						
41 — 50	21,2	22,9	25,1	17,4	20,0	18,6
51 — 60	23,0	25,5	26,9	18,5	20,6	19,8
61 — 70	27,4	31,7	32,2	18,7	20,4	20,4
71 — 80	27,7	31,9	32,4	19,9	21,1	21,1
81 — 90	30,6	36,0	36,6	21,3	22,6	23,5
91 — 100	38,8	37,2	40,2	24,9	26,4	26,1
101 — 110	39,3	40,4	45,2	24,9	25,9	—
111 — 120	39,1	36,6	42,9	20,6	25,2	—
Živná řada						
41 — 50	23,9	23,0	25,4	13,3	14,3	16,8
51 — 60	25,2	25,0	26,3	14,6	15,3	17,7
61 — 70	26,6	26,1	26,8	14,7	16,4	19,2
71 — 80	32,5	33,0	31,6	20,1	22,5	21,5
81 — 90	34,2	35,0	35,5	23,8	25,9	25,2
91 — 100	36,7	38,4	39,1	24,8	26,1	27,6
101 — 110	35,4	37,1	39,6	25,5	25,0	—
Oglejená řada						
	sm 10	sm 8	sm 8 (bk)	jd 2	jd 2 (bk)	bk +
71 — 80	39,1	37,8	34,5	41,2	36,6	25,3
81 — 90	40,3	39,3	36,1	41,1	38,5	27,8
91 — 100	41,5	39,5	35,0	41,6	36,2	23,7
101 — 110	39,5	39,6	43,9	41,4	41,4	28,1
111 — 120	37,9	38,0	43,4	41,5	39,3	26,1

rozdílů zásob různých dřevinných kombinací se smrkem obsahuje tabulka VI. V této tabulce je rozdíl uveden v % zásoby sm 10. Znaménko + značí, že zásoba uvedené směsi je vyšší než zásoba smrku, znaménko — opak. Ke každému rozdílu je připojena jeho spolehlivost (ve

VIII. Průběh výškových křivek smrku a buku s nižším zastoupením vzhledem k ne-smíšenému smrku nebo buku ve smrko-bukovém vegetačním stupni (v %). — The course of height curves of spruce and beech representing smaller proportions in relation to unmixed spruce or beech in the spruce-beech vegetation zone (in %)

Průběh výšky	Smrk				Buk			
	spodní	střední třetina	horní	Ø	spodní	střední třetina	horní	Ø
Kyselá řada								
vyšší	46	50	46	47	43	—	29	24
stejná	32	41	32	35	14	71	29	38
nižší	22	9	22	18	43	29	42	38
Živná řada								
vyšší	50	44	50	48	50	75	75	67
stejná	50	50	19	40	25	25	25	25
nižší	—	6	31	12	25	—	—	8
Oglejená řada								
vyšší	58	67	50	58	—	—	—	—
stejná	42	33	42	39	—	—	—	—
nižší	—	—	8	3	—	—	—	—

IX. Probírky ve smrko-bukovém vegetačním stupni podle provozních souborů (v % zásoby). — Thinnings in the spruce-beech vegetation zone according to populations (percentage of stock)

Věkový stupeň	Kyselá řada		Živná řada		Oglejená řada	
	sm 10	sm 9 bk 1	sm 10	sm 9 bk 1	sm 10	sm 9 bk 1
31— 40	15	13	14	17	13	7
41— 50	13	12	14	14	12	6
51— 60	11	9	12	13	10	5
61— 70	9	7	11	10	9	6
71— 80	7	7	8	9	8	5
81— 90	7	6	7	8	8	—
91— 100	8	6	—	—	—	—

X. Průměrný celkový přírůst v m³ ve smrko-bukovém vegetačním stupni. — The average total increment in the spruce-beech vegetation zone (in m³)

Věkový stupeň	Kyselá řada			Živná řada		
	sm 10	sm 8 bk 2	sm 6 bk 4	sm 10	sm 8 bk 2	sm 6 bk 4
71 — 80	6,01	7,04	7,24	8,61	9,84	9,80
81 — 90	6,73	7,61	7,80	7,96	9,53	9,47
91 — 100	6,69	7,46	7,86	7,52	9,08	8,72
101 — 110	6,61	7,10	7,37	—	—	—

XI. Koeficienty tloušťkového přírůstu smrku ve smrko-bukovém vegetačním stupni. — Coefficients of spruce diameter increments in the spruce-beech vegetation zone

Věkový stupeň	Řada		
	kyselá	živná	oglejená
81 — 100	0,69	0,83	0,94
91 — 100	0,77	0,77	0,93
101 — 110	0,79	0,72	0,91
111 — 120	0,84	—	0,88

statistickému smyslu). Tabulky VII a VIII shrnují údaje o výčetních tloušťkách a průměru výškových křivek.

Na údaje hospodářské úpravy lesů o provozních souborech navazuje tabulka IX, kde jsou uvedena procenta probírek vzhledem k porostní zásobě. Z jejich hodnot a údajů o porostní zásobě byla vypočtena celková produkce a průměrný celkový přírůst, jak je uveden pro jednotlivé směsi a řady v tabulce X.

V tabulce XI jsou udány poměry tloušťkového přírůstu úrov-

ňových smrků za posledních 5 let k předcházejícím 5 letům. Tento poměr jsem označil jako koeficient tloušťkového přírůstu.

XII. Zastoupení v % stromových tříd výškových v porostech starších 80 let smrko-bukového vegetačního stupně. — Proportions in % of tree classes of height in stands older than 80 years in the spruce-beech vegetation zone

Stromová klasifikace	Řada									
	kyselá				živná				oglejená	
	sm 8	bk 2	sm 6	bk 4	sm 8	bk 2	sm 6	bk 4	sm 8	jd 2
Stromy předrůstavé	44	3	54	7	42	2	39	7	42	62
Stromy úrovňové	49	46	50	47	49	58	52	54	51	33
Stromy vrůstavé	7	43	4	39	8	32	8	31	7	5
Stromy podúrovňové	—	8	2	7	1	8	1	8	—	—
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

XIII. Podíl jakostní třídy A a R v ‰ na zásobě smrku porostů starších 80 let ve smrko-bukovém vegetačním stupni. — The proportions of quality classes A and R in ‰ in spruce stock in stands older than 80 years in the spruce-beech vegetation zone

Řada	Jakostní třída A			Jakostní třída R		
	sm 10	sm 8	sm 6	sm 10	sm 8	sm 6
kyselá	30	40	43	2	2	3
živná	32	33	38	3	3	4
oglejená	37	42	40	1	—	1

XIV. Členění porostní zásoby smrku v porostech starších 80 let smrko-bukového vegetačního stupně (v ‰). — Division of the growing stock of spruce in stands older than 80 years in the spruce-beech vegetation zone (in ‰)

Řada	Podíl smrku					
	sm 10 11–40 cm		sm 8 41+		sm 6 11–40 cm	
kyselá	64	36	47	53	34	66
živná	61	39	50	50	39	61
oglejená	36	64	39	61	31	69

XV. Podíl nahodilé těžby ve smrko-bukovém vegetačním stupni za decennium. — The proportion of incidental cutting in the spruce-beech vegetation zone per decade

Porostní skladba	Porostní zásoba v m ³			Nahodilá těžba v ‰		
	jehličnatá	listnatá	celkem	jehl.	list.	celkem
sm 10	1196 374	—	1196 374	9,6	—	9,6
sm 9 bk 1	782 025	54 011	836 036	9,8	1,4	9,2
sm 6 bk 4	146 070	71 819	217 889	6,0	0,7	4,2
sm 3 bk 7	32 129	61 496	93 625	2,6	0,1	1,0
	2156 598	187 326	2343 924	9,3	0,7	8,6

Podíl jednotlivých kategorií stromů v různých dřevinných kombinacích obsahuje tabulka XII, kde zastoupení je vypočteno z počtu stromů. Výsledky kvalitativního hodnocení stromů jsou v tabulce XIII. Jakostní třída A shrnuje kmeny odpovídající požadavkům na výběrové výřezy, jakostní třída R jsou povětšinou kmeny poškozené hnilobou v důsledku loupání vysokou zvěří. Členění porostní zásoby smrku v porostech starších 80 let smrko-bukového vegetačního stupně udává tabulka XIV.

Pro diskusi o dosažených výsledcích je připojena tabulka XV udávající výši nahodilé těžby podle zastoupení dřevin ve smrko-bukovém

XVI. Vliv nahodilé těžby na zásobu smrku. — The effect of incidental cutting on spruce stock

% nah. mýtní těžby ve směsi			2násobek zásoby nah. mýtní těžba			Zásoba za obmýti poměr zásob		
sm 10	sm 8	sm 6	sm 10	sm 8	sm 6	sm 10	sm 8	sm 6
0	0	0	200	160	120	200	160	120
			0	0	0	100	80	60
9,6	8,5	6,0	200	160	120	104	92	84
			96	68	36	100	89	81
7,6	6,5	4,0	200	160	120	124	108	96
			76	52	24	100	88	77
8,6	6,5	3,0	200	160	120	114	108	102
			86	52	18	100	95	90
7,6	4,5	1,0	200	160	120	124	124	114
			76	36	6	100	100	92
8,0	5,0	2,0	200	160	120	120	120	108
			80	40	12	100	100	90

Poznámka: Při modelování vlivu nahodilých těžeb na porostní zásobu na úrovni hospodářské skupiny vychází se z rovnice $2Nz = 100PMP$

stupni. Tato tabulka byla sestavena na základě hospodářské evidence lesních závodů, kde bylo uskutečněno produkční šetření v rámci studia bezpečnosti produkce porostů tohoto stupně. Na tuto tabulku navazuje poslední tabulka XVI, kde je sledován vliv nahodilé těžby na zásobu smrku v hospodářské skupině.

DISKUSE

I když pro popisované produkční šetření byly vybrány hospodářské celky s větším zastoupením smíšených porostů, bylo možno odvodit souvislé časové řady pouze pro porostní skladbu s nesmíšeným smrkem a pro smrk, v němž je buk zastoupen v rozmezí + až 0,2. Vyrovnané průměrné hodnoty porostních zásob obsahuje tabulka I. Podle těchto výsledků je patrné, že vliv zastoupení buku na celkovou porostní zásobu je kladný zvláště ve starších porostech, a to jak v řadě kyselé, tak i živné. V mladších porostech není mezi smrkem 10 a sm 9 bk 1 podstatného rozdílu v zásobě. K tomu přispívá i ta okolnost, že poškozené smrkové porosty jsou předčasně likvidovány z hospodářské nutnosti a neovlivňují průměrnou porostní zásobu. V oglejené řadě se neprojevovalo zastoupení buku ve výši 0,1 na porostní zásobě, výrazně se však projevila účast jedle.

Podrobnější rozbor vlivu zastoupení dřevin na produkci porostů smrko-bukového vegetačního stupně vycházejí z proměření 324 kruhových zkusných ploch. V kyselé a živné řadě byl studován vliv buku, v oglejené řadě vliv jedle.

Pokud se týče tloušťkového růstu (tabulka VII), ukázalo se, že při snížení podílu smrku o 2 až 4 desetiny nenastává v žádné řadě studova-

ného vegetačního stupně pokles jeho výčetní tloušťky. Většinou je výčetní tloušťka vyšší nebo prakticky stejná v porovnání s nesmíšeným smrkem. Opačně je tomu u buku. U této dřeviny, zvláště při zastoupení 0,2, je její výčetní tloušťka nižší. S hodnotami středních výčetních tloušťek souvisí členění porostní zásoby podle tloušťkových tříd (tabulka XIV). Vliv přimíšeného buku na tloušťkové členění porostní zásoby smrku je kladný v kyselé i živné řadě. V obou řadách přimíšení buku znamená zvýšení podílu větších dimenzí nad 40 cm výčetní tloušťky. V oglejené řadě byl zjištěn obdobný vliv jedle s bukem. Zastoupení jedle ve výši 0,2 se podstatně neprojevilo na tloušťkovém členění zásoby smrku. V tabulkách se neuvádějí hodnoty pro buk a jedli, neboť hlavní ekonomickou dřevinou smrko-bukového vegetačního stupně je smrk. K buku však nutno poznamenat, že v mnohých případech, byl-li správně pěstován, dává též cenný sortiment, a tím nabývá i v tomto stupni charakteru dřeviny ekonomické (a současně biologické).

O vlivu přimíšeného buku na výšku smrku informuje tabulka VIII, kde jsou výsledky hodnocení průběhu výškových křivek smrku a buku. Porovnán byl průběh výškových křivek smrku ve smíšení s bukem (jedlí) oproti nesmíšenému smrku a podobně tomu bylo u buku. Hodnocena byla každá třetina křivky samostatně a posléze vypočten průměr.

Prokázalo se, že přimíšení buku do smrkového porostu znamená ve většině případů zvětšení výšky smrku. Tak tomu bylo u 47 % křivek v kyselé řadě, 48 % v živné řadě a 58 % v oglejené řadě. U buku v kyselé řadě nebyl vliv smíšení výrazný, v živné řadě byl vtroušený buk vyšší ve srovnání s nesmíšeným bukem.

Představu a prostorové výstavbě porostů, v nichž byla uskutečněna měření, umožňuje tabulka XII. Ve všech řadách převládají u smrku stromy předrůstavé a úrovňové, u buku stromy úrovňové a vrůstavé s menším podílem podúrovňových stromů. V oglejené řadě převažují u jedle stromy předrůstavé. Porosty možno tedy označit jako slabě diferencované. Tato prostorová výstavba bude žádoucí i v budoucnosti, neboť v současných podmínkách lesního hospodářství se nezdají být reálnými jemnější formy hospodaření na větších plochách ve výnosovém lese.

Základní údaje o produkci v jednotlivých řadách smrko-bukového vegetačního stupně obsahují tabulky II—IV. Z těchto tabulek je zřejmé, že přimíšení buku, resp. jedle, neznamena v tomto stupni pokles porostní zásoby. Při zastoupení buku nebo jedle kolem 20 % zůstává zásoba smrku stejná jako smrku nesmíšeného. Tento významný výsledek je zachycen v tabulce V, porovnávající zásobu smrku v různých porostních směsích. Poněvadž je to výsledek velmi překvapující, je vhodné jej blíže komentovat. V kyselé řadě byla na základě provozních souborů lesního hospodářského plánu zjištěna zásoba smrkových porostů od 41 let do 120 ve výši 2930 m³ (tabulka I), podle měřených kruhových zkusných ploch (tabulka II) 2850 m³. Rozdíl činí necelá tři procenta. V řadě živné a oglejené jsou rozdíly větší (7 a 11 %), což může být podmíněno složením porostních souborů. V některých případech byly totiž do souborů smrko-bukového vegetačního stupně zahrnuty porosty stupňů nižších, produktivnějších. Celkem možno tedy výsledky produkčního šetření pokládat za ověřené i údaji lesních hospodářských plánů.

K přezkoušení správnosti poměru zásob smrku při různém jeho zastoupení lze použít též výsledků evidence nahodilých těžeb. Podle tabulky XV činí nahodilá těžba za decennium v porostech nesmíšeného smrku 9,6 % porostní zásoby, při zastoupení smrku 8 je to 8,5 % a při zastoupení smrku 6 byla zjištěna nahodilá těžba 6 %. Ze základního vztahu $N_z = PMP \cdot \frac{u}{2}$ platného pro hospodářskou skupinu normálního

lesa, lze odvodit, že za obmýti se vytěží dvě normální zásoby ($2N_z = 100 PMP$). Nahodilou mýtní těžbou se však zásoba trvale snižuje, což se projeví na produkci. V tabulce XVI je uvedeno modelování poměru zásob při různém zastoupení smrku a různé nahodilé mýtní těžbě. V tabulce uvedená porostní zásoba je dána rozdílem dvojnásobku zásoby a nahodilé těžby za obmýti. Podobně je možno modelovat důsledky nahodilých těžeb na úrovni porostu (Prudič 1976). Tutéž problematiku řešil Koubka (1973) užitím Markovových řetězců a dospěl tak k nové teorii normálního lesa. Z modelování vlivu nahodilých těžeb na porostní zásobu (tabulka XVI) vysvítá, že poměr zásob smrku pravidelně poškozeného se velmi blíží poměru, který vyplynul z produkčního šetření.

Tento výsledek potvrzuje význam abiotických činitelů (větru, sněhu, námrazy) jako rozhodujících faktorů hospodaření v porostech smrko-bukového vegetačního stupně. Poněvadž produkční šetření se konala ve smíšených porostech, kde nebylo účelné poškozené skupiny nesmíšeného smrku mýtit jako hospodářskou nutnost, zachytily se měřením akumulované škody a potvrdil se vliv buku na snížení škod větrem, sněhem a námrazou (pokud tyto při kalamitách nepřekročí kritickou hranici).

Hodnoty v tabulkách o produkci porostů byly vyrovnány klouzavými průměry, a tím do jisté míry setřeny rozdíly vlivem oblastí a způsobů hospodaření. Pro porovnání různých směsí ve stejných podmínkách je určena tabulka VI. Též z této tabulky je patrné, že vliv přimíšeného buku nebo jedle je v naprosté většině kladný a má i většinou velkou spolehlivost (ve statistickém smyslu).

Vtroušený buk se většinou projevil kladně i na jakosti zásoby. S přibývajícím zastoupením buku byl v porostech nad 80 let zjištěn vyšší podíl jakostní třídy A (tabulka XIII).

Problematika optimálního obmýti a přírůstové poměry nebyly předmětem řešeného úkolu. V tabulce X je uveden celkový průměrný přírůst vypočítaný na základě porostních zásob a probírek plánovaných pro porostní soubory (tabulka IX). Poměrně brzká kulminace PCP (v kyselé řadě v období 91–100 let, v živné kolem 80 let) souvisí s dosavadními způsoby hospodaření. Toto dokazuje též tabulka XI, kde jsou sestaveny koeficienty tloušťkového přírůstu smrku. I když ovlivněny pěstebním zásahem, je z tabulky zřejmé, že u úroveňových smrků nenastává ve věku kolem 100–120 let žádný pronikavý pokles tloušťkového přírůstu. Tato problematika vyžaduje samostatnou práci a ekonomické zhodnocení, neboť v řadě porostů je možno v tomto stupni pěstovat rezonanční smrk.

Na základě zvážení i ostatních poznatků (trvalosti a bezpečnosti produkce) byly odvozeny dosažitelné (provozní) cíle provozních souborů smrko-bukového stupně pro řadu kyselou a živnou sm 7–8 bk 2–3 jd +, pro řadu oglejenou sm 7–8 jd 2–3 bk +. Navržené cíle nevylučují úpravu, jde-li o osvědčený ekotyp určité dřeviny nebo úpravu

v rámci souboru lesních typů. Současně se předpokládá, že s jedlí se bude počítat ve větší míře v řadě kyselé a živné tam, kde jsou vhodné porostní a provozní podmínky.

Došlo dne 12. 5. 1976

Literatura

1. KOUBA, J.: Die Markowschen Ketten und die Definition des Normalwaldes. Internationales Forsteinrichtungssymposium 1973, Band 2, s. 381-390. Technische Universität Dresden
2. PLÍVA, K.: Typologický systém ÚHÚL. ÚHÚL Brandýs n. Labem, 1971
3. PLÍVA, K.: Optimalizace druhové skladby z hlediska biologického a ekonomického. Lesnická práce, 52, 1973, s. 109-114
4. POLENO, Z.: Provozní cíle a metodika jejich stanovení. Závěrečná zpráva VLÚ v Kostelci n. Č. lesy, 1975
5. PRODAN, M.: Forstliche Biometrie. BLV München, Bonn, Wien, 1961
6. PRUDIČ, Z.: Stanovení provozních cílů ve smrko-bukovém vegetačním stupni. Záv. zpráva VÚLHM, Uh. Hradiště 1975
7. PRUDIČ, Z.: Vliv nahodilých těžeb na porostní zásobu smrku. Informace ÚHÚL, 19, 1976, 2, s. 10-12
8. PRUDIČ, Z.: Vliv buku na odolnost smrkových porostů. Lesnická práce, 55, 1976, s. 389-390
9. PRUDIČ, Z.: Vliv buku na půdní podmínky horní vrstvy půdy smrko-bukového vegetačního stupně. Lesnictví, 23, 1977, s. 105-116
10. Kolektiv: Inventarizace lesů 1970. ÚHÚL Brandýs n. Labem, 1970
11. Kolektiv: Typologie lesů. Metodika a pracovní postupy. ÚHÚL Brandýs n. Labem, 1971
12. Kolektiv: Odvozenie cieľového zastúpenia drevín pre oblasť smreka, jedle a buka. Lesnícke štúdie č. 20. VÚLH Zvolen, 1974
13. Kolektiv: Lesní hospodářské plány LHC Čerchov, LHC Boubín, LHC Harachov, LHC Orlice a LHC Staré Město, vypracované pobočkami ÚHÚL v Brandýse n. Labem

PRUDIČ, Z. (Výzkumná stanice VÚLHM, Uherské Hradiště). Влияние лесного состава на продукцию елово-буковой вегетативной ступени. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 601-618.

С помощью пробных кругов в кислом и питательном рядах измеряли смеси насаждений ель 10, ель 8 бук 2, ель 6 бук 4 и бук 10. Пихта в этих рядах не измерялась из-за недостатка подходящих насаждений. Ее удалось частично отметить лишь в оглеенном ряду, где измеряли смеси ель 10, ель 8 пихта 2 и ель 8 пихта 2 бук +.

Различия в запасах насаждений отдельных смесей тестировали с помощью т-теста Студента. Для приобретения информации о продукции данные пересчитывали на 1 га и выравнивали с помощью скользящих средних. Запас, определенный с помощью площадей поперечного сечения, проверяли данными производственных совокупностей, как это приводится в действующих лесохозяйственных планах.

Анализ результатов показал, что под влиянием примешанных бука или пихты увеличивается, как правило, и высота, и толщина ели. Насаждения более устойчивы против небиотических факторов, ввиду чего запас ели в смешанных насаждениях ель 10 и ель 8 бук 2 практически одинаков во всех изучаемых рядах елово-буковой вегетативной ступени. Участие бука улучшает качество ели.

На основе полученных данных выведены реальные цели производственных совокупностей елово-буковой вегет. ступени для кислого и питательного рядов ель 7-8 бук 2-3 пихта +, для оглеенного ряда ель 7-8 пихта 2-3 бук + с возможными упорядочениями в рамках совокупностей лесотипов. Предлагаемые в модели составы насаждений — это насаждение с групповой или крутиной примесью, обычно со слабо дифференцированной структурой, с производственной целью выборочного кряжа.

состав лесонасаждений; продукция; елово-буковая вегетативная ступень

PRUDIČ, Z. (Výzkumná stanice VÚLHM, Uherské Hradiště). *The Effect of Stand Composition on the Production of the Spruce-Beech Vegetation Zone*. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 601-618.

Experimental basal areas were used for the measurement of the stand mixtures of spr 10, spr 8 bch 2, spr 6 bch 4 and bch 10 in the acid and nutrient series. Fir could not be measured in these series, owing to lack of suitable stands. It was just partly involved in the pseudogley series where the mixtures of spr 10, spr 8 fir 2 and spr 8 fir 2 bch + were measured.

The differences in the growing stocks of individual mixtures were tested by Student's t-test. For easy survey of production, the data were recalculated to hectare values and balanced by moving averages. The stock determined by means of the basal areas was then tested by data on the general population, as shown in the valid forest management plans.

Analysis of the results showed that the admixture of beech or fir usually increases the height and diameter of spruce. Such stands are more resistant to damage by abiotic factors, so that the stock of spruce in the mixtures of spr 10 and spr 8 bch 2 is practically the same in all the studied series of the spruce-beech vegetation zone. Combination with beech also improved the quality of spruce.

Attainable objects of the general populations of the spruce-beech vegetation zone were derived on the basis of the obtained data for the acid and nutrient series of spr 7-8 bch 2-3 fir + and for the pseudogley series spr 7-8 fir 2-3 bch +, with possible adjustments within forest type populations. The model of the proposed stand composition is a group- to cluster-mixed stand, usually of slightly differentiated structure with selection-quality logs as the production target.

stand composition; production; spruce-beech vegetation zone

PRUDIČ, Z. (Výzkumná stanice VÚLHM, Uherské Hradiště) *Einfluß der Bestandeszusammensetzung auf die Produktion der Vegetationsstufe Piceeto-Fagetum*. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 601-618.

Mit Hilfe von Versuchskreisflächen wurden in einer saueren und einer nährstoffreichen Reihe die Bestandesmischungen Fichte 10, Fichte 8 Buche 2, Fichte 6 Buche 4 und Buche 10 gemessen. Bei der Tanne konnten infolge Mangels an geeigneten Beständen in diesen Reihen keine Messungen vorgenommen werden. Die Tanne wurde daher nur teilweise, u. zw. lediglich in der Angleireihe erfaßt, wo die Mischungen Fichte 10, Fichte 8, Tanne 2 und Fichte 8 Tanne 2 Buche + gemessen wurden.

Die Unterschiede in den Bestandesvorräten der einzelnen Mischungen wurden mit Hilfe des Student's t-Testes untersucht, wobei man zwecks Gewinnung einer Übersicht über die Produktion die gewonnenen Angaben je 1 ha umrechnete und durch gleitende Mittel ausglich. Die mit Hilfe von Kreisflächen festgestellten Vorräte wurden zwecks Nachprüfung mit den Angaben der Betriebseinheiten verglichen, die in den gültigen Wirtschaftsplanen aufgeführt sind.

Die Analyse der Ergebnisse zeigte, daß durch Einfluß der beigemischten Buche oder Tanne in den meisten Fällen die Höhe der Fichte und auch ihre Stärke zunehmen. Die Bestände sind widerstandsfähiger gegen durch abiotische Faktoren verursachte Schäden, so daß der Fichtenvorrat in den Bestandesmischungen Fichte 10 und Fichte 8 Buche 2 in allen untersuchten Reihen der Vegetationsstufe Piceeto-Fagetum praktisch derselbe ist. Durch die Buchenvertretung ist auch die Fichtenqualität gestiegen.

Aufgrund der gewonnen Erkenntnisse wurden erreichbare Ziele der Betriebseinheiten der Vegetationsstufe Piceeto-Fagetum für die saure und nährstoffreiche Reihe Fichte 7-8 Buche 2-3 Tanne + abgeleitet, für die Angleireihe dann Fichte 7-8 Tanne 2-3 Buche +, mit evtl. Änderungen im Rahmen der Waldtypenkomplexe. Als Modell für die vorgeschlagenen Bestandeszusammensetzungen dient ein Bestand mit einer gruppenartigen Beimischung bis mit Beimischung von kleineren Baumgruppen, meistens schwach differenzierter Struktur mit dem Produktionsziel der Gewinnung von Auswahlholzblöcken.

Bestandeszusammensetzung; Produktion; Vegetationsstufe Piceeto-Fagetum

Adresa autora:

Ing. Zdeněk Prudič, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM, Uherské Hradiště – Kostelany

POŠKOZENÍ BUKOVÝCH SAZENIC MŠICÍ BUKOVOU [*PHYLLAPHIS FAGI* (L.)] A NÁSLEDNÉ HOUBOVÉ NÁKAZY

A. Příhoda

PŘÍHODA, A. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Poškození bukových sazenic mšicí bukovou (Phyllaphis fagi L.) a následné houbové nákazy*. Lesnictví, 24, 1978 (7) : 619-626.

V příspěvku je popsáno poškození bukových sazenic mšicí *Phyllaphis fagi* (L.), životní cyklus této mšice a čtyři druhy hub, které byly zjištěny na napadených sazenicích: 1. Houba *Fusarium moniliforme* Sheld. byla izolována ze svazků cévních zasýchajících letorostů. 2. Houba *Gliocladium catenulatum* Gilman et Abbott rostla na povrchu kůry zničených letorostů. 3. Houba *Discosia artocreas* (Tode) Fr. napadla zasýchající, ale dosud živé listy. 4. Houba *Volutella ciliata* (Alb. et Schw.) Fr. vyrostla až za dva týdny na kůře uschlých letorostů. Žádná z uvedených hub nebyla nalezena na bukvicích, jež byly před výsevem podrobně mykologicky vyšetřeny, takže všechny houby se dostaly na poškozené sazenice až ze školky. Fytopatologický význam měla pouze houba *Fusarium moniliforme* Sheld.

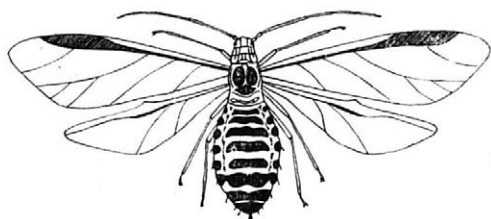
buk; poškození sazenic; mšice; houby

Počátkem srpna 1975 se objevilo ve velkoškolce Louňovice Školního lesního podniku Vysoké školy zemědělské v Kostelci nad Černými lesy hromadné poškození dvouletých bukových sazenic vypěstovaných z východoslovenských bukvic. Mladé listy na vrcholcích i na koncích postranních větví zůstaly zakrnělé, kadeřavěly a kroutily se a zvláště ve zkroucených částech byly patrné četné mšice, zcela zakryté povlakem jemných, bílých až namodralých voskových vláken, takže postižené listy vypadaly, jako by byly plesnivé. Vrcholky letorostů se znetvořenými listy v délce 1—2 cm zasýchaly a někde uschly celé vrcholky nebo postranní větvičky až k místu nejbližšího rozvětvení i s několika (nejčastěji třemi) listy, které nebyly napadeny mšicemi. Proto byly uschlé části vyšetřeny též mykologicky ve vlhkých komorách (uzavřených skleněných nádobách s tenkou vrstvičkou vody na dně, aby uvnitř byla velká vzdušná vlhkost). Některé větvičky a kmínky byly rozřezány žiletkou, aby byly zjištěny popř. i mikroskopické houby vyrostlé ze svazků cévních. Na listech, kůře větví a ve svazcích cévních postižených sazenic byly takto zjištěny čtyři druhy mikroskopických hub.

Mšice buková (*Phyllaphis fagi* /L./) je primárním škůdcem buku a nepřechází na jinou hostitelskou rostlinu. Je domácí ve střední Evropě, byla však zavlečena i do Malé Asie, kde napadá buk východní (*Fagus orientalis*), a do Severní Ameriky, kde žije nejen na pěstovaném evrop-

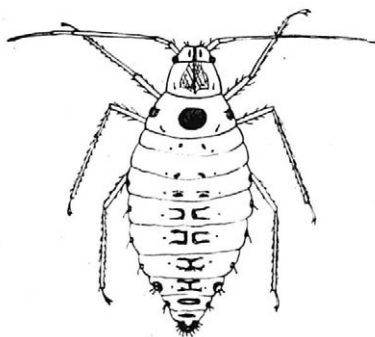
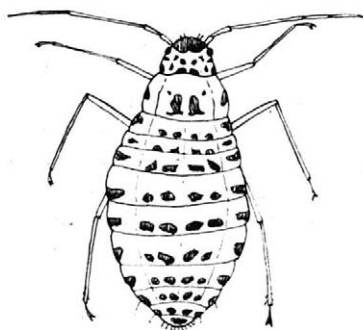
ském buku lesním (*Fagus silvatica*), ale přešla i na americký buk velkokvětý (*Fagus grandiflora*).

Ve střední Evropě přezimuje mšice ve stavu vajíčka. Koncem dubna nebo počátkem května se vylíhne z vajíčka neokřídlená samička nepohlavního pokolení, která za dva až tři týdny dospívá a má 50—80 potomků, jež žijí v početných koloniích na spodní straně bukových listů a jejich sáním se listy svinují směrem ze stran dolů. Z těchto mšic se pak vyvinou zčásti okřídlené, zčásti neokřídlené samičky, jež se několikrát svlékají, okřídlené čtyřikrát, neokřídlené třikrát. Za čtyři dni po posledním svlékání dospívají. Okřídlené pak žijí ještě asi dva týdny a mají po 15—17 potomcích, neokřídlené žijí ještě asi tři týdny a za tu dobu



1. Vrcholek bukové sazenice znetvořený mšicí bukovou. — Top of beech plant deformed by *Phyllaphis fagi*

2. Mšice buková — *Phyllaphis fagi*, okřídlená samička letního pokolení, rozpětí křídel asi 7 mm. — *Phyllaphis fagi*, winged female of the summer generation, wing span about 7 mm

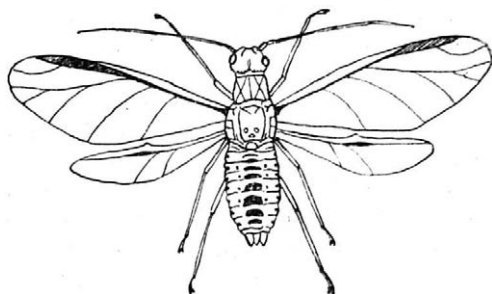


3. Mšice buková, neokřídlená samička letního pokolení, délka těla nanejvýše 2 mm. — *Phyllaphis fagi*, wingless female of the summer generation, length of body 2 mm at the most

4. Mšice buková, neokřídlená samička podzimního pohlavního pokolení, délka těla až 4 mm. — *Phyllaphis fagi*, wingless female of the autumn sexual generation, body length as much as 4 mm

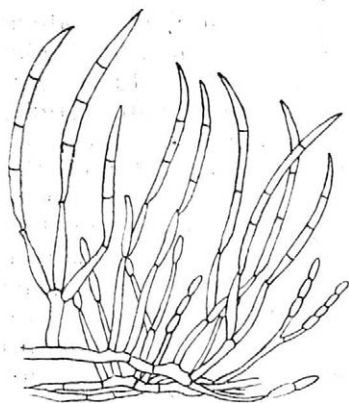
mají 40—75 potomků. Z obojích se vyvinou okřídlené samičky, jež mají ještě dvě pokolení neokřídlená, ale drobnější než předchozí neokřídlené mšice a mají pak jen po 3—5 potomcích. Teprve v pozdním létě dorůstají mšice opět větší velikosti a začnou se znovu rychleji množit. Koncem srpna a počátkem září se začnou množit mšice pohlavní generace, jež v říjnu dorůstají v okřídlené samce a neokřídlené samice. Ty pak kladou po spáření koncem října po 10—16 vajíčkách na šupiny pupenů nebo do štěrbin kůry, kde vajíčka přezimují.

5. Okřídlený samec podzimního pohlavního pokolení, rozpětí křídel asi 4,5 mm.
— Winged male of the autumn sexual generation, wing span about 4.5 mm.



Mšice působí někdy značné škody přímo zasýcháním vrcholků letorostů a snížením přírůstu, nepřímo tím, že podobně jako jiné druhy vlnatých mšic na jiných dřevinách umožňuje druhotné houbové nákazy poškozenými částmi listů a letorostů. Na bukových sazenicích napadených touto mšicí ve školce v Louňovicích u Kostelce nad Černými lesy byly zjištěny uvedené čtyři druhy hub.

1. *Fusarium moniliforme* Sheld.



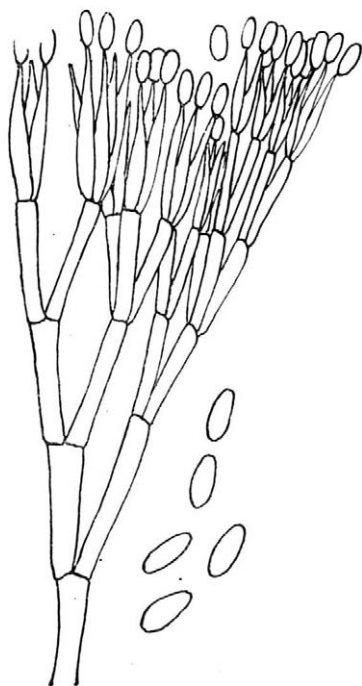
6. *Fusarium moniliforme* Sheld. Srpkovité vícebuněčné konidie a jednobuněčné mikrokonidie v řetízích na konidiofórech.
— *Fusarium moniliforme* Sheld. Sickie-shaped multicellular conidia and monocellular microconidia in chainlets on the conidiophores.

Houba byla vypěstována ze svazků cévních z letorostů, které zasychaly v délce několika (až šesti) cm, tedy několikrát dále od vrcholku, než dosahovalo poškození mšicemi. Zřejmě byla příčinou usychání vrcholků i s několika zdravými listy až k místu nejbližšího rozvětvení. K nákaze došlo nejspíše na částech poškozených mšicemi konidii z půdy při umělé závlaze nebo prudkém dešti, kdy odraženými kapkami i s částkami půdy byly znečištěny listy celých sazenic až po vrcholky. Na bukvicích, které byly před výsevem podrobně mykologicky vyšetřeny a pak ještě mořeny proti houbám kombinací dvou fungicidních látek (oxichlorid mědi a zineb) obsažených v přípravku Neroxon 50 (Příhoda 1975) nebyla tato houba zjištěna; rovněž nebyla zjištěna v půdě lesní školky v Louňovicích, ani ve sklenicích této školky při zkouškách půd v dřívější době. Běžně se tam vyskytovala velmi podobná houba určená jako

Fusarium aquaeductum Langh. var. *medium* Wollenw., jež byla nalezena též na hniјících kořncích odumřelých bukových semenáčků na tomtéž záhonu, ale při porovnávání obou hub byl patrný malý rozdíl v tvaru konidií (především v oblouku prohnutí) i v mikrokoniđiích. *Fusarium moniliforme* kromě jednotlivých mikrokoniđií tvořilo též mikrokoniđie v řetězcích po dvou až čtyřech.

Houba *Fusarium moniliforme* je známa jako cizopasník rozmanitých trav, především obilnin, škodí však spíše v teplých oblastech tropů a subtropů, kde napadá i jiné jednoděložné rostliny, např. banánovníky. V mírném pásmu se však vyskytuje hojně jako saprofyt v půdách rozmanitých typů listnatých lesů. Není vyloučeno, že se dostala na záhony až při zásypu vysetých bukvic. Více zpráv o této houbě je ze Severní Ameriky než z Evropy. V půdě bukových porostů v Evropě ji zaznamenal Peyronel (1961) v Kalábrii ve výšce asi 1100 m n. m. U semenáčků rostlin nejrozmanitějších čeledí, mezi nimi i některých dřevin, může vyvolat padání, spálu, hnilobu kořenového krčku, zakrňování nebo naopak nadměrné bujení pletiv (hypertrofii). Houba je plodná jen při větší vzdušné vlhkosti (nejméně 87 %) a teplotách 20–23 °C. Pravděpodobně je odolná vůči některým fungicidům, neboť byla zjištěna např. v půdě vinice s větším obsahem mědi (Rauch, Nicot 1963) nebo rostla na pařezech ošetřených boraxem nebo fluoridem amonným proti červené hnilobě smrku (Hodges 1970).

2. *Gliocladium catenulatum* Gilman et Abbott



7. *Gliocladium catenulatum* Gilman et Abbott, konidiofory s konidiemi a konidie. — *Gliocladium catenulatum* Gilman et Abbott, conidiophores with conidia and conidia.

Ve vlhké komoře houba obrostla mladou kůru na vrcholových částech letorostů, jež zaschly po sání mšice bukové. Houba byla již předtím izolována jako saprofyt z rozmanitých rostlinných zbytků v substrátech a půdě používané pro pěstování semenáčků ve školce v Louňovicích. Také v tomto případě šlo zřejmě o druhotný saprofytický výskyt na odumřelých částech bukových sazenic. Ve sklenících biologické stanice Vědeckého lesnického ústavu na Trubech u Kostelce nad Černými lesy však napadala tato houba v předchozím roce roubované semenáčky modřínu a byla pak izolována z tracheid roubů nebo i podnoží, kam pronikla pravděpodobně řeznou plochou při roubování. Postižené modřínové sazenice usychaly za příznaků tracheomykózy s rychlým vadnutím jehličí.

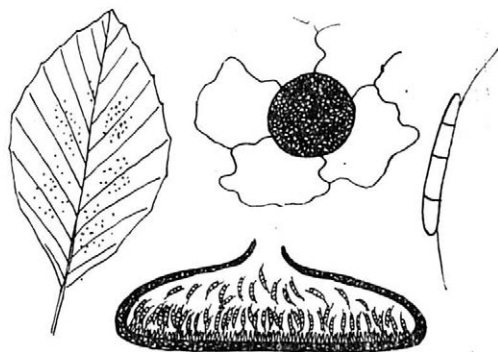
Jinak jde o houbu rozšířenou po celém světě, hojnější v mírném pásmu než v teplejších oblastech. Žije v lesních, lučních i zemědělsky obdělávaných půdách, zvláště s neutrální až alkalickou reakcí pH 6,5–8 (Stenton 1953), ale byla zjištěna i v slatinách a ve vodě, mnohokrát byla izolována z lesních půd (Gray, Baxby 1968, Miller, Giddens, Foster 1957),

také z bukových lesů [Krzeminska, Badura 1954] nebo obrůstala bukové větve zapadlé v zemi [Caldwell 1963]. Její přítomnost značně brzdí vývoj kořínků semenáčků pšenice, hrachu a řepky, tímto účinkem lze houbu srovnávat s prokázanými cizopasníky kořenů [Domsch, Gams 1968]. Příležitostně cizopasnictví této houby proto není vyloučeno, i když v našem případě šlo patrně o druhotný saprofytický výskyt. Houba byla zjištěna i v půdách s vyšším obsahem mědi [Rauch, Nicot 1963], takže lze u ní předpokládat vyšší odolnost vůči měďnatým fungicidům. Značně chemizovaná školka v Louňovicích pravděpodobně poskytne vhodnější podmínky k rozvoji hub značně odolných vůči fungicidním přípravkům, jak je tomu i u předchozí houby *Fusarium moniliforme* Sheld.

3. *Discosia artocreas* (Tode) Fr.

Na dobře vyvinutých, mšicí nenapadených, dosud živých, ale již usychajících listech vyrůstajících na částech větévek postižených fuzáriovou tracheomykózou se objevily černé tečky roztroušené po čepeli listu, což byly ploché pyknidy této houby. Měly průměr nejčastěji kolem 0,1 mm a obsahovaly typické, čtyřbuněčné bezbarvé konidie s šterbinovitými brvami na obou koncích, 18 — 28 × 4 μm velké. Tato houba se

8. *Discosia artocreas* (Tode) Fr. Napadený bukový list s tečkovitými pyknidami, pohled na pyknidu svrchu mezi pokožkovými buňkami bukového listu, řez pyknidou a konidie. — *Discosia artocreas* (Tode) Fr. Infested beech leaf with spot-like pycnidia, view of the pycnidium from above between the epidermic cells of the beech leaf, section of pycnidium and conidium.

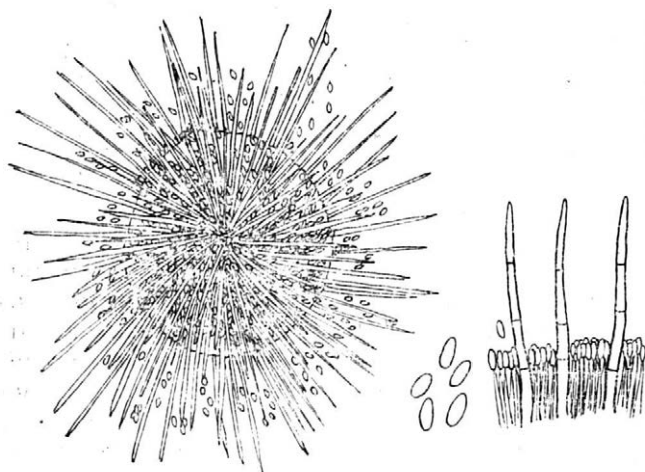


běžně vyskytuje v podzimním období na opadálých i dosud živých, ale přirozeně odumírajících bukových listech jak v bukových náletech v původních bukových nebo buko-dubových porostech v poleší Stříbrná Skalice (kde pyknidy dozrály v druhé polovině listopadu), tak na sazenicích v lesní školce u hájovny v Oplanech na konci vegetačního období. Ve školce v Louňovicích se objevila tato houba asi o čtvrt roku dříve na listech odumírajících po napadení letorostů mšicí bukovou a houbou *Fusarium moniliforme* Sheld. Je to saprofyt nebo slabý cizopasník na dosud živých listech, které odumírají z jiných příčin nebo normálně při skončení vegetace. Houba byla popsána na nejrozmanitějších druzích listnatých i jehličnatých dřevin. Zřejmě půjde o souborný druh zahrnující několik drobnějších druhů s malými rozdíly biologickými, ekologickými i morfologickými. Na jehličí rozmanitých dřevin byl odlišen jako samostatný druh popsán pod jménem *Discosia pini* Heald, který napadá jehlice jako cizopasník [Příhoda 1962]. Na buku byla popsána jako samostatný druh houba *Discosia fagi* Lib., jinak byly zaznamenány na

buku ještě další dva druhy, *Discosia vagans* De Not., žijící jinak na listech planiky *Arbutus unedo* a vavřínu *Laurus nobilis* v severní Itálii, jež se podle údajů v literatuře liší většími konidiemi, $24 - 26 \times 3 - 3,5 \mu\text{m}$ velkými, zatímco pro *Discosia artocreas* se uvádí velikost konidií $14 - 22 \times 2 - 3,5 \mu\text{m}$, tyto rozdíly však byly v mezích proměnlivosti houby na buku sledované v okolí Kostelce nad Černými lesy, takže těžko je lze hodnotit jako rozlišovací znak různých druhů. Další houba popsána jako *Discosia clypeata* De Not. byla zaznamenána na listech rozmanitých dřevin, kromě buku na hlozích, topolech, dubech a růžích; liší se většími pyknidami o průměru až 0,5 mm a menšími konidiemi, jen $16 - 17 \mu\text{m}$ dlouhými, u kterých štětínovité výrůstky vyrůstají přímo z vrcholů koncových buněk, nikoli po straně jako u *Discosia artocreas* a ostatních druhů tohoto pomocného rodu nedokonalých hub. Vanin (1934) zaznamenal pod jménem *Discosia artocreas* houby působící skvrňově šedohnědé povrchové zbarvení smrkového dřeva, ale půjde pravděpodobně o jiný druh, i když mikroskopický popis se naprosto shoduje s popisem *Discosia artocreas* u Alleschera (1903), odkud byl možná pouze převzat. Příbuzný druh *Discosia theae* Cav. se uvádí jako cizopasník na listech čajovníku.

4. *Volutella ciliata* (Alb. et Schw.) Fr.

Houba vyrostla ve vlhké komoře 27. 8. 1975 na odumřelé kůře vrcholků letorostů zničených mšicí bukovou až za dva týdny po sběru. Jde o běžný druh vyskytující se na rozmanitých rostlinných zbytcích. Často byla izolována z lesních půd i z půd v lesních školkách, ale i z pastvin, orné půdy, rašelinišť, písčných přesypů a hojně se vyskytuje



9. *Volutella ciliata* (Alb. et Schw.) Fr. Pohled na ložisko konidií shora, konidie, konidiophory s konidiemi a přecházející štětiny (sety) konidiového ložiska. — *Volutella ciliata* (Alb. et Schw.) Fr. View of conidia deposit from above, conidia, conidiophores with conidia and overlapping sets of conidium deposit.

v kompostech; vyrostla i na králíčím trusu. Hojná je v hrabance smíšených listnatých lesů a zvláště bučin (Badura 1963, 1964, Badurova, Badura 1967, Luppi-Mosca 1961). Dobře se vyvíjí především na vlhčích stanovištích s alkalickou reakcí.

Je to užitečná saprofytická houba, jejíž výskyt v lesních školkách lze vítat zvláště proto, že u ní byly zjištěny antagonistické vztahy k velmi nebezpečné plísni bukové — *Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn)

Schröt. Fytopatogenní účinky houby *Volutella ciliata* byly zaznamenány jen jednou na rajčatech.

Příbuzné druhy *Volutella petri* Cif. a *Volutella morearum* Roll. působí onemocnění kůry u *Ficus elastica*, *Volutella vanillae* (Delacr.) Petrak et Ragun napadá vanilku (Roger 1951—1954).

Po postřiku bukových sazenic Pirimorem proti mšicím a Topsinem proti houbám sazenice dobře regenerovaly a použilo se jich k zalesňování. Ošetření proti houbám uvedeným v tomto příspěvku nebylo nutné, spíše byly sazenice ošetřeny preventivně z obavy před poškozením jinými houbami, především plísní bukovou, které se na nich vyskytovaly v předchozím roce.

Došlo dne 21. 3. 1977

Literatura

1. ALLESCHER, A.: Fungi imperfecti in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora VII. 1903, Leipzig
2. BADURA, L.: Some observations on the mycoflora del suolo sotto i faggi dell'orto botanico dell'Università di Torino. Allionia 9, 1963, s. 65-74
3. BADURA, L.: Występowanie grzybów glebowych w zbiorowisku bukowym rezerwatu Lubsza. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 33, 1964, s. 507-525
4. BADUROWA, M. — BADURA, L.: Further investigations on the relationship between soil fungi and the macroflora. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 36, 1967, s. 515-529
5. BILAJ, V. J.: Fuzariji (biologija i sistematika). 1955, Kijev
6. BOOTH, C.: The Genus Fusarium. 1971, Kew
7. CALDWELL, R.: Observations on the fungal flora of decomposing beech litter in soil. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46, 1963, s. 249-261
8. DOMSCH, K. H. — GAMS, W.: Die Bedeutung von fruchttafelabhängiger Verschiebung in der Bodenmykoflora I. Der Einfluß von Bodenpilzen auf die Wurzelentwicklung von Weizen, Erbsen und Raps. Phytopathologische Z., 63, 1968, s. 64-74
9. DOMSCH, K. H. — GAMS, W.: Pilze aus Agrarböden. 1970, Jena
10. GRAY, T. R. C. — BAXBY, P.: Chitin decomposition in soil II. The ecology of chitinoclastic micro-organisms in forest soil. Trans. Brit. Mycol. Soc. 5L, 1968, s. 293-309
11. HODGES, Ch. S.: Evaluation of stump treatment chemicals for control of Fomes annosus. Proceedings of the Third International Conference on Fomes annosus. Asheville N. C. 1970, s. 43-52
12. KRZEMIENIEWSKA, H. — BADURA, L.: Z badań nad mikroflorą lasu bukowego. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 23, 1954, s. 545-587
13. LUPPI — MOSCA, A. M.: Primo contributo alla micologia della copertura morte boschi di latifoglie. Allionia 7, 1961, s. 39-58
14. MILLER, J. H. — GIDDEUS, J. E. — FOSTER, A. A.: A survey of the fungi of forest and cultivated soils of Georgia. Mycologia 49, 1957, s. 779-808
15. PEYRONEL, B.: Funghi del suolo di un bosco di faggio dell'Aspromonte. Allionia 7, 1961, s. 27-37
16. PŘÍHODA, A.: Nákaza ihličia houbou Discosia pini Heald. Les 18, 1962, s. 115-117
17. PŘÍHODA, A.: Nákazy bukvic a bukových semenáčků. Lesnictví 21, 1975, s. 1055-1076
18. RAUCH, J. — NICOT, J.: Observations préliminaires sur la microflora fongique de certain sols de vignobles de la région Toulousane. Comptes rendus hebdomadaires, Séances de l'Académie des Sciences 256, 1963, s. 4713-4716
19. ROGER, L.: Phytopathologie des pays chauds I-III. 0000, Paris
19. ROGER, L.: Phytopathologie des pays chauds I-III. 1951-1954, Paris
21. STENTON, H.: The soil fungi of Wicken. Trans. Brit. Myc. Soc. 36, 1953, s. 304-314
22. VANIN, S. I.: Metody issledovaniya gribnykh boleznej lesa i povrezhdeniji drevesiny. 1934, Leningrad
23. WOLLENWEBER, H. W. — REINKING, O. A.: Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. 1935, Berlin

ПРЖИГОДА, А. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). Повреждение буковых саженцев тлей буковой (*Phyllaphis fagi* L.) и последующие грибковые заражения. *Lesnictví*, 24, 1978 (7) : 619-626.

В статье описываются повреждение буковых саженцев тлей *Phyllaphis fagi* (L.), ее бицикл и 4 вида грибов, обнаруженных на поврежденных саженцах. 1. Гриб *Fusarium moniliforme* Sheld. изолирован из сосудистых пучков засыхающих одногодичных побегов. 2. Гриб *Gliocladium catenulatum* Gilman et Abbott растет на поверхности коры уничтоженных одногодичных побегов. 3. Гриб *Discosia artocreas* (Tode) Fr. поражает засыхающие, но живые еще листья. 4. Гриб *Volutella ciliata* (Alb. et Schw.) Fr. вырос лишь спустя 2 недели на коре засохших побегов. Ни один из этих грибов не был обнаружен на буквицах, которые до высева подвергали подробному микологическому исследованию, так что все грибы попали на поврежденные саженцы уже из питомника. Фитопатологическое значение придается только грибу *Fusarium moniliforme* Sheld.

бук; повреждение саженцев; тля; грибы

PŘÍHODA, A. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Damage of Beech Plants with Phyllaphis fagi* (L.) and Consequent Fungus Infections. *Lesnictví*, 24, 1978 (7) : 619-626.

The damage to beech plants caused by *Phyllaphis fagi* (L.) is described in the study as well as the life cycle of this aphid and four fungi found on the infected plants. (1) *Fusarium moniliforme* Sheld. was isolated from the vascular bundles of withering annual shoots. (2) *Gliocladium catenulatum* Gilman et Abbott grew on the surface of bark of the destroyed annual shoots. (3) *Discosia artocreas* (Tode) Fr. infected the withering yet still live leaves. (4) *Volutella ciliata* (Alb. et Schw.) Fr. grew after two weeks on the bark of the withered annual shoots. None of these fungi was found on beechnuts which had been mycologically examined in great detail prior to planting so that all fungi affected the damaged plants in the nursery. *Fusarium moniliforme* Sheld was of phytopathological importance.

beech; damaging of plants; aphids; fungi

PŘÍHODA, A. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). *Endommagement des plants de hêtre provoqué par le puceron du hêtre (Phyllaphis fagi L.) et infections cryptogamiques consécutives*. *Lesnictví*, 24, 1978 (7) : 619-626.

Dans la contribution on donne la description de l'endommagement des plants de hêtre par le puceron du hêtre *Phyllaphis fagi* (L.), celle du cycle vital du puceron mentionné et de quatre espèces de champignons qui ont été identifiés sur les plants attaqués. Le premier champignon *Fusarium moniliforme* Sheld. a été isolé à partir des faisceaux vasculaires des pousses annuelles en voie de dessèchement. Le second champignon *Gliocladium catenulatum* Gilman et Abbott poussait à la surface de l'écorce des pousse détruites. Le troisième champignon *Discosia artocreas* (Tode) Fr. a attaqué les feuilles en voie de dessèchement, mais toujours encore vivantes. Le quatrième champignon *Volutella ciliata* (Alb. et Schw.) Fr. n'a poussé sur l'écorce des pousses annuelles sèches que dans deux semaines. Aucun des champignons mentionnés n'a été trouvé sur les faines, celles-ci étant soumises avant le semis à l'exploration mycologique détaillée, de sorte que tous les champignons ne sont apparus sur les plants endommagés qu'à l'époque de culture en pépinière. C'est seulement le champignon *Fusarium moniliforme* Sheld. qui accusait l'importance phytopathologique.

hêtre; endommagement des plants; pucerons; champignons

Adresa autora:

Doc. Ing. Antonín Příhoda, Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy

ZMENŠOVÁNÍ VLIVU HLUKU A VIBRACÍ ŘETĚZOVÝCH PIL NA PRACOVNÍKY

Přenosné pily s benzinovým motorem se hojně používají v lesním hospodářství. Vzhledem k neustálému zdokonalování konstrukce, zvláště v minulých 10 až 12 letech, se stal současný model pily vysoce výkonným a dostatečně efektivním nářadím. Je však třeba konstatovat, že při práci s benzinovou motorovou pilou dochází k onemocnění z povolání pracovníků způsobenému nepříznivým vlivem vibrací a hluku. Příčinami vzniku zvýšených vibrací pil jsou nevyvážené odstředivé síly a momenty způsobované pohybujícími se díly motoru a řezného mechanismu. Vlivem těchto sil a momentů vykonává pila složitý nucený pohyb. Přenos energie kmitání na pracovníka se děje přes ovládací rukověť pily, což při delším působení vyvolává u pracovníků příznaky vibračního onemocnění, projevujícího se ztrátou citlivosti prstů rukou, křečemi cév, bolestí hlavy a jako následek rychle nastupující únavou a snížením práce schopnosti.

Převládajícím zdrojem hluku benzinových motorových pil je výfukový systém a řezací mechanismus. Počítá se, že při práci přenosnými motorovými pilami je škodlivý vliv hluku menší než vliv vibrací. Avšak z toho není možno činit takový závěr, že je boj proti hluku na druhém místě. Hluk působí na centrální nervový systém a sluchové orgány obsluhy a při delším působení stejně jako u vibrací snižuje práce schopnost a může vést k nemoci z povolání.

Od začátku zavádění benzinových motorových pil při těžbě dřeva v SSSR (1956—1957) se hlavní pozornost soustřeďuje na potřebu omezení vlivu vibrací a hluku na obsluhu. Základním směrem bylo snížení hladiny hluku a vibrací samotného nářadí.

Další směr vedl k racionalizaci organizace práce obsluhy a k zavádění některých profylaktických podmínek, a to zejména:

omezení celkové doby práce s nářadím v průběhu pracovní směny (na 240 až 280 minut za 7hodinovou pracovní směnu);

omezení jednorázové periody nepřetržité práce s nářadím do 40 minut při těžbě dřeva a do 20 minut při odvětvování s povinným odpočinkem v trvání minimálně 10 minut;

v průběhu pracovní směny poskytnutí dvou nařízených přestávek na odpočinek po dobu 20 až 30 minut (jedna do oběda, druhá po obědě).

Bezpochyby, že se výše uvedené pracovní režimy s motorovými pilami nemusí zavádět administrativní cestou, ale musí vyplývat z organizace práce. Většinou se pracovní doba dělníka může omezovat částečným zatížením prací nespojující s vlivem vibrací. Období nepřetržité práce s pilou se omezuje objemem nádrže, po jejímž vyprázdnění je přestávka na plnění palivem 5 až 10 minut. Současně však toto omezení může v určitém stupni působit na úroveň produktivity práce a na pracovní náklady.

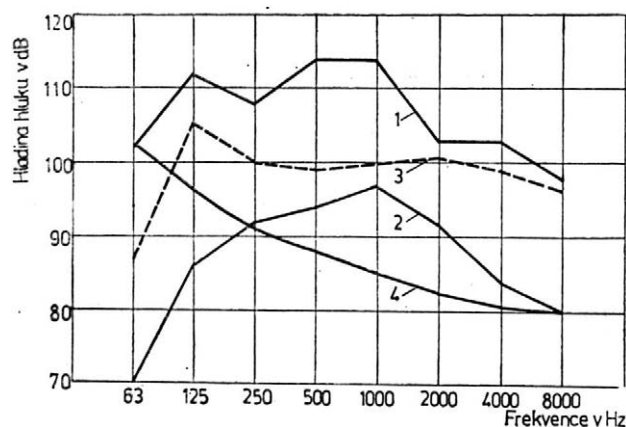
Konečně třetím směrem ve snižování vlivu hluku a vibrací na obsluhu motorové pily je používání individuálních ochranných prostředků.

Zkouška používání speciálních tzv. ochranných rukavic proti vibracím v řadě států odhalila jejich nedostatečnou efektivnost. Tyto rukavice mohou být doporučovány pouze jako pomocný ochranný prostředek před vibracemi.

K ochraně sluchových orgánů při těžbě dřeva se používají sluchátka a plastické chrániče. Jejich nošení způsobuje určité nepohodlí, což je však kompenzováno efektivní vlastností. Současně, jak ukázal pokus, mohou vzniknout při používání sluchátek a chráničů nebezpečné situace, a proto je jejich používání při těžbě dřeva omezeno. Základním požadavkem je snížení hluku a vibrací do bezpečných norem u samotného zdroje, tj. u pily.

Hluk benzinových motorových pil je širokopásmový a obsahuje všech 8 oktafických pásem spektra. Podle norem GOST 12.1.003-76 se hluk motorových benzinových pil normuje podle křivky s přípustnou hladinou 85 dB v oktafickém pásmu se středně geometrickou frekvencí 1000 Hz a celkovou hladinou hluku 90 dBA.

Podle výsledků výzkumu více než 60 typů benzinových motorových pil výroby z roku 1970 až 1975 byly určeny mezní hranice jejich hladin hluku (obr. 1).



1. Hladiny hluku benzínových motorových pil při řezání:

1 — maximální, 2 — minimální, 3 — pily Tajga-214, 4 — normativní hladina

Tímto způsobem hladiny hluku benzínových motorových pil značně převyšují normované, zvláště v oktávních pásmech se středně geometrickými frekvencemi 250, 500 a 1000 Hz. Boj proti hluku benzínových motorových pil vede hlavně k vytvoření nových konstrukcí tlumičů výfuku a pily. K tlumičům výfuku benzínových motorových pil náleží řada požadavků, z nichž hlavními jsou malé rozměry a hmotnost, minimální ztráty výkonu motoru při efektivním tlumení hluku.

Splnění všech těchto požadavků vyžaduje složité řešení. Ke snížení hluku pily je nejefektivnější zkrácení chodu pily, zlepšení geometrického spojení řetězu s řetězkou, použití vodících elementů na konzole pily a účinné mazání, zlepšení přesnosti výroby elementů pily a kvalita nabroušení řetězu pily při provozu.

Celková hladina hluku (zvuku) současných modelů benzínových motorových pil má průměrně 108 až 110 dBA a s lepšími druhy tlumičů výfuku se dosahuje 104 až 105 dBA. Analýza současné výroby motorových pil ukazuje na možnost snížit v příštích letech úroveň (hladinu) hluku benzínových motorových pil na 100 až 102 dBA. Je tedy třeba věnovat zvýšenou pozornost omezení doby působení hluku na pracovníky s moto-

rovými pilami a na používání ochranných prostředků proti hluku.

V současné době se v mnoha zemích provádí intenzivní výzkum efektivních způsobů snižování vibrací na ručkových benzínových motorových pil. Základním úkolem je, aby nově zavedené úpravy konstrukcí pil zaměřené na snížení vibrací nevykazovaly záporný vliv na velikost takových parametrů, jako je hmotnost, výkonnost, bezpečnost, spolehlivost atd.

Při snižování vibrací benzínových motorových pil s jednoválcovým dvoudobým spalovacím motorem je nutno se zaměřit na tyto základní směry:

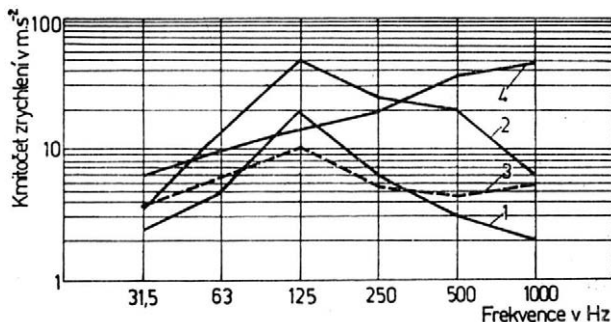
Umístění antivibračních prvků mezi motor a ovládací rukojeť pily (pryžové nebo pružinové kovové vložky — vnější ochrana proti vibracím);

vyvážení vznikajících odstředivých sil motoru dynamickými vyvažovacími mechanismy (vnitřní ochrana);

konstrukční spojení vnější a vnitřní ochrany proti vibracím (kombinovaná ochrana).

Doplňkovými způsoby ovlivňujícími snížení vibrací na ručkových pil jsou: snížení hmotnosti dílů pohyblivých částí motoru, racionální dynamické vyvažová-

2. Hladiny vibrací na ručkových benzínových motorových pil při řezání: 1, 2 — maximální a minimální pro pily s vnější ochranou proti vibracím, 3 — pily Tajga-214 (kombinovaná ochrana), 4 — normativní hladina



ní dílů motoru, kontrola váhových a rovnovážných ukazatelů těchto dílů.

Nejvíce se rozšířilo používání vnější ochrany pil před vibracemi, při níž se hmotnost pily zvyšuje průměrně o 5 až 7 %. Efektivnost vnější ochrany proti vibracím je zvlášť patrna při 500 Hz a výše (obr. 2). Současně se v režimu řezání při frekvenci 125 Hz a 250 Hz objevuje převýšení hladiny vibrací nad normovanými hodnotami GOST 17770-72. Používání dynamických vyvažovacích mechanismů v motorech benzínových pil (vnitřní ochrana proti vibracím) zaručuje efektivní snížení odstředivých sil od vratné postupného pohybu hmot prvního a částečně i druhého řádu, tj. při kmitočtu 125 Hz, dále 63 Hz a 250 Hz.

Jak bylo prokázáno výzkumy v SSSR, spojení vnějších a vnitřních ochranných proti vibracím zaručilo snížení hladiny vibrací na rukojeti řetězových benzínových motorových pil na normy odpovídající hygienickým požadavkům podle GOST 17770-72 u všech normovaných frekvencí při všech měřených režimech. Tento systém ochrany proti vibracím, nazvaný kombinovaný, se používá v SSSR při konstrukci nových řetězových pil a je realizován v konstrukci nové bezpřevodové pily modelu Tajga-214 (obr. 1, 2).

Je třeba upozornit i na některé negativní stránky používání kombinovaného systému vibrační ochrany v konstrukcích

řetězových pil, záležející ve složitosti a prodražení konstrukce, zvýšení hmotnosti a snížení (o 10 až 15 %) výkonu motoru.

Novým směrem v současné konstrukci a vývoji motorových pil je používání motorů s rotačním pístem, jejichž základní předností je náhrada přímočarého pohybu pístu rotačním pohybem rotoru a dále možnost lepšího vyvažování motoru a snížení jeho vibrací.

Zkoušky prvních průmyslových modelů benzínových motorových pil s rotačním pístem ukázaly, že vzhledem k řadě parametrů (spotřeba paliva, hmotnost na jednotku výkonu motoru) dosud ustupují pilám s dvoudobými pístovými motory, a to také proto, že vyžadují používání palivové směsi se speciálními druhy olejů.

Pro snížení hladiny vibrací na rukojetích pil s rotačním pístem na hodnoty hygienických norem je třeba používat vnější systém ochrany proti vibracím. Používání motorů s rotačním pístem u benzínových pil umožňuje odhalení rezerv ve snižování úrovně vibrací na rukojetích pil. Spojení podmínek zlepšujících konstrukci benzínových motorových pil, omezení doby vlivu vibrací a hluku a používání ochranných prostředků zaručuje bezpečnou práci obsluhy řetězových pil v průběhu pracovní směny.

A. P. Poliščuk, kandidát technických věd, CNIIME, SSSR

FUNKCE LESŮ V ZEMĚDĚLSKO-PRŮMYSLOVÉ SOUSTAVĚ ČSSR

Ve dnech 11.–13. 10. 1977 se konala péčí Československé akademie zemědělské a Československé vědeckotechnické společnosti, Domu techniky v Žilině, v Popradu celostátní konference na téma Funkce lesů v zemědělsko-průmyslové soustavě ČSSR. Na konferenci byly předneseny tyto příspěvky:

Ing. K. Urban, ředitel Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady: Úvodní projev.

Akademik prof. Ing. K. Kudrna, DrSc., předseda ČSAZ: Bioenergetický potenciál lesů v zemědělsko-průmyslovém komplexu.

Ing. M. Lazarčík, Ministerstvo lesního a vodního hospodářství SSR: Lesní fond a jeho využití s ohledem na zemědělsko-průmyslovou soustavu.

Prof. Ing. D. Zachar, DrSc., člen korespondent ČSAV, Výzkumný ústav lesního hospodářství, Zvolen: Funkce lesů v zemědělsko-průmyslové krajině ČSSR.

Ing. V. Bortel, ředitel Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů, Zvolen: Produkční možnosti lesů v SSR.

Prof. Dr. Ing. J. Halaj, DrSc., VÚLH Zvolen: Možnosti zvýšení produkční schopnosti lesů biotickými a hospodářskoupravníckými metodami.

Prof. Ing. J. Čížek, CSc., ředitel Vědeckého lesnického ústavu VŠZ, Kostelec nad Černými lesy: Hospodářské způsoby v produkčních lesích.

Ing. E. Bublinec, CSc., VÚLH Zvolen: Výzkum primární produktivity lesních ekosystémů z hlediska vztahů lesa v zemědělsko-průmyslové soustavě.

Prof. Ing. M. Stolína, CSc., lesnická fakulta VŠLD Zvolen: Výzkum ekologických základů ochrany a tvorby lesní krajiny a jeho vztah k lesnímu hospodářství.

Doc. Dr. R. Intribus, CSc., VÚLH Zvolen: Les a bioklima.

Ing. V. Krečmer, CSc., a Ing. J. Běle, CSc., VÚLHM Jiloviště-Strnady: Současný stav a perspektivy zvyšování vodohospodářské funkce lesů v ČSSR.

Doc. Ing. Z. Ambros, CSc., Pedagogická fakulta Banská Bystrica: Vodohospodářský význam lesů SSR.

Ing. Z. Mráček, CSc., VÚLHM Jiloviště-Strnady: Rozvoj rekreační funkce lesa v ČSSR.

Ing. J. Valtýni, CSc., VÚLH Zvolen: Břehové porosty, jejich význam a víceúčelové využití v ČSSR.

Ing. E. Sobocký, CSc., VÚLH Zvolen: Možnosti využívání lesa k asanování imisních oblastí.

Ing. S. Štýs, Severočeské hnědouhelné doly, Most: Technologie zemědělských, lesnických a vodohospodářských rekultivací v ČSSR.

Doc. Ing. S. Volný, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Brno: Rozvoj rekreačních funkcí lesa v oblasti městských a průmyslových aglomerací.

Doc. Ing. J. Pokorný, CSc., VÚLH Kostelec nad Černými lesy: Příměstské lesy Prahy a jejich rekreační význam.

Prof. Dr. Ing. F. Papánek, VÚLH Zvolen: Výsledky oceňování a makrorajonizace lesů ČSSR podle jejich funkcí.

Ing. B. Hulínský, ÚHÚL, Brandýs nad Labem: Využití poznatků o funkci lesa v zemědělsko-průmyslové soustavě v hospodářské úpravě lesů.

Ing. V. Peřina, CSc., VÚLHM, výzkumná stanice Opočno: Zásady hospodaření v lesích s převládajícími celospolečenskými funkcemi.

Prof. Dr. Ing. E. Ronay, DrSc., LF VŠLD Zvolen: Technologické postupy výroby dřeva diferencované podle převládajících funkcí lesa.

Ing. I. Michal, CSc., Terplan Praha: Uplatňování funkcí lesů v komplexních územních plánech.

Prof. Dr. Ing. M. Vyskot, DrSc., člen korespondent ČSAV, LF VŠZ Brno: Mezinárodní výzkum produktivity, struktury a funkcí lesních ekosystémů v ČSSR.

Mimo uvedené referáty přednesl sdělení o problematice polské tatranské oblasti Ing. P. Skawiński z Krakova. Další referáty předložili tito odborníci: Ing. B. Nymburský, Ing. R. Midriak, CSc., Ing. Z. Poleno, CSc., prof. Ing. O. Riedl, Ing. A. Šedík, CSc., Ing. J. Materna, CSc., a Ing. L.

Petrík. Na konferenci byly uvedeny zajímavé filmy o rekultivaci po těžbě hnědého uhlí a diapositivы ke klíčovým otázkám, které konference projednávala.

Třetí den konference se konaly dvě exkurze. První z nich na území Tatranského národního parku s tématem Koncepce hospodářské úpravy lesů v TANAPu opatřil průvodcem a vedl Ing. M. Greguš, ÚHÚL Zilina. Druhou exkurzi na výzkumný objekt VÚLH Biely Váh na téma Hospodářská úprava integrovaného lesního hospodářství na příkladu výzkumné základny Biely Váh odborně zabezpečil a vedl Ing. C. Greguš, CSc., VÚLH Zvolen.

Po rozsáhlé diskusi přijala konference toto usnesení:

Celostátní konference Funkce lesů v zemědělsko-průmyslové soustavě ČSSR se zúčastnili přední odborníci vědy a praxe. Hlavním posláním konference bylo ujasnit a přispět k řešení významu lesního hospodářství v zemědělsko-průmyslové soustavě ČSSR. Referáty a diskusní příspěvky potvrdily správnost nastoupených směrů vyplývajících z postavení lesů pro zabezpečení ochrany a tvorby životního prostředí v zájmu socialistické společnosti.

Konference ukázala, že naše lesní hospodářství může a musí přispět ke stabilitě a rozvoji zemědělsko-průmyslové soustavy.

Konference také prokázala, že naše vědecká fronta shromáždila významné poznatky a v této etapě je již schopna přispět k realizaci úkolů XV. sjezdu KSČ při zabezpečení dřevní suroviny v dostatečné míře i jakosti a při plnění ostatních celospolečenských funkcí lesa. Z jednání konference vyplývají tato doporučení pro vědeckovýzkumnou práci i pro provozní praxi:

Pro zajištění konkrétních funkcí lesů v zemědělsko-průmyslové soustavě musí být vypracována a realizována specifická hospodářská opatření. K vypracování těchto opatření je nezbytné přistupovat diferencovaně, a to nejen z hlediska specifikace jednotlivých celospolečenských funkcí a přírodních podmínek, ale i podmínek ekonomických. V každém případě je třeba brát v úvahu také produkci lesa a racionalizaci hospodářských zásahů včetně optimálního uplatnění mechanizace.

Na úseku hospodářské úpravy lesů se doporučuje vypracovat zásady pro funkční typizaci porostů, která vyjádří plnění funkcí lesů v zemědělsko-průmyslové soustavě. Je třeba preferovat výzkum stanovení parametrů strukturálně vyvážené krajiny, v níž podíl lesa aktivně pomáhá

rozvoji zemědělsko-průmyslové soustavy. Výsledky funkční typizace a výzkumu strukturálně vyvážené krajiny využívat na příslušných úsecích krajinářského a lesnického plánování. Doporučuje se vytvořit přímou i zpětnou vazbu mezi územními plány a lesními hospodářskými plány. V dalším se doporučuje odvodit zásady úprav cílů hospodaření základního i rámcového plánování pro funkční typy lesa zaměřené na aktivní působení v zemědělsko-průmyslové soustavě a nalézt možnosti kontroly rozvoje lesního fondu a plnění plánu hospodářských opatření ve vztahu les – pole a průmysl.

Je potřebné vyřešit na vědeckém principu základní otázky interakcí mezi působením funkcí lesa na zemědělsko-průmyslovou soustavu v závislosti na hospodářské činnosti.

Pro zachování funkcí lesů v chráněných a vzácných objektech je třeba zabezpečit optimální vývoj přírody s dosažením prostorově výtvarné proporcionality mezi neurbanizovaným krajinným prostorem a prostorem intenzivně národohospodářsky využívaným. V oblasti rekultivací koncipovat renaturalizační práce přednostně s ohledem na tvorbu ekologicky vyrovnané, ekonomicky potenciální, hygienicky žádoucí a rekreačně efektivní krajiny.

Člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskoč, DrSc., lesnická fakulta VŠZ, Brno

VÁLEK Z.: LESNÍ DŘEVINY JAKO VODOHOSPODÁŘSKÝ A PROTIEROZNÍ ČINITEL. 1977, PRAHA

Publikace je zaměřena na průzkumy vlivu lesních dřevin na vodní poměry v krajině. Této problematice věnoval autor velkou pozornost a výsledky jeho dlouholeté práce jsou značným přínosem pro praxi. Správně už před padesáti lety pochopil, že užitek lesních dřevin není pouze v tvorbě dřevní hmoty, ale i v jejich celospolečenských funkcích, které v řadě případů převyšují hodnotu dřeva. Lesní dřeviny mohou velmi příznivě, ekonomicky nenáročně a k přírodnímu prostředí velmi citlivě nahradit některé starší úpravy, protože jsou přirozeným a přitom účinným vodochranným a protierozním článkem přírody. Hospodaření vodou v podmínkách našeho státu je velmi důležité, protože jsme závislí na nepravidelných vodních

V problematice rekreace spojit projekční přípravu příměstských rekreačních a parkových lesů s přípravou komplexních územních plánů pro vybrané městské aglomerace, jejichž schválení si vyhradily vlády národních republik tak, aby územně plánovací složky mohly při sestavování těchto dokumentů plně využít podněty lesního hospodářství. Vzhledem k nutnému přechodu některých volných užiteků z lesa mezi ekonomické funkce lesního hospodářství (funkce vodohospodářské, rekreační) je třeba v ekonomické oblasti řešit začlenění vybraných celospolečenských funkcí do systému řízení odvětví jako součást úkolu daného XV. sjezdem KSČ.

Obecně se doporučuje precizovat a unifikovat příslušnou odbornou terminologii.

Z hlediska mezinárodní koordinace a spolupráce v rámci RVHP, UNESCO, FAO a IUFRO je nezbytné dále zkoumat a prohlubovat úlohu lesů mírného pásma při fixaci, hromadění a zásobování energií a účinky vývoje energetických technologií na lesy. V realizačních výstupech nutno klást zvláštní důraz na determinaci a stimulaci produkce biomasy v populacích lesních dřevin a na mimoprodukční význam lesa pro lidskou společnost.

srážkách nestejné intenzity. Snižování této závislosti pomocí vodohospodářských staveb je limitováno nejen vysokými náklady, ale i narušením životního prostředí. Tuto otázku lze však řešit způsobem preventivní péče o vodu. Prevenci autor rozumí věnovat větší pozornost pramenným územím, korytům toků podle posledních poznatků vědy.

Jedním z negativních účinků vody na půdu ve volné krajině je vodní eroze. Vznik eroze je obecně dán specifickými poměry krajiny a lidskou činností, která může napomáhat nebo zabránovat vzniku vodní eroze. Ve stejnojmenné kapitole Z. Válek na příkladech ukazuje na lokality s vyšší pravděpodobností tvorby eroze a na chyby v lidské činnosti jak v minulosti, tak i v přítom-

nosti (např. pastva v lese, hrabání stělna, výstavba cest apod.). Eroze se projevuje v různých tvarech, a proto jsou v stručném výčtu rovněž uvedeny s popisem charakteru a příčin vzniku.

Poznatek nutnosti bližších informací o používaných dřevinách při výzkumu protierozní ochrany půdy dovedl autora k průzkumu kořenů lesních dřevin, který je zpracován v další kapitole. Výsledky dlouholeté a náročné práce jsou shrnuty a rozříděny podle abecedy. U nejdůležitějších dřevin je uveden skutečně podrobný rozbor doplněný fotografickým materiálem kořenového systému i odkazy na další literaturu. Zveřejněné poznatky jsou velmi dobře použitelné nejen při zakládání břehových porostů, ale i při zpevňování svahů apod. Závěr kapitoly je opatřen přehledným uspořádáním jednotlivých dřevin podle délky, hloubky a hustoty kořenů a použitelnosti dřevin ve vodohospodářské technice.

V knize je věnována značná pozornost výzkumu vlivu lesních porostů a zemědělských kultur na vodní a odtokové poměry v horských povodích. Na příkladu prvního srovnávacího lesnatého povodí Kýchové a bezlesého povodí Zděchovky jsou předávány zkušenosti z téměř třicetiletého pozorování a měření. Text je doplněn pro větší názornost snímky povodí, tabulkami a grafy. Pro další možné použití jsou výsledky rozříděny podle jednotlivých let. Zevše-

becněné poznatky lze velmi úspěšně aplikovat i v jiných případech.

Velmi zajímavá je kapitola Řízení vývoj koryt šterkonosných toků, která svými pohledy na řešení předstihuje soudobou praxi. Originální myšlenka záleží ve využití pohybové energie povodňové vlny k vyrovnání koryta toku, přemístění uloženíin suti. Technika je v principu, že vhodné umístěnou umělou překážkou se mění proudnice, a tím je usměrňována energie toku. Ve většině případů se při vodohospodářských zásazích používá kombinovaného a hlavně biologického způsobu zpevnění. Tento způsob zabezpečuje úpravy při velmi nízkých nákladech. Dřeviny se stávají komplexním vodochranným a protierozním prostředkem. Je velkým přínosem pro celou řadu oborů se podrobně seznámit s přednostmi zpevnění půdy a břehů porosty dřevin. Pozornost je věnována obecným i některým zvláštním případům v péči o toky v oblasti Krkonoš, Beskyd aj., které jsou obsahem poslední kapitoly.

Tato velmi zajímavá, vědecky hodnotná publikace je rovněž opatřena předmluvou, úvodem, závěrem a literaturou. Přes malý rozsah (203 strany) je předkládaná práce naplněna konkrétními údaji a doporučují ji nejen vodohospodářům, ale i lesníkům, zemědělcům a pracovníkům v oboru tvorby a ochrany přírody.

Ing. Jan Vysloužil, Botanický ústav ČSAV, Poříčí 3b, 603 00 Brno

HALAJ J.: PREBIERKY SMREKOVÝCH PORASTOV V ČSSR. 1976, BRATISLAVA

Studie představuje souhrn poznatků, získaných na trvalých výzkumných plochách, založených a sledovaných vědeckovýzkumnými pracovišti a lesnickými fakultami, a poznatků získaných na provozních výzkumných plochách, které v porostech hlavních dřevin založili a trvale sledují pracovníci hospodářské úpravy lesů ČSR a SSR.

V rámci výzkumných prací na sestavení růstových tabulek zaměřil autor studie výzkum probírek smrkových porostů v ČSSR především na stanovení produkčních ukazatelů probírek, tedy na odvození ukazatelů druhu a intenzity probírek, aby jich bylo možno využít

k matematickému fixování metody probírek v růstových tabulkách.

K charakterizování druhu probírky použil prof. Halaj kvantitativních ukazatelů — především hmotového (ale i tloušťkového a výškového) indexu I_h (I_c , I_v), definovaného jako podíl hmoty (u ostatních indexů tedy tloušťky a výšky) středního kmene probírky ke hmotě (tloušťce, výšce) středního kmene porostu před probírkou. Hodnoty indexu menší než 1,0 charakterizují podúrovňovou probírku; při ní se odstraňují hlavně stromy nižších stromových tříd.

Hodnoty indexu 1,0 charakterizují „neutrální“ (spíše „přechodnou“ nebo

„kombinovanou“) probírku, při které se z porostu odstraňují jak podúrovňové, tak úrovňové stromy. A konečně hodnoty indexů větší než 1,0 ukazují na úrovňovou probírku, při které se těží hlavně stromy vyšších stromových tříd. Pomocí hmotového indexu I_h autor studie stanovil 5 druhů probírek:

0 – přirozené samořezání porostu: $I_h = 0,08 - 0,44$ průměrně (0,24),

1 – čistá podúrovňová probírka s ojedinelými zásahy do úrovně: $I_h = 0,12 - 0,52$ (0,33),

2 – podúrovňová probírka s mírným zásahem do úrovně: $I_h = 0,32 - 0,64$ (0,47),

3 – podúrovňová probírka s častým zásahem do úrovně: $I_h = 0,48 - 0,80$ (0,61),

4 – úrovňová probírka s přiměřeným zásahem do úrovně: $I_h = 0,64 - 1,28$ (0,86).

Na pokusných plochách ve smrkových porostech se nejčastěji vyskytovala probírka č. 2 (podúrovňová probírka s mírným zásahem do úrovně), a to v ČSR ve 48 % případů, v SSR ve 43 %. Nejméně častá byla úrovňová probírka s přiměřeným zásahem do úrovně (č. 4), a to v ČSR v 6 % a v SSR v 9 %.

Aby mohl použít hmotového indexu I_h k fixování druhu probírky při konstrukci růstových tabulek, sledoval prof. Halaj jeho závislost na střední porostní tloušťce a výšce, dále na věku porostu a na počtu stromů na ha.

Ve studii jsou dále velmi podrobně rozebírány jednotlivé faktory, které ovlivňují výši decenální probírky. Za decenální probírku považuje autor studie hmotu dvou za sebou jdoucích pětiletých probírkových zásahů. Decenální probírkové procento pak definoval jako procentuální podíl decenální probírky v m^3 na ha a zásoby celého porostu na začátku decennia. Výši decenální probírky ovlivňuje především věk porostu: nejnižší hodnoty decenální probírky jsou ve 25–30letých porostech, s věkem decenální probírka mírně stoupá až do své kulminace; ta je z hlediska výchovy smrkových porostů mnohem příznivější na pokusných plochách sledovaných v SSR (ve věku kolem 40 let) než v ČSR (kolem 60 let). Po dosažení maxima decenální probírky opět klesají a zhruba ve věku 90 let dosahují opět touz hodnotu jako v nejmladším věku. Při stejném věku a zakmenění decenální probírka vzrůstá ze stoupající bonitou porostu. Samozřejmě zakmenění porostu má na výši decenální probírky velký vliv. S klesajícím zakmeněním zřetelně klesá

i decenální probírka. Autor studie současně odvodil koeficienty pro redukci decenální probírky při sníženém zakmenění. Výše decenální probírky závisí dále na intenzitě předchozí porostní výchovy, na současném stavu porostu a na struktuře porostu. Nakonec závisí výše decenální probírky i na subjektivním názoru pracovníka, který v daném porostě vyznačuje probírkový zásah.

S přihlédnutím k subjektivnímu faktoru při vyznačování probírek je intenzita probírkových zásahů velmi variabilní – od zásahů velmi slabých až po velmi silné. (Autor studie používá vedle termínu intenzita probírky i termín síla probírky, ač pojem síla je podle měrové soustavy SI platné od 1. 8. 1974 vyhrazen fyzikální veličině udávané v newtonech.) Prof. Halaj se pokusil diferencovat intenzitu probírky do 3 intervalů: probírky slabé, mírné a silné. Interval pak kvantifikoval pomocí relativní intenzity probírek, podle tabulkových hodnot probírek a podle skutečných decenálních probírkových procent.

Relativní intenzitu probírek definoval prof. Halaj jako procentuální podíl průměrné periodické hmoty roční probírky v plánovacím decenniu (m^3 na ha) a ročního celkového běžného přírůstu (CBP). Jak se ukázalo v materiálu, relativní intenzita probírek s věkem trvale stoupá; způsobuje to změna vzájemného poměru mezi roční probírkou a celkovým přírůstem v závislosti na věku.

Prof. Halaj se dále pokusil kvantifikovat interval intenzity probírky pomocí tabulkových hodnot probírek, a to pomocí kvocientu, který udává podíl skutečné a tabulkové decenální probírky výzkumných ploch nebo podíl skutečného a tabulkového decenálního procenta (tabulkovou hodnotou decenální probírky autor studie rozumí hodnotu vypočítanou podle rovnice matematického modelu). Při mírných probírkách nabývá kvocient hodnoty kolem 1,0, při slabých probírkách je nižší než 1,0 a při silných probírkách je naopak vyšší než 1,0. Interval mírných probírek zahrnuje tedy probírkové zásahy, při kterých skutečná decenální probírka dosahuje 78–130 % (v průměru tedy 100 %) hodnoty tabulkové probírky. Interval slabých probírek zahrnuje tedy zásahy, při kterých skutečná probírka dosahuje 50–98 % (75 %) tabulkové probírky a interval silných probírek pak zahrnuje zásahy ze 100–170 % (130 %) tabulkové probírky.

Nejjednodušší je však možno kvantifikovat interval intenzity probírky – jak uvádí prof. Halaj – přímo pomocí rozdělení bodového rozptylového

pole podle skutečných decenálních probírkových procent výzkumných ploch ve 3 pásech, tedy na probírku slabou (spodní pás), mírnou (střední pás) a silnou (horní pás).

Druhým hlavním cílem Halajovy studie bylo vypracování probírkových tabulek pro smrkové porosty ČSSR, tedy odvození tabulek decenálních probírek (m^3 na ha) a tabulek decenálních probírkových procent pro potřebu hospodářsko-úpravnické praxe a lesního provozu.

Matematický model pro určení decenální probírky v m^3 na ha odvodil autor studie v závislosti na věku porostu, na bonitě, zakmenění a na stupni zásobové úrovně induktivním rozбором tvaru jednoduchých korelací dvojic znaků v pokusném materiálu. Korelace mezi decenální probírkou a věkem má tvar konkávní paraboly, korelace s bonitou, zakmeněním a stupněm zásobové úrovně je lineární.

Induktivní cestou odvodil též matematický model pro určení decenálního probírkového procenta, a to rozбором tvaru jednoduchých korelací mezi decenálním probírkovým procentem a věkem

(závislost má tvar hyperboly) a zakmeněním (přibližně lineární korelace). Další korelace mezi decenálním probírkovým procentem a bonitou, popř. stupněm zásobové úrovně, není prakticky žádána.

Pro praktické využití obou matematických modelů uvádí prof. Halaj ve své studii decenální probírky v m^3 na ha i decenální probírkové procento přímo v tabelární formě.

Rozbor kvantitativních ukazatelů druhu a intenzity probírek ve smrkových porostech přinesl řadu teoretických poznatků, které je možno použít při konstrukci růstových tabulek k odvození výše probírek. Kromě toho přinesla Halajova teoretická studie i řadu praktických poznatků využitelných přímo v hospodářskoúpravnické praxi. Praktickou aplikací tohoto výzkumu je vyhotovení probírkových tabulek pro smrkové porosty v ČSSR, tj. odvození tabulek decenálních probírek v m^3 na ha a tabulek decenálních probírkových procent. Proto by publikace prof. Halaje neměla chybět v knihovnách lesníků činných jak v taxační praxi, tak v lesním provozu.

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

Podepsáno k tisku 23. 6. 1978.

OBSAH

Dejmal J.: Soustředěnost těžných stromů na ploše jako faktor limitující výkonnost těžebních skupin	557
Krešl J.: Vliv lesní dopravní sítě na vodní režim lesa	567
Pospíšil J.: Výzkum náletu pylu na samičí orgány modřínu evropského (<i>Larix decidua</i> Mill.)	581
Prudič Z.: Vliv porostní skladby na produkci smrko-bukového vegetačního stupně	601
Příhoda A.: Poškození bukových sazenic mšicí bukovou [<i>Phyllaphis fagi</i> (L.)] a následné houbové nákazy	619

Aktuality

Poliščuk A. P.: Zmenšování vlivu hluku a vibrací řetězových pil na pracovníky	627
Vyskot M.: Funkce lesů v zemědělsko-průmyslové soustavě ČSSR	629
Vysloužil J.: Válek Z.: Lesní dřeviny jako vodohospodářský a protierozní činitel. 1977, Praha	631
Pařez J.: Halaj J.: Prebierky smrekových porastov v ČSSR. 1976, Bratislava	632

Příloha

Matematické metody v lesnictví

Páv B.: Matematická statistika v lesnictví (II. část)	
---	--

СОДЕРЖАНИЕ

Деймал Я.: Сосредоточенность заготавливаемых деревьев на площади как фактор, ограничивающий производительность лесоборочных групп	565
Крешл И.: Влияние лесной транспортной сети на водный режим леса	578
Поспишил Я.: Научное исследование налета пыльцы на женские органы лиственницы европейской (<i>Larix decidua</i> Mill.)	598
Прудиц З.: Влияние лесного состава на продукцию елово-буковой вегетативной ступени	617
Прийгода А.: Повреждение буковых саженцев тлей буковой (<i>Phyllaphis fagi</i> L.) и последующие грибовые заражения	626

Новости

Полищук А.: Уменьшение влияния шума и вибрации цепных пил на работников	627
Вискот М.: Функция лесов в агро-промышленной системе ЧССР	629
Вислоужил Я.: Вáлек, З.: Лесные древесные породы как водохозяйственный и противоэрозийный фактор. 1977, Прага	631
Паржез Я.: Галай Я.: Прорубки еловых насаждений в ЧССР. 1976, Братислава	632

Приложение

Математические методы в лесном хозяйстве

Пáv B.: Математическая статистика в лесном хозяйстве (II часть)	21
---	----

CONTENTS

Dejmal J.: Concentration of Felled Trees on the Area as a Factor Limiting the Performance of Logging Crews	565
Krešl J.: Effect of the Forest Road Network on the Water Regime of the Forest	578
Pospíšil J.: The Investigation of Pollen Natural Seeding onto Female Organs of the European Larch (<i>Larix decidua</i> Mill.)	598
Prudič Z.: The Effect of Stand Composition on the Production of the Spruce-Beech Vegetation Zone	618
Příhoda A.: Damage of Beech Plants with <i>Phyllaphis fagi</i> (L.) and Consequent Fungus Infections	626

Topical News

Poliščuk A. P.: Reduction of the Effect of Noise and Vibrations of Chain Saws on the Workers	627
Vyskot M.: Function of Forests in the Agro-industrial System of the Czechoslovak Socialist Republic	629
Vysloužil J.: Válek Z.: Forest Tree Species as Water-management and Anti-erosion Factor. 1977, Praha	631
Pařez J.: Halaj J.: Spruce Stand Thinnings in the Czechoslovak Socialist Republic. 1976, Bratislava	632

Supplement

Mathematical Methods in Forestry

Páv B.: Mathematical Statistics in Forestry (Part II)	21
---	----



Dejmal J.: Konzentration der genutzten Bäume auf einer Fläche als ein die Leistungsfähigkeit der Nutzungsgruppen limitierender Faktor	566
Krešl J.: Einfluß des Waldtransportnetzes auf die Wasserwirtschaft des Waldes	579
Pospíšil J.: Untersuchung des Blütenstaubanfluges auf weibliche Organe bei Europäischer Lärche (<i>Larix decidua</i> Mill.)	598
Prudič Z.: Einfluß der Bestandeszusammensetzung auf die Produktion der Vegetationsstufe <i>Piceeto-Fagetum</i>	618
Příhoda A.: Beschädigung von Buchensetzlingen durch die Buchenblattlaus (<i>Phyllaphis fagi</i> L.) und nachfolgende Pilzansteckungen	En 626
Aktualitäten	
Poliščuk A. P.: Herabsetzung des Einflusses von Geräusch und Vibrationen der Kettensägen auf die Beschäftigten	627
Vyskot M.: Waldfunktion im landwirtschaftlich-industriellen Komplexen der ČSSR	629
Vysloužil J.: Válek Z.: Waldholzarten als Wasserwirtschaftsfaktor, der gegen Erosionen gerichtet ist. 1977, Prag	631
Pařez J.: Halaj J.: Durchforstung von Fichtenbestand in der ČSSR. 1976, Bratislava	632
Beilage	
Mathematische Methoden in der Forstwirtschaft	
Páv B.: Mathematische Statistik in der Forstwirtschaft (II. Teil)	21

TABLE DES MATIÈRES

Dejmal J.: Concentration des arbres exploités sur la surface, en tant que facteur qui limite le rendement des groupes d'exploitation	An 565
Krešl J.: Influence du réseau de transport forestier sur le régime hydrique de la forêt	579
Pospíšil J.: L'étude portant sur le semis naturel du pollen sur les organes femelles du mélèze d'Europe (<i>Larix decidua</i> Mill.)	599
Prudič Z.: Influence de la structure des peuplements sur la production de l'étage végétation de l'épicéa à hêtre	An 618
Příhoda A.: Endommagement des plants de hêtre provoqué par le puceron du hêtre (<i>Phyllaphis fagi</i> L.) et infections cryptogamiques consécutives	626
Actualités	
Poliščuk A. P.: Abaissement de l'influence du bruit et des vibrations des scies à chaîne sur les travailleurs	627
Vyskot M.: Fonction des forêts dans le système agro-industriel de la ČSSR	629
Vysloužil J.: Válek Z.: Essences forestières en tant que facteur d'aménagement des eaux et antiérosif. 1977, Prague	631
Pařez J.: Halaj J.: Eclaircies des peuplements d'épicéa en Tchécoslovaquie. 1976, Bratislava	632
Annexe	
Méthodes mathématiques en sylviculture	
Páv B.: Statistique mathématique en sylviculture (II ^e partie)	21

LESNICTVÍ č. 8/1978

je zaměřeno na problémy z lesnické ekonomiky:

- Hromada E.: Problematika využívání surovinových zdrojů dřeva v ČSSR
 Ruprich J.: Funkční a kvalifikační vývoj technicko-hospodářských pracovníků Státních lesů ČR
 Bludovský Z.: Objektivizace počtu a struktury technicko-hospodářských pracovníků lesních závodů
 Lizna A., Temmllová B.: Výsledky výzkumu motivačních faktorů u lesních dělníků
 Novotný V.: Některé problémy výstavby automatizovaných systémů řízení v lesním hospodářství
 Král E.: Odvození nové modifikace postupného testu a některé možnosti jejího využití při posuzování kvality v lesnictví

Lesnictví č. 8/1978 stojí 12,— Kčs. Objednávky přijímá

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

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

MATEMATICKÉ METODY V LESNICTVÍ

B. PÁV: Matematická statistika v lesnictví (II. část)

PŘÍLOHA LESNICTVÍ 24 (LI), 1978, ČÍSLO 7

III. TEORIE OVĚŘOVÁNÍ STATISTICKÝCH HYPOTÉZ

V této kapitole si vyložíme tyto základní pojmy: statistická hypotéza, nulová hypotéza, kritický obor, hladina významnosti, problém ověřování hypotéz jako problém rozhodování mezi dvěma akcemi, chyba 1. a 2. druhu, testovaná hypotéza, pravděpodobnost chyby 1. a 2. druhu, silofunkce.

Nejdříve si uvedeme příklad, na němž si postupně budeme konkretizovat nové pojmy.

Příklad III.1. Bylo třeba ověřit jistý způsob hnojení na smrkových sazenicích. Za 5 let po vysázení dvouletých sazenic byla průměrná výška sazenic podle tamějších zkušeností $\xi_1 = 95$ cm. Po pohnutí půdy v těchto podmínkách bylo na pokusně vysázených sazenicích téže kvality a věku zjištěno, že průměrná výška je $\bar{x} = 114$ cm. Vidíme, že průměrná výška určitého (omezeného) počtu hnojených sazenic, na něž hledíme jako na náhodný výběr ze základního souboru s neznámou průměrnou výškou, kterou označíme jako ξ_2 , je o 19 cm větší než průměrná výška nehnojených sazenic. Vzniká zde otázka, zda hnojení má podstatný vliv na výšku sazenic nebo zda větší průměrná výška byla způsobena náhodnými okolnostmi? Jinými slovy (řečeno v statistických pojmech) chceme prostřednictvím výběrového průměru usoudit, zda neznámý průměr ξ_2 pomyslného základního souboru, který by tvořily hnojené sazenice, se liší od průměru ξ_1 nehnojených sazenic.

V uvažovaném příkladu si chceme ověřit určitý předpoklad o vlastnosti průměru základního souboru. Podobně si můžeme verifikovat předpoklady o vlastnostech ostatních parametrů základního souboru. Často také jako pracovní podmínku činíme předpoklad o typu rozložení četností, na příklad že rozložení četností je normální.¹⁾

Všechny uvažované hypotézy, které se týkají rozložení nebo parametrů základního souboru, se vztahují na rozložení četností vůbec. V případě hypotéz o parametrech základního souboru jde o jejich specifikaci při známém rozložení četností, v druhém případě jde o určení typu samotného rozložení. Hypotézy, jež se týkají vlastností rozložení četností, se nazývají hypotézami statistickými. Tudíž můžeme již říci, co je předmětem ověřování statistických hypotéz.

Teorie ověřování statistických hypotéz se zabývá verifikací předpokladů o neznámých vlastnostech rozložení četností.

Nyní se vrátíme k našemu příkladu. Zde v podstatě uvažujeme dva základní soubory. Základní soubor nehnojených sazenic a základní soubor sazenic hnojených. O průměru prvního základního souboru $\xi_1 = 95$ cm předpokládáme, že je určen dostatečně přesně. Průměr druhého základního souboru ξ_2 však neznáme. Kdybychom jej znali,

¹⁾ Je vhodné zde poznamenat, že se v poslední době zjistilo, že normální rozložení není tak „všudypřítomné“ a často neodráží tak dobře skutečná rozložení náhodných veličin, jako se dříve myslelo.

pak by řešení formulovaného problému bylo jednoduché, záleželo by ve srovnání průměru ξ_1 s průměrem ξ_2 . Hodnotu průměru ξ_2 neznáme, máme však k dispozici jeho odhad $\bar{x} = 114$ cm, který jej reprezentuje s větší nebo menší přesností, jež závisí na výběru. Hodnoty výběrových průměrů však kolísají, mění se od výběru k výběru a jejich měnlivost může být vyjádřena — jak jsme si dříve odůvodnili v předchozí kapitole — v případě normálního rozložení základního souboru nebo v případě dosti velkého výběru n vzorcem

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (\text{III.1})$$

kde σ je směrodatnou odchylkou základního souboru. Přes kolísání výběrových průměrů se však budeme snažit pomocí $\bar{x}$ — v rámci pravděpodobnosti — ověřit hypotézu o rovnosti průměrů obou základních souborů, tj. hypotézu

$$\xi_1 = \xi_2.$$

Hypotézu lze zformulovat i jinak: není rozdílu mezi průměry základních souborů neboli platí

$$\xi_1 - \xi_2 = 0. \quad (\text{III.2})$$

Hypotézy toho druhu, kdy předpokládáme, že není rozdílu mezi parametry základních souborů, se nazývají nulovými hypotézami. S nulovými hypotézami se ve statistické praxi setkáváme často.

Statistickou hypotézu (např. nulovou hypotézu) přijmeme, jestliže si vhodným způsobem ověříme, že je možno důvodně soudit, že pozorovaný výběr, resp. výběrová charakteristika pořízená na základě výběru, mohl být vzat ze základního souboru s těmi vlastnostmi, jež odpovídají hypotéze. Není však možno určit ostrou hranici mezi výběry, které by mohly a které by nemohly vyjít z hypotetického základního souboru, jelikož každá výběrová charakteristika náhodně kolísá od výběru k výběru a vykazuje odchylky od parametru základního souboru. Každá charakteristika má však své rozdělení četností, na jehož základě je možno určit pravděpodobnost, že studovaný náhodný výběr pochází ze základního souboru daného hypotézou. Je-li tato pravděpodobnost malá, hypotéza se zamítne, je-li velká, hypotéza se přijme a odchylka mezi výběrovou charakteristikou a hypotetickým parametrem se připsuje náhodnému kolísání charakteristiky.

Vrátíme se opět k našemu příkladu o hnojení sazenic. Průměrná výška pokusně hnojených sazenic neboli výběrový průměr je $\bar{x} = 114$ cm. Předpokládáme, že výběrový průměr má směrodatnou odchylku vyjádřenou podle formule (III.1) rovnu $\sigma_{\bar{x}} = 6,5$ cm. Při nulové hypotéze uvažujeme na ose $\bar{x}$ nekonečný interval I zdola uzavřený (obr. III.1), definovaný nerovností

$$\bar{x} > \xi_1 + u\sigma_{\bar{x}}. \quad (\text{III.3})$$

Dosadíme-li za ξ_1 a $\sigma_{\bar{x}}$ konkrétní čísla z našeho příkladu, bude mít uvažovaná nerovnost specifický tvar:

$$\bar{x} > 95 + 6,5u. \quad (\text{III.4})$$

Jestliže lze předpokládat, že rozsah výběru n je dostatečně velký (což v našem případě, kde n je počet hnojených sazenic, je splněno), pak pravděpodobnost, že výběrový průměr $\bar{x}$ (při nulové hypotéze $\xi_1 = \xi_2$) padne do intervalu I je

$$P\{\bar{x} > \xi_1 + u_\alpha \sigma_{\bar{x}}\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{u_\alpha}^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 1 - \Phi(u_\alpha) = \alpha. \quad (\text{III.5})$$

neboli konkrétněji s použitím (III.4)

$$P\{\bar{x} > 95 + 6,5u_\alpha\} = 1 - \Phi(u_\alpha) = \alpha, \quad (\text{III.6})$$

kde symbol $\Phi(u)$ značí hodnotu distribuční funkce normálního rozložení (Janko, 1958), tzv. standardizované náhodné proměnné z , o níž ještě pojednáme dále, tedy

$$\Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{z^2}{2}} dz.$$

Bude-li hodnota pravděpodobnosti α menší než $1/2$, můžeme se klonit k názoru, že rozdíl mezi výběrovým průměrem $\bar{x}$ a parametrem ξ_1 není náhodný, a pochybovat o správnosti nulové hypotézy. Většinou se žádá, aby hodnota pravděpodobnosti, při níž se uznává rozdíl za významný, byla malá. Jestliže pravděpodobnost, že náhodná proměnná $\bar{x}$ se bude nacházet v intervalu I , je malá, pak máme co dělat s jevem prakticky nemožným. Padne-li tedy, po provedení výběru, průměr $\bar{x}$ do intervalu I , je to pro nás signálem, že ověřovaná hypotéza nebude správná.

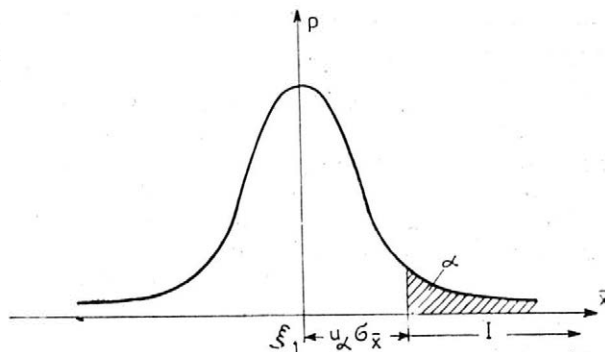
Uvažovaný interval I se nazývá kritickým oborem a pravděpodobnost $P = \alpha$ (viz III.5 a III.6) hladinou významnosti. Nyní si můžeme upřesnit oba pojmy.

Kritický obor je množina výběrů, které vedou k zamítnutí statistické hypotézy.

Hladina významnosti je pravděpodobnost, že náhodná proměnná přesáhne nebo nedosáhne určitou danou hodnotu.

Kritický obor I a hladina významnosti α pro náš příklad jsou znázorněny na obr. 1.

1. Kritický obor I odpovídající hladině významnosti α při normálním rozložení výběrových průměrů $\bar{x}$



Nyní vzniká otázka, při které hladině významnosti máme považovat odchylku za statisticky významnou? Nutno zdůraznit, že není možno paušálně stanovit jednu takovou hodnotu. Velikost hladiny významnosti je dána především povahou problému a závažností ověřované hypotézy. Jsou problémy, při nichž vyhovuje hladina významnosti 0,20 nebo 0,10, při jiných zase 0,05 nebo 0,01.

Dejme tomu, že bychom při výrobě určité drogy ověřovali hypotézu, která by zněla „droga je toxická“. V tomto případě použijeme nízké hladiny významnosti (např. 0,01), protože verifikovaná hypotéza je velmi závažná a kdybychom ji zamítli, při tom však by byla správná, mohlo by zde dojít k neblahým následkům.

Z příkladu vidíme, že někdy — ze závažných důvodů — požadujeme k uznání významnosti určité hodnoty nějaké charakteristiky nízkou hladinu významnosti. Vzniká otázka, proč nezvolíme za hladinu významnosti hodnotu 0,001 nebo nižší. Musíme si však připomenout — jak jsme si řekli dříve — že hodnoty této pravděpodobnosti (hladiny významnosti) mluví ve prospěch významnosti, jakmile klesají pod 1/2 a jestliže určité hladiny významnosti neuznáme za významné, je to z opatrnosti, abychom nezamítali správnou hypotézu. Na druhé straně při velmi nízké hladině významnosti se vystavujeme nebezpečí, že skutečné rozdíly mezi hypotetickým souborem a souborem, z něhož byl výběr vzat, nebudou uznány za významné.

Z uvedených úvah vyplývá, že musíme být velmi rozumní při volbě hladiny významnosti, která je do velké míry ovlivňována zkušenostmi z oboru, v němž se šetření provádí. Podrobněji se touto otázkou budeme zabývat ještě dále. Pro informaci uvedeme, že běžné hladiny významnosti, které se v praxi užívají, jsou 0,05 a 0,01.

Zvolíme-li pro náš příklad obvyklou 5% hladinu významnosti neboli $\alpha = 0,05$, najdeme v tabulce Laplace-Gaussova integrálu (Janko 1958, tabulka 2) hodnotu $u_{0,05} = 1,65$. Dosadíme-li tuto číselnou hodnotu do nerovnosti (III.4), bude již kritický obor I , odpovídající 5% hladině významnosti, jednoznačně určen a bude dán nerovností

$$\bar{x} > 105,7. \quad (\text{III.7})$$

Průměrná výška hnojených sazenic byla $\bar{x} = 114$; vidíme tedy, že tato hodnota se nachází v kritickém oboru I (neboť $114 > 105,7$) neboli hypotézu (III.2) na 5% hladině významnosti zamítáme. Abychom se pojistili proti nesprávnému rozhodnutí, tj. proti zamítnutí, kdyby hypotéza byla správná, zkonstruuujeme kritický obor i pro benevolentní 1% hladinu významnosti. Pro $\alpha = 0,01$ nacházíme v tabulce 2 (Janko 1958) hodnotu $u_{0,01} = 2,33$. Potom nerovnost (III.4) nabude specifického tvaru

$$\bar{x} > 110,1. \quad (\text{III.8})$$

Vidíme, že ani 1% hladina významnosti nevede k přijetí hypotézy (III.2), neboť stále platí $114 > 110,1$.

Kdy se setkáváme s otázkou ověřování statistických hypotéz? Problém verifikace statistických hypotéz se vyskytuje tehdy, když jsme okolnostmi nuceni volit mezi dvěma postupy jednání — buď učiníme akci A nebo B. Je to problém rozhodování mezi dvěma alternativami. V našem případě může být akcí A nehnojení a akcí B hnojení sazenic.

Abychom mohli mluvit o testu statistické hypotézy, je třeba, aby provedení akcí A nebo B záviselo na výběrovém rozložení určité charakteristiky (např. rozložení výběrových průměrů), na jejímž základě děláme posuzování.

Označme jako H takovou hypotézu, že dáme přednost akci A před B, bude-li hypotéza správná. Dále označme $\bar{H}$ hypotézu, že — v případě její správnosti — dáme naopak přednost akci B před akcí A. Volba mezi dvěma akcemi A a B bude znamenat totéž jako přijetí jedné z hypotéz H a $\bar{H}$ a zamítnutí druhé.

Nutno zdůraznit, že hypotézy H a $\bar{H}$ jsou vzájemně disjunktní a jejich součet tvoří vyčerpávající množinu všech možných případů. Hypotézu $\bar{H}$ nazýváme hypotézou alternativní nebo také opačnou k hypotéze H .

Nazveme-li dále hypotézu H hypotézou testovou, zredukuje se nám verifikace hypotéz na přijetí nebo zamítnutí testované hypotézy. Přijetí testované hypotézy H znamená zamítnutí $\bar{H}$ a naopak zamítnutí H znamená přijetí alternativní hypotézy $\bar{H}$. Přijme-li testovanou hypotézu H , rozhodneme se pro akci A, zamítneme-li hypotézu H , učiníme akci B.

Při verifikaci hypotéz pracujeme, jak jsme si všimli v předchozím výkladu, vždy s určitým větším nebo menším volitelným rizikem. Nikdy nemáme úplnou jistotu, že přijímaná hypotéza je správná nebo naopak zamítnaná hypotéza je nesprávná. Ze čtyř možných rozhodnutí, které můžeme formulovat

1. hypotéza H je správná a je přijata,
2. hypotéza H je správná a je zamítnuta,
3. hypotéza $\bar{H}$ je správná a je přijata,
4. hypotéza $\bar{H}$ je správná a je zamítnuta,

je 2. a 4. rozhodnutí chybné. Při ověřování hypotéz se můžeme tedy dopustit dvou chyb

- a) zamítneme hypotézu H , když je správná,
- b) zamítneme hypotézu $\bar{H}$, když je správná.

Při zavedení pojmu „testovaná hypotéza“, můžeme obě chyby formulovat takto:

- a) zamítnutí testované hypotézy H , když je správná,
- b) přijetí testované hypotézy H , když správná není.

Nutno si uvědomit, že obě chyby, kterých se při ověřování hypotéz můžeme dopustit, nejsou vždy stejně závažné. Má jistě jinou váhu chyba — odvoláme-li se opět na náš příklad — že zamítneme hypotézu „hnojení nemá vliv na růst sazenic“, když by byla správná, než chyba vzniklá přijetím uvažované hypotézy, kdyby správná nebyla.

Co by mělo za následek zamítnutí hypotézy v případě její správnosti? Sazenice by se hnojily nebo by se aspoň doporučovalo, aby byly hnojeny. Stouply by značně náklady při vysazování sazenic (zvláště nebylo-li by použito hnojiva laciného), aniž by se dosáhlo nějakého zvláštního efektu při vzrůstu sazenic. Naopak, mohlo by zde být navíc nebezpečí, že se sazenice chemickými přípravky poškodí.

Co by bylo důsledkem přijetí hypotézy, kdyby nebyla správná? Sazenice by se nehnojily, nebyl by zde určitý účinek při růstu sazenic, avšak nevynaložily by se také žádné náklady, jež by mohly ve větším měřítku představovat značnou sumu. Na první pohled je evidentní, že závažnější chybou je chyba první.

Takové logické rozlišení chyb použijeme pro zavedení některých dalších pojmů důležitých při ověřování hypotéz.

Chybou prvního druhu budeme nazývat tu ze dvou možných chyb, které vyhnout se považujeme za důležitější. Méně důležitou chybu budeme nazývat chybou druhého druhu.

S touto dohodou svážeme i název testovaná hypotéza: Ze dvou možných hypotéz H a $\bar{H}$ nazveme tu hypotézu hypotézou testovanou, jejíž zamítnutí, kdyby byla správná, by vedlo k chybě prvního druhu.

Bude tedy v našem příkladě chybou prvního druhu, kdybychom hnojili a hnojení nemělo žádoucí účinek. Z toho také vyplývá, že testovanou hypotézou bude hypotéza „hnojení nemá vliv na růst sazenic“ (a nikoliv alternativní hypotéza „hnojení má vliv na růst sazenic“), protože jejím zamítnutím, v případě její správnosti, dopustili bychom se chyby prvního druhu.

Obě chyby, tj. chyba prvního i druhého druhu, spolu souvisí, jak nám vyplýne z další úvahy.

Chybu prvního druhu úplně vyloučíme, jestliže testovanou hypotézu přijmeme vždycky bez ohledu na pozorovaný výběr. Protože testovanou hypotézu nikdy nezamítáme (i když není správná), neuděláme nikdy chybu prvního druhu, ale zato v každém případě — i když testovaná hypotéza není správná — uděláme chybu druhého druhu.

Podobně bychom mohli eliminovat chybu druhého druhu, jestliže bychom v každém

případě testovanou hypotézu zamítali. V tom případě bychom se zase vždy — kdyby testovaná hypotéza byla správná — dopouštěli chyby prvního druhu.

Z uvedené úvahy plyne, že nelze učinit obě chyby libovolně malými. Bude-li malá jedna z chyb, bude při stejném postupu verifikace větší druhá chyba (nejde zde však o úměrnou závislost). Musí se tedy brát v úvahu při volbě hladiny významnosti nejen závažnost chyby prvního druhu, ale i váha chyby druhého. Naší snahou by bylo učinit obě chyby α a β dostatečně malé, avšak tento požadavek je splnitelný jen v jednoduchých, většinou teoretických případech.

Hypotézu zamítneme vždy, kdykoliv výběr nám dá takovou hodnotu charakteristiky K , na jejímž základě posuzujeme testovanou hypotézu, která padne do kritického oboru I . Použijeme-li symbolu $K \in I$, což znamená, že charakteristika K nabude některé hodnoty z kritického oboru I , můžeme stručně říci, že testovanou hypotézu zamítneme, kdykoliv $K \in I$. Použijeme-li symboliku běžnou při podmíněných jevech, kdy A/B znamená, že jev A je podmíněn jevem B , můžeme pravděpodobnost chyby prvního druhu symbolicky zapsat jako

$$P\{K \in I/H\} = \alpha, \quad (\text{III.9})$$

tedy pravděpodobnost — že charakteristika K nabude některé hodnoty z kritického oboru I za předpokladu správné testované hypotézy H — je α .

Nám již známá hladina významnosti α není nic jiného než předem stanovená číselná hodnota pravděpodobnosti chyby prvního druhu, již jsme ochotni připustit při ověřování hypotézy.

V našem příkladu je pravděpodobnost chyby prvního druhu (III.9) specifikována výrazem (III.5), tj. výrazem

$$P\{\bar{x} > \xi_1 + u_\alpha \sigma_{\bar{x}}\} = \alpha. \quad (\text{III.10})$$

Nerovnost v závorkách lze upravit na tvar

$$\frac{\bar{x} - \xi_1}{\sigma_{\bar{x}}} > u_\alpha.$$

Zavedeme-li značení

$$u = \frac{\bar{x} - \xi_1}{\sigma_{\bar{x}}}, \quad (\text{III.11})$$

můžeme pak pravděpodobnost (III.10) psát ještě jednodušeji jako

$$P\{u > u_\alpha\} = \alpha,$$

kde si hodnotu u_α určíme z relace

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{u_\alpha}^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \alpha.$$

Kritický obor (viz III.3)

$$\bar{x} > \xi_1 + u\sigma_{\bar{x}}$$

nám přešel transformací (III.11) v kritický obor

$$u > u_{\alpha}, \quad (\text{III.12})$$

který je totožný s kritickým oborem daným nerovností (III.3)

Při 5% hladině významnosti bude mít nerovnost (III.12) tvar

$$u > 1,65, \quad (\text{III.13})$$

podobně při $\alpha = 0,01$ dostaneme nerovnost

$$u > 2,33, \quad (\text{III.14})$$

kde čísla 1,65 a 2,33 najdeme v tabulce 2 (Janko 1958).

Vypočteme-li charakteristiku u , již specifikujeme na základě výběrových hodnot, dostaneme

$$u = \frac{\bar{x} - \xi_1}{\sigma_{\bar{x}}} = \frac{114 - 95}{6,5} = \frac{19}{6,5} = 2,92.$$

Podobně jako nerovnosti (III.7) a (III.8), tak i transformované nerovnosti (III.13) a (III.14), jež jsou vzájemně totožné, vedou k zamítnutí testované hypotézy (viz III.2)

$$\xi_1 - \xi_2 = 0$$

neboli k zamítnutí hypotézy „hnojení nemá vliv na růst sazenic“, neboť $u = 2,92$ je skutečně větší než tabelované hodnoty, odpovídající 5% i 1% hladině významnosti. Pracovní charakteristiku u , jakož i všechny podobné ostatní charakteristiky, pomocí nichž budeme pronášet pravděpodobnostní úsudky o testovaných hypotézách, budeme nazývat kritériem.

Zavedená charakteristika u (viz III.11) má normální rozložení s průměrem 0 a rozptylem 1 neboli je tzv. standardizovanou náhodnou proměnnou. Podobně, zavádíme-li i ostatní kritéria pro posuzování hypotéz, snažíme se je definovat tak, aby byla rozložena podle již známých zákonů rozložení četností nebo aby se aspoň pomocí těchto zákonů dalo aproximovat jejich správné rozložení.

Jako jsme si stanovili pravděpodobnost chyby prvního druhu, můžeme si určit i pravděpodobnost chyby druhého druhu.

Podle definice je pravděpodobnost chyby druhého druhu pravděpodobnost, že přijmeme hypotézu H , kdyby správná nebyla, tj. kdyby byla správná alternativní hypotéza $\bar{H}$. Víme, že hypotézu přijmeme vždycky, jestliže uvažované kritérium K nenabude žádné hodnoty z kritické oblasti I , tj. $K \notin I$. Symbolicky můžeme pravděpodobnost chyby druhého druhu zapsat jako

$$P\{K \notin I | \bar{H}\} = \beta, \quad (\text{III.15})$$

tedy pravděpodobnost, že kritérium K nenabude hodnoty z kritické oblasti I za předpokladu správnosti opačné hypotézy $\bar{H}$, je β .

Pravděpodobnost chyby druhého druhu nám může pomoci rozhodovat i při výběru kritérií pro ověřování hypotéz. Ze dvou kritérií, odpovídající jedné a téže hladině významnosti, bude to lepší, při němž pravděpodobnost chyby druhého druhu je menší.

Potíž je v tom, že hypotéza H bývá sice dosti jednoduchá (např. parametr $\theta = 0$), avšak $\bar{H}$ bývá zpravidla velmi složitá, skládá se z mnoha bodů (např. parametr $\theta \neq 0$). Důsledkem toho pak je, že lze sice učinit α libovolně malou, ale z principiálních důvodů nelze učinit rovněž β libovolně malou.

Nyní si stanovíme pravděpodobnost chyby druhého druhu pro náš příklad. Alternativní hypotéza bude znít:

Průměrná výška hnojených sazenic bude větší než průměrná výška sazenic nehnojených.

Symbolicky vyjádřeno

$$\xi_2 > \xi_1, \quad (\text{III.16})$$

Jestliže lze učinit základní předpoklad, že hnojení nemůže zhoršit jakost sazenic co do jejich výšky.

Uvažujme naše kritérium u , které je dáno výrazem

$$u = \frac{\bar{x} - \xi_1}{\sigma_{\bar{x}}}$$

a jež lze rozepsat jako

$$u = \frac{\bar{x} - \xi_2}{\sigma_{\bar{x}}} + \frac{\xi_2 - \xi_1}{\sigma_{\bar{x}}}$$

neboli stručně

$$u = \frac{\bar{x} - \xi_2}{\sigma_{\bar{x}}} + d, \quad (\text{III.17})$$

kde d je konstanta a je dána výrazem

$$d = \frac{\xi_2 - \xi_1}{\sigma_{\bar{x}}} = \frac{(\xi_2 - \xi_1) \sqrt{n}}{\sigma}. \quad (\text{III.18})$$

Náhodná proměnná $(\bar{x} - \xi_2)/\sigma_{\bar{x}}$ je normálně rozložena s průměrem 0 a rozptylem 1.

Pravděpodobnost chyby druhého druhu, tj. pravděpodobnost přijetí testované hypotézy, kdyby byla správná hypotéza alternativní (III.16) je dána vzhledem k (III.15) a (III.17) vztahem

$$\begin{aligned} P\{u < u_\alpha | \xi_2 - \xi_1\} &= P\left\{\left(\frac{\bar{x} - \xi_2}{\sigma_{\bar{x}}} + d\right) < u_\alpha\right\} = P\left\{\frac{\bar{x} - \xi_2}{\sigma_{\bar{x}}} < u_\alpha - d\right\} = \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{u_\alpha - d} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \Phi(u_\alpha - d) = \beta. \end{aligned} \quad (\text{III.19})$$

Bude-li, dejme tomu, ve skutečnosti rozdíl mezi parametry ξ_1 a ξ_2 14 cm, tj. difference $\xi_2 - \xi_1 = 14$ cm, bude konstanta d (viz III.18) rovna

$$d = \frac{\xi_2 - \xi_1}{\sigma_{\bar{x}}} = \frac{14}{6,5} = 2,15.$$

Z tabulky 2 (Janko 1958) najdeme, že pravděpodobnost chyby druhého druhu β bude pak podle (III.19) při 5% hladině významnosti

$$\beta = \Phi(1,65 - 2,15) = \Phi(-0,50) = 0,31,$$

při 1% hladině významnosti

$$\beta = \Phi(2,33 - 2,15) = \Phi(0,18) = 0,57.$$

Pravděpodobnost chyby druhého druhu, jak vidíme z (III.19) a uvedených číselných výsledků, závisí především na velikosti u_α , a to tak, že β bude menší pro menší hodnoty u_α při téže konstantě d . (Hodnoty u_α jsou specifikovány zvolenou hladinou významnosti. Malým hladinám významnosti odpovídají vysoké hodnoty u_α a obráceně.) Pravděpodobnost chyby druhého druhu dále závisí na velikosti konstanty d tak, že pro velká d , při téže hodnotě u_α , hodnoty β jsou malé a obráceně. Hodnoty d (viz III.18) budou velké pro velké difference mezi průměry obou základních souborů ($\xi_2 - \xi_1$) a pro velké rozsahy výběru n .

Z příkladu vidíme, že chybu druhého druhu můžeme zmenšit především tak, že zvolíme rozumnou (pokud možno větší — podle povahy problému) hladinu významnosti α . Bude tedy volba hladiny významnosti, a tím stanovení číselné hodnoty kritéria pro verifikaci hypotézy, jistým způsobem kompromisem mezi dvěma druhy chyb. Proto při praktických testovacích procedurách kontrolujeme především pravděpodobnost chyby prvního druhu α .

Dále vidíme, že velikost pravděpodobnosti chyby druhého druhu můžeme ovlivnit také rozsahem výběru. Pro větší rozsahy výběrů n dostaneme menší hodnoty β při stejné hladině významnosti α . Obráceně pro daná čísla α a β můžeme najít rozsah výběru n , což se často používá.

Pro úplnost se zde zmíníme ještě o tzv. silofunkci. Je to pravděpodobnost, že zamítneme hypotézu, kdyby nebyla správná. V naší symbolice tuto pravděpodobnost můžeme zapsat

$$P\{K \in I/\bar{H}\} = 1 - \beta$$

neboli je to doplňková pravděpodobnost k pravděpodobnosti chyby druhého druhu (viz III.15). Se zmenšujícími se hodnotami chyby druhého druhu se rovnoměrně zvětšují hodnoty, kterých nabývá silofunkce. Jelikož jsou k sobě pravděpodobnost chyby druhého druhu a „silofunkce“ v takovémto jednoduchém vztahu, nebudeme se touto pravděpodobností zabývat, protože nám nepřinese nic nového.

Nyní si ještě uděláme stochastickou interpretaci čísel α a β vzhledem k relativní četnosti.

Předpokládejme, že jsme vzali velký počet nezávislých náhodných výběrů z nějakého základního souboru. Na základě každého výběru učiníme jedno ze dvou možných rozhodnutí: buď hypotézu přijmeme, nebo ji zamítneme. Některá z učiněných rozhodnutí však nejsou správná.

1. Jestliže testovaná hypotéza H je správná, můžeme očekávat s pravděpodobností blízkou 1, že podíl nesprávných rozhodnutí — kdy hypotézu zamítneme — bude přibližně roven číslu α .

2. Jestliže testovaná hypotéza H není správná (neboli je správná alternativní hypotéza $\bar{H}$), je pravděpodobnost skoro 1, že podíl nesprávných rozhodnutí — kdy hypotézu přijímáme — nebude se mnoho lišit od čísla β .

Často říkáme, což bývá názornější, že ze 100 rozhodnutí učiníme průměrně 100α rozhodnutí nesprávných, jež vedou k chybě prvního druhu a podobně ze 100 rozhodnutí učiníme průměrně 100β rozhodnutí nesprávných, jež vedou k chybě druhého druhu.

Na konec této kapitoly ještě jednu poznámku. Dosti zevrubně jsme se zde zabývali

otázkou chyb. Po učiněném výkladu je tedy zřejmé, že nemůžeme nikdy s jistotou o ověřované hypotéze tvrdit, zda je správná nebo nesprávná. Zůstává zde vždy určitý větší nebo menší stupeň nejistoty, byť měřitelný (měříme jej pomocí pravděpodobnosti), který připouští možnost chybného rozhodnutí. Jestliže na příklad číselná hodnota námi použitého kritéria, porovnaná na základě výběru, nepadne do kritické oblasti, pak abychom se nemýlili, neformulujeme tvrzení tak, že testovaná hypotéza je správná, nýbrž tak, že informace, kterou dávají pozorovaná data, hypotézu nemůže vyvrátit.

IV. TEORIE KORELACE A REGRESE

IV. 1. TEORIE KORELACE

V praxi se nám velmi často stává, že se dvě nebo více veličin vzájemně podmiňují, tj. jedna ovlivňuje druhou, se změnou jedné veličiny mění se veličina druhá. Tyto veličiny spolu prostě souvisí, říkáme o nich, že spolu koreluje.

Dá se uvést řada příkladů korelace, jako např. objem kmene a výčetní tloušťka, výška kmene a výčetní tloušťka, počet kmenů na 1 ha a věk porostu, atmosférické srážky na volné ploše a v porostu, výskyt dřevokazných hub ev. hmyzu a počasí, ujímavost sazenic a počasí atd.

Na tomto místě je však třeba také uvést, že je třeba uvažovat reálné a logické vztahy a z nich pak vyvodit i logické závěry. Vzniká zde otázka, jak tyto vzájemné vztahy měřit, jak určit jejich velikost, abychom mohli dále určit jejich závažnost, po případě aby se daly srovnat s působením vlivů jiných. Vhodnou mírou pro posuzování korelace je tzv. korelační poměr, který budeme značit jako Q^2_{yx} . Indexy y a x (pořadí musí být zachováno) znamenají, že zkoumáme závislost náhodné proměnné y na náhodné proměnné x .

IV.1.a. Korelační poměr

Korelační poměr Q^2_{yx} je obecnou mírou korelace a je definován jako

$$Q^2_{yx} = 1 - \frac{S^2_y}{\sigma^2_y},$$

kde S^2_y je tzv. rozptyl kolem sloupcových průměrů a σ^2_y celkový rozptyl.

Pracovní forma korelačního poměru, vyjadřujícího závislost náhodné proměnné y na náhodné proměnné x , je

$$Q^2_{yx} = \frac{\sum_{i=1}^p \left[\frac{1}{n_i} \left(\sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} \right)^2 \right] - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} \right)^2}, \quad (\text{IV.1})$$

kde n — celkový počet pozorování, p — počet sloupců (tříd) a n_i — počet pozorování v i -tém sloupci.

Korelační poměr Q^2_{yx} má tyto vlastnosti:

- $Q^2_{yx} = 0$, když náhodná proměnná y nezávisí na náhodné proměnné x ,
- $Q^2_{yx} = 1$, když veličiny jsou na sobě pevně funkčně závislé (v matematickém smyslu).

c) $0 < Q^2_{yx} < 1$, když proměnná y je závislá na x , ale nikoliv jednoznačně (matematicky), nýbrž stochasticky. Síla vztahu je zřejmá z toho, jak blízko je Q^2_{yx} nule nebo 1. Hodnoty blízko nule ukazují na slabou závislost. Čím větší hodnotu vykazuje korelační poměr, tím usuzujeme na silnější korelaci.

Korelační poměr vypočítáme na základě tzv. korelační tabulky, kterou sestavíme pro tento konkrétní příklad.

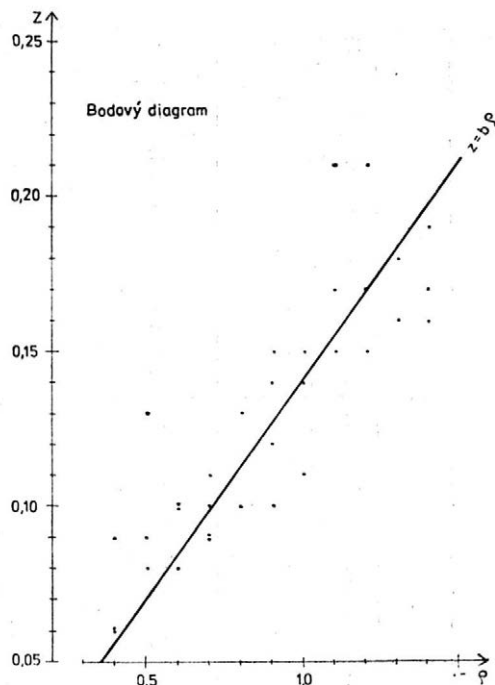
Příklad IV.1. Zkoumala se závislost prostorového zápoje²⁾ na zakmenění. Za tím účelem byla provedena příslušná dendrometrická měření na 33 zkusných plochách. Bylo třeba změřit sílu vztahu mezi zakmeněním ρ , jako nezávislou náhodnou proměnnou, a zápojem z , jako závislou náhodnou proměnnou. O tom, že nějaká korelace mezi uvažovanými veličinami existuje, napovídá zkonstruovaný bodový diagram (obr. 2). Protože jsme a priori nepředpokládali určitý specifický charakter vztahu, změřili jsme jeho sílu obecnou mírou korelace, tzv. korelačním poměrem $Q^2_{z\rho}$. Pro jeho výpočet jsme sestavili příslušnou korelační tabulku (tabulka I).

Pracovní tvar korelačního poměru, vyjadřujícího závislost náhodné proměnné z na náhodné proměnné ρ , je

$$Q^2_{z\rho} = \frac{\sum_{i=1}^p \left[\frac{1}{n_i} \left(\sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} \right)^2 \right] - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} \right)^2}.$$

Dosazením příslušných sum z prvního až třetího řádku pod čarou z korelační tabulky (zbývající tři řádky budeme potřebovat pro výpočet další korelační charakteristiky) do vzorce (IV.1) dostáváme

$$Q^2_{z\rho} = \frac{5888,65 - \frac{1}{33} 179\,776}{5986 - \frac{1}{33} 179\,776} = 0,82.$$



2. Grafické znázornění závislosti zápoje z na zakmenění ρ

²⁾ Prostorovým zápojem rozumíme poměr celkového objemu jednotlivých korun, k tzv. disponibilnímu prostoru porostu, přičemž disponibilním prostorem je plocha porostu vynásobená střední porostní výškou. Pro jednoduchost nebudeme mluvit dále o prostorovém zápoji, nýbrž jen o zápoji, kterým budeme mínit v předchozí větě definovaný prostorový zápoj.

I. Korelační tabulka

q_i		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14	
z_{ij}	z^2_{ij}	9	81	13	169	10	100	10	100	13	169	14	196	11	121	21	441	17	289	18	324	16	256
		6	36	8	64	8	64	11	121	10	100	10	100	15	225	17	289	21	441	16	256	17	289
		6	36	9	81	10	100	9	81			15	225	14	196	15	225	15	225			19	361
								9	81														
$\sum_{j=1}^{n_i} z_{ij}$	$\sum_{j=1}^{n_i} z^2_{ij}$	21	153	30	314	28	264	39	383	23	269	51	665	40	542	53	955	53	955	34	580	52	906
n_i		3		3		3		4		2		4		3		3		3		2		3	
$\frac{1}{n_i} \left(\sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} \right)^2$		147,00		300,00		261,33		380,25		264,50		650,25		533,33		936,33		936,33		578,00		901,33	
$q_i \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij}$		84		150		169		273		184		459		400		583		636		442		728	
$q_i n_i$		12		15		18		28		16		36		30		33		36		26		42	
$q^2_i n_i$		48		75		108		196		128		324		300		363		432		338		588	

$$424 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij}$$

$$5986 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} z^2_{ij}$$

$$33 = \sum_{i=1}^p n_i = n$$

$$5888,65 = \sum_{i=1}^p \left[\frac{1}{n_i} \left(\sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} \right)^2 \right]$$

$$4107 = \sum_{i=1}^p \left(q_i \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} \right)$$

$$292 = \sum_{i=1}^p q_i n_i$$

$$2900 = \sum_{i=1}^p q^2_i n_i$$

Poměrně vysoká číselná hodnota korelačního poměru $Q^2_{z_0} = 0,82$ nám naši hypotézu o existenci korelace potvrdila.

Tato závislost může být různého charakteru. Může být lineární — to znamená, že se zvětšujícím se zakmeněním zvětšuje se přímo úměrně i zápoj — nebo nelineární, což znamená, že se zápoj bude zvětšovat rychleji nebo pomaleji než zakmenění.

Vzniká otázka, jak poznat, zda jde o vztah lineární nebo nelineární? Na tuto otázku nám dává odpověď další míra korelace — korelační koeficient.

IV.1.b. Korelační koeficient

Korelační koeficient r je mírou lineární závislosti dvou náhodných proměnných y a x a je definován jako podíl kovariance σ_{yx} a součinu směrodatných odchylek σ_y a σ_x , tedy

$$r = \frac{\sigma_{yx}}{\sigma_y \sigma_x}.$$

Pracovní forma koeficientu korelace je

$$r_{xy} = \sqrt{\frac{\left[\sum_{i=1}^p \left(x_i \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} \right) - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^p x_i n_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} \right) \right]^2}{\left[\sum_{i=1}^p x_i^2 n_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^p x_i n_i \right)^2 \right] \cdot \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} \right)^2 \right]}}.$$

Korelační koeficient r má tyto vlastnosti:

a) Je symetrický vzhledem k náhodným proměnným x a y , což symbolicky vyjádříme jako

$$r_{yx} = r_{xy}.$$

To znamená, že měří současně jak závislost veličiny y na x , tak i obráceně závislost x na y (na rozdíl od korelačního poměru, u něhož $Q^2_{yx} \neq Q^2_{xy}$).

b) Pro

$$r = 0$$

jsou veličiny y a x nekorelované, tj. neexistuje žádný stochastický vztah mezi x a y .

c) V případě, že

$$-1 < r < 1 \text{ (přičemž } r \neq 0),$$

jsou náhodné proměnné y a x v korelaci, a to α) kladné pro $r > 0$, β) záporné pro $r < 0$. Termínem kladná korelace rozumíme, že se stoupajícími hodnotami x stoupají též hodnoty y , naopak zápornou korelací rozumíme, že se stoupajícími hodnotami x klesají hodnoty y .

d) Pro

$$r = \pm 1$$

je každá veličina funkcí druhé veličiny, a to lineární. To znamená, že veličiny y a x jsou vázány vztahem tvaru $y = \pm ax + b$, kde a je kladná konstanta. Tehdy říkáme, že veli-

činy x a y jsou v úplné (totální) korelaci, a to $\alpha)$ kladné pro $r = +1$, $\beta)$ záporné pro $r = -1$.

Dále si všimneme, v jakém vztahu jsou k sobě korelační poměr Q^2 a korelační koeficient r .

O těch platí:

a) $Q^2 < r^2$.

b) Jestliže je korelační poměr přibližně roven čtverci korelačního koeficientu (tzv. koeficientu determinace), tj.

$$Q^2_{yx} \doteq r^2,$$

pak můžeme předpokládat, že náhodně proměnné y a x jsou lineárně závislé.

Nyní se vrátíme k našemu příkladu IV.1. Po přepisu do naší symboliky

$$r = \sqrt{\frac{\left[\sum_{i=1}^p \left(\varrho_i \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} \right) - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^p \varrho_i n_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} \right) \right]^2}{\left[\sum_{i=1}^p \varrho_i^2 n_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^p \varrho_i n_i \right)^2 \right] \cdot \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} \right)^2 \right]}}.$$

Dosadíme-li do vzorce numerické hodnoty z korelační tabulky I včetně 4. až 6. řádku, dostaneme

$$r = \sqrt{\frac{\left[4107,10 - \frac{1}{33} 292 \cdot 424 \right]^2}{\left[2900 - \frac{1}{33} 292^2 \right] \cdot \left[5986 - \frac{1}{33} 424^2 \right]}} = 0,86.$$

Z vypočtené hodnoty koeficientu korelace r si potvrzujeme, že mezi veličinami ϱ a z je silná korelace, a to kladná. Abychom mohli posoudit linearitu závislosti, spočteme si čtverec koeficientu korelace. Tedy $r^2 = 0,74$, z čehož vyplývá, že je skutečně splněn vztah $0,82 > 0,74$ neboli $Q^2_z > r^2$.

Již pouhým srovnáním hodnot Q^2_z a r^2 je evidentní, že hodnoty se od sebe příliš neliší (jen o 8/100).

Z této skutečnosti vyplývá, že vztah mezi veličinami ϱ a z lze považovat za lineární (linearitu vztahu lze přesněji potvrdit pomocí tzv. F-testu).

Nyní, když jsme zjistili sílu vztahu a charakter vztahu, vyvstává nová otázka, zda by šel uvažovaný lineární vztah vyjádřit přímo nějakou rovnicí přímky, tj. analyticky. Na tuto otázku nám dá odpověď teorie regrese.

IV. 2. TEORIE REGRESE

IV.2.a. Lineární regrese

Lineární regrese se vyskytuje velmi často v praktických aplikacích, protože na lineární regresi lze transformovat značný počet regresí nelineárních.

Chceme-li tedy stochastický vztah náhodných proměnných x a y vyjádřit funkčně, přičemž x považujeme za nezávisle proměnnou a y za závisle proměnnou a omezíme-li se

na obor lineárních funkcí, pak — označíme-li směrnici přímky symbolem b a adiční konstantu jako a — je možno regresní přímku zapsat ve tvaru

$$y = a + bx,$$

kde parametry a a b nazýváme tzv. regresními koeficienty.

Odhady regresních koeficientů, které označíme symboly $\hat{a}$ a $\hat{b}$, určíme jako hodnoty, které při daných y_{ij} (y_{ij} značí j -tou hodnotu v i -tém sloupci) činí minimálním součet

$$\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - a - bx)^2.$$

Zderivujeme-li uvažovaný součet parciálně podle a a b a položíme-li tyto derivace rovny nule, dostaneme tzv. normální rovnice pro výpočet odhadů $\hat{a}$ a $\hat{b}$, které mají tvar

$$\begin{aligned} a \sum_{i=1}^p x_i n_i + b \sum_{i=1}^p x_i^2 n_i - \sum_{i=1}^p x_i \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} &= 0, \\ an + b \sum_{i=1}^p x_i n_i - \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} &= 0. \end{aligned} \quad (\text{IV.1})$$

Lze dokázat, že hodnoty $\hat{a}$ a $\hat{b}$ jsou tzv. maximálně věrohodnými odhady regresních koeficientů, tj. takovými odhady, při nichž hustota pravděpodobnosti pro dané hodnoty y_{ij} nabývá maxima.

Příslušné sumy najdeme v korelační tabulce, takže po dosazení přechází nám problém hledání odhadů regresních koeficientů — ve zmíněném smyslu nejlepších — na problém řešení dvou rovnic o dvou neznámých.

Nyní se vrátíme k našemu příkladu IV.1. V podkapitole o korelaci (IV.1.a) jsme zjistili, že vztah mezi zápojem a zakmeněním lze vyjádřit regresní přímkou. Logicky musí jít o přímku, která prochází počátkem, neboť je-li $\varrho = 0$, tj. nenachází-li se na ploše žádný hmotný kmen, musí být i zápoj nulový, tj. nenachází se tam ani koruna takového kmene. Tento trend vykazuje i empirický materiál (obr. 2), kdybychom jej extrapolovali směrem k počátku. Jde tedy o vztah vyjadřující přímou úměru, který obecně můžeme zapsat ve tvaru

$$z = b_Q,$$

kde b je koeficient regrese.

Odhad regresního koeficientu, který označíme symbolem $\hat{b}$, určíme jako hodnotu, která při daných z_{ij} (z_{ij} značí j -tou hodnotu zápoje v i -tém sloupci) činí minimální součet

$$\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} (z_{ij} - b_Q)^2.$$

Zderivujeme-li součet podle b a položíme-li tuto derivaci rovnu nule, dostaneme normální rovnici pro výpočet odhadu $\hat{b}$:

$$\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{n_i} (z_{ij} - b q_i) \cdot q_i = 0.$$

Z této rovnice je pak

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^p \left(q_i \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} \right)}{\sum_{i=1}^p q_i^2 n_i}.$$

Dosadíme-li do posledního vzorce konkrétní hodnoty z příslušné korelační tabulky, dostáváme

$$\hat{b} = \frac{4107}{2900} = 1,42.$$

K tomu je však třeba dodat, že pro zjednodušení číselné manipulace (tj. abychom odstranili desetinné čárky u čísel v tabulce) jsme použili lineární transformace veličin z a q . Namísto z jsme zavedli $z' = 100z$ a namísto q zase $q' = 10q$. Neboli maximálně věrohodný odhad $\hat{b}$ platí pro lineární regresi mezi transformovanými veličinami z' a q' , tedy pro vztah

$$z' = \hat{b} q'.$$

Dosadíme-li za z' a q' , převedeme tak vztah mezi transformovanými veličinami na vztah mezi veličinami z a q :

$$100z = \hat{b} 10q.$$

odkud

$$z = \frac{\hat{b}}{10} q.$$

po dosazení za $\hat{b}$

$$z = 0,142q.$$

Poslední rovnice nám vyjadřuje závislost zápoje z na zakmenění q . Odvozená přímka byla vynesena do bodového diagramu (obr. 2) plnou čarou a jak vidíme, k empirickému materiálu se velice dobře přimyká.

IV.2.b. Nelineární regrese

Otázka typu křivky, která má vystihnout průběh empirického materiálu má zvláštní důležitost v křivočaré regresi.

Velmi často lze vztah mezi nezávislou náhodnou proměnnou x a závislou proměnnou y vyjádřit mocninovou křivkou

$$y = ax^b,$$

kteřou lze jednoduchou logaritmickou transformací převést na přímku

$$\log y = \log a + b \log x$$

a použít odvozených normálních rovnic (IV.1).

Mnoho růstových procesů lze zase aproximovat exponenciální křivkou obecného tvaru

$$y = ab^x,$$

kteřou lze zlogaritmováním převést rovněž na lineární formu

$$\log y = \log a + x \log b$$

a aplikovat na ni normální rovnice (IV.1).

V praxi se nejčastěji setkáváme s parabolickou regresí, při níž vztah mezi náhodnými proměnnými x a y lze vyjádřit algebraickým polynomem

$$y = c_0 + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3 + \dots + c_nx^n.$$

Omezíme-li se pro demonstraci jen na první tři členy, tedy na polynom 2. stupně, dostaneme pro aproximaci vztahu mezi náhodnými proměnnými x a y parabolu tvaru

$$y = c_0 + c_1x + c_2x^2.$$

Koeficienty c_0 , c_1 a c_2 stanovíme již známou metodou nejmenších čtverců (podkapitola IV.2.a), tj. požadujeme, aby

$$\Sigma (y - c_0 - c_1x - c_2x^2)^2 = \text{minimum}.$$

Zderivujeme-li součet postupně parciálně podle c_0 , c_1 a c_2 a položíme-li derivace rovny nule, dostaneme tyto normální rovnice

$$nc_0 + c_1\Sigma x + c_2\Sigma x^2 - \Sigma y = 0,$$

$$c_0\Sigma x + c_1\Sigma x^2 + c_2\Sigma x^3 - \Sigma yx = 0,$$

$$c_0\Sigma x^2 + c_1\Sigma x^3 + c_2\Sigma x^4 - \Sigma yx^2 = 0,$$

z nichž po dosazení příslušných sum dostaneme řešením příslušné hodnoty koeficientů.

Podobně bychom postupovali u polynomů vyšších stupňů.

Použití polynomů, pokud a priori nemůžeme logicky dát přednost jiné funkci, má své matematické opodstatnění. Podle Weierstrasseho lze totiž každou reálnou spojitou funkci s libovolnou přesností, předem danou, aproximovat algebraickým polynomem. Přesněji řečeno: Necht $f(x)$ je reálná spojitá funkce definovaná v intervalu $\langle a, b \rangle$. Pak pro každé $\varepsilon > 0$ libovolně malé, existuje takový polynom $P_n(x)$, že pro všechna $x \in \langle a, b \rangle$

$$|P_n(x) - f(x)| < \varepsilon.$$

Závěrem této podkapitoly chceme říci, že jak jsme si z naznačeného mohli všimnout, jedna cesta zpracování experimentálního materiálu je dána teorií regrese. Je to metoda, s jejíž pomocí lze z experimentálních dat získat v jistém smyslu nejlepší formu kvanti-

tativního vztahu mezi pozorovanými veličinami. V lesnické literatuře se setkáváme velmi často s aplikacemi této metody na různé vztahy. Výsledky jsou však také někdy mylně vykládány. Dočítáme se na příklad o různých „zákonech“ (zvláště ve starší literatuře). To jsou v podstatě empirické vzorce kterými se snaží autoři více méně přesně vyrovnat empirická pozorování. Uděláme-li si matematickou analýzu použitých funkcí několika autorů, zjistíme, že tyto „zákony“ se od sebe často diametrálně liší. Kdyby různé takové matematické vzorečky byly zákony, vládla by v přírodě velká anarchie a nakonec bychom museli dospět k tomu, že objektivní zákon v přírodě neexistuje. Dostali bychom se tak na idealistickou platformu filosofického směru machistů, kteří tvrdí, že přírodní zákony nemají objektivní charakter, nýbrž že člověk je tvůrcem přírodního zákona.

Pouhá shoda empirického materiálu s vyrovnanou křivkou nás může přivést na dobrou cestu při hledání vnitřní souvislosti, avšak v žádném případě nezdůvodňuje užití té které křivky jako objektivního zákona.

Nutno si také dále uvědomit, že lze — půjdeme-li do extrému — pro dvě řady jakýchkoliv hodnot nalézt křivku, která je libovolně přesně svazuje, ačkoliv ve skutečnosti tato data k sobě vůbec žádný vztah mít nemusí.

Z tohoto čistě matematického aspektu plyne, že vyrovnání, které dostaneme, nemusí být bez dalšího ověření výrazem zákona reálně existujícího, ale pouze aproximací, byť libovolně přesnou.

Vyjádřeno v statistických pojmech, musíme se na experimentální data dívat jako na výběr ze základního souboru. Rozdíl mezi výběrem a základním souborem je jako rozdíl mezi počítky a objektivní skutečností. Výběr je tedy jen signálem o objektivní zákonitosti.

Literatura

1. HALD, A.: Statistical Theory with Engineering Applications. John Wiley and Sons New York, 1952
2. HIRSCH, W. Z.: Statistician and Policy Maker: A Partnership in the Making. Washington University. JASA, 1956, č. 3
3. JANKO, J.: Matematická statistika. SPN Praha, 1949
4. JANKO, J.: Statistické tabulky. ČSAV Praha, 1958
5. JANKO, J.: Theorie náhodných výběrů — odhady a některé testy významnosti. SPN Praha, 1951
6. PÁV, B.: Statistická kontrola jakosti a matematicko-statistické metody ve strojírenství. Hlavní správa MPP Praha, 1955
7. PÁV, B.: Vztah zápoje a zakmenění ve smrkových porostech v pásnu časté oblačnosti v Orlických horách. Diplomová práce Brno, 1975
8. ŠIDÁK, Z.: Současné vývojové směry matematické statistiky. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, XVIII, 1973, č. 3, s. 116-122

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