

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

8

ROČNÍK 36 (LXIII)
CENA 17, — Kčs
PRAHA
SRPEN 1990
ISSN 0024-1105

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis LESNICTVÍ

Redakční rada: akademik ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc. (předseda), prof. Ing. Mirjam Čech, CSc., prof. Ing. Jaroslav Bergl, CSc., Ing. Zdeněk Bludňovský, DrSc., doc. Ing. Igor Chudík, CSc., Ing. Ján Ilavský, CSc., doc. Ing. Jan Kouba, CSc., Ing. Jan Materna, CSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelššek, DrSc., člen korespondent ČSAV prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., prof. Ing. Miroslav Stolina, DrSc. Za vedení časopisu odpovídá akademik ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1990

OBSAH

Kula E.: Stanovištní podmínky výskytu ploskohřbetky smrkové (<i>Cephalcia abietis</i> L.) . . .	625
Supuka J.: Zhodnotenie imisného zafáženia zelene sídiel Slovenska pomocou analýzy ihlič <i>Pinus silvestris</i> L.	645
Jura S., Sequens J., Glomb V.: Některé výsledky a zkušenosti s měřením vitality stromů elektrickou odporovou metodou	663
Vyskot M., Coufalíková J.: Izolace a výtěžnost silic z biomasy jehličnatých dřevin. . .	675
Referát	
Podrázský V.: Výživa lesních porostů	693
Aktualita	
Macků J., Míchal I.: Minimální velikost lesních biocenter.	707
Landa M.: Strategie setrvalého rozvoje ČSFR	718
Recenze	
Kohán Š.: Produkcia biomasy agátu bieleho na Južnom Slovensku.	644
Greguš C.: Korpel Š. Pralesy Slovenska	662

СОДЕРЖАНИЕ

Кула Э.: Условия места распространения елового пилильщика-ткача (<i>Cephalcia abietis</i> L.)	641
Супука Я.: Оценка выпадения дымовых выбросов на зелень словацких жилых районов с помощью анализа хвои <i>Pinus silvestris</i> L.	660
Юра С., Секвенс Й., Гломб В.: Некоторые результаты и опыт по измерению витальности деревьев методом электрического сопротивления.	672
Выскот М., Цоуфаликова Я.: Изолирование и выход эфирных масел из биомассы хвойных пород	690
Реферат	
Подразски В.: Питание лесонасаждений.	693

CONTENTS

Kula E.: Site conditions of occurrence of spruce web-spinning sawly (<i>Cephalcia abietis</i> L.)	642
Supuka J.: Evaluation of pollutant contents in the verdure of settled localities in Slovakia by means of an analysis of <i>Pinus silvestris</i> L. needles	661

E. Kula

KULA, E. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Stanovištní podmínky výskytu ploskohřbetky smrkové (Cephalcia abietis L.)*. Lesnictví, 36, 1990 (8) : 625-643.

Ploskohřbetka smrková (*Cephalcia abietis* L.) se řadí rozsahem svého výskytu k nejvýznamnějším kalamišním škůdcům smrkových porostů v Československu. Předložená práce řeší otázky stanovištních nároků ploskohřbetky smrkové, které lze uplatnit v dlouhodobé prognóze ohrožení smrkových porostů. Kontrola výskytu ploskohřbetky smrkové se uskutečnila v souladu s oborovou normou 482714 ve 1191 porostě o celkové rozloze 7729 ha. Na některých lesních závodech v západních Čechách je signalizována nepřetržitě od roku 1964 a zvláště silné rozšíření bylo zaznamenáno v této oblasti na konci 70. let. U porostů s výskytem ploskohřbetky byla zpracována taxační charakteristika a stanovištní podmínky, charakteristika klimatická a byl podchycen zdravotní stav porostů především z hlediska stupně poškození antropogenními imisemi. Z uskutečněného šetření vyplynulo, že ploskohřbetka smrková napadala především porosty kyselé řady s lesními typy kyselá buková smrčina (33 %) a kyselá smrková bučina (16 %). Ohroženy byly porosty V. věkové třídy (50 %), IV. věkové třídy (29 %), nižší zastoupení bylo v porostech mladších 60 let (7 %) a starších 100 let (14 %). Stupeň zakmenění smrkových porostů ve vztahu k výskytu tohoto škůdce byl diferencován. Dominantními byly porosty s uvolněným zakmeněním (0,6 až 0,9) (69 %), přičemž s klesajícím zakmeněním se zvyšovala hustota housenic na kontrolní jednotku. Ploskohřbetka smrková preferuje expozici jihozápadní (38 %), jižní (21 %) a jihovýchodní (13 %), mírné svahy, abundance housenic vzrůstala se zvyšujícím se sklonem terénu. Jako nejběžnější pro výskyt ploskohřbetky smrkové byly hodnoceny polohy v nadmořské výšce 750 až 1000 m. Bylo prokázáno, že jsou napadány porosty zdravé i poškozené antropogenními imisemi do stupně IIIa, IIIb. Podíl housenic připadajících na kontrolní jednotku byl v průměru šestkrát vyšší v porostech zdravých v porovnání se silně poškozenými porosty.

ploskohřbetka smrková (*Cephalcia abietis* L.); stanovištní charakteristika; vztah přemnožení k typu lesa

Pro stanovení dlouhodobé prognózy ohrožení porostu před škodlivými činiteli je důležité znát vztahový komplex ekosystému, který je tvořen velkým množstvím složitých vazeb navzájem se ovlivňujících uvnitř i vně ekosystému a vedoucí k jeho rovnováze. V případě jejich narušení nastává vychýlení ekosystému a porucha, která z lesnického hlediska může vést k poškození společenstva. Protože člověk vytváří lesní společenstva již narušená (monokultury), přezvěšená, velkoplošně ovlivněná imisemi, musí docházet k intenzivnímu sledování reakcí negativních činitelů, zvláště biotických, aby bylo možné jejich důsledky včas eliminovat.

Mezi nejvýznamnější kalamišní škůdce smrku se vedle lýkožrouta smrkového, klikoroha borového a bekyně mpišky řadí i ploskohřbetka smrková (*Cephalcia abietis* L.), která ve stadiu housenice ožírá starší ročníky jehlic smrku. Vzhledem k rozsahu napadených porostů tímto škůdcem na území ČR a stupni přemnožení i diskusím o vlivu imisního poškození porostů na populační dynamiku ploskohřbetky nás vedlo k řešení otázky stanovení optimálních stanovištních podmínek pro rozvoj ploskohřbetky smrkové a uplatnit je v dlouhodobé prognóze ohrožení smrkových porostů.

Plaskohřbetka smrková se vyskytuje především ve střední Evropě (Československo, Rakousko, Německo), v severní Evropě, Sibiři a severní Číně (Veldmann a Fankhänel, 1984).

Napadá výhradně smrk, přičemž preferuje porosty 4. až 6. věkové třídy (Veldmann a Fankhänel, 1984). Kalandra (1952) uvádí stáří ohrožených porostů plaskohřbetkou 60 až 90 let, v gradační oblasti může přejít i do porostů mladších. Martinek (1986) sledoval populaci plaskohřbetky v porostech ve stáří od 85 do 125 let, podobné rozpětí (70 až 120 let) nalezneme u Schmutzenhofera (1985), který charakterizuje lokality s masovým výskytem tohoto škůdce v Rakousku.

Porostní zápoj se jeví rovněž jako jedno z kritérií ovlivňujících populaci plaskohřbetky. Vašek (1988) došel k závěru, že vyšší zastoupení housenic bylo pod korunami stromů v okrajové části porostu a na plochách v prořídlech částech porostu. Plné zapojení snižuje populační hustotu. Kalandra (1952) uvádí, že samičky preferují stromy s předrůstavou a volnou korunou, světlejší porostní okraje. Je zajímavé, že porosty s vysokým stupněm zápoje měly populaci pouze s dvouletou diapauzou (Bogenschtütz, 1986). Martinek (1986) popisuje výskyt plaskohřbetky na výzkumných plochách pouze se zakmeněním 9. Kudela (1957), Křístek (1981) považují za neohroženější porosty plaskohřbetkou pokud jsou mezernaté a prořídle. Martinek a Šrot (1986) uvádí pro vývoj plaskohřbetky severské optimální zakmenění 8.

Kalandra (1952) konstatoval výskyt plaskohřbetky smrkové od rovin po horské smřčiny s kalamiťným přemnožením ve vyšších polohách podhorských a horských. Za životní optimum považují pro tohoto škůdce nadmořskou výšku 500 až 1000 m Veldmann a Fankhänel (1984). Ohniska přemnožení plaskohřbetky sledovaná Martinkem (1986) byla situována do nadmořské výšky 580 až 840 m. Z Rakouska je výskyt plaskohřbetky v ohniskovém rozšíření hlášen od nadmořské výšky 400 do 1000 m, s hlavním výskytem v poloze 650 až 900 m n. m. Kudela (1957) uvádí, že plaskohřbetku smrkovou provází druh plaskohřbetka severská v nadmořské výšce 760 až 800 m, zatímco Martinek a Šrot (1986) tento druh (jarní fenologickou formu) signalizovali v přemnožení na lokalitách 500 až 600 m n. m.

Klimatickou charakteristiku lokalit s plaskohřbetkou smrkovou nalezneme u Schmutzenhofera (1985) – průměrné roční srážky 700 až 1200 mm (průměr 1000 mm) v hlavní oblasti; v lednu 3 až 4 °C se sněhovou pokrývkou 120 až 140 dní. Martinek (1986) uvádí průměrnou roční teplotu 5 až 7 °C, srážky 850 až 1250 mm. Pro plaskohřbetku severskou nalezneme charakteristiku u Martinka a Šrota (1986) s průměrnou roční teplotou 7,2 °C (vegetační období 13,2 °C) a průměrné roční srážky 750 mm (vegetační období 450 mm).

Zdravotní stav porostů s výskytem plaskohřbetky dává do souvislosti Křístek (1981), který považuje za ohrožené porosty s vrškovými zlomy. 80 % stromů bylo takto poškozeno v porostech LZ Nové Město na Moravě, kde se vyskytovala plaskohřbetka (Vašek, 1988). Rovněž za atraktivní jsou považovány porosty vystavené negativnímu působení antropogenních imisí a oslabené suchem (Martinek a Šrot, 1986). Na tuto skutečnost již upozornil Kalandra (1952) v Krušných horách, který dále mezi škodlivé činitele vytvářející vhodné podmínky pro plaskohřbetku řadí václavku a žr pílatek.

Ze stanovištních podmínek za atraktivní pro plaskohřbetku je považován porost nezabuřený, nepodmáčený (Kalandra, 1963). Extrémně suchá stanoviště jižních, jihozápadních a jihovýchodních expozií, případně dlouhotrvající suché období, podporuje rozvoj populace plaskohřbetky smrkové (Kalandra, 1963; Martinek a Šrot, 1986; Vašek, 1988). Schmutzenhofer (1985) připisuje i polohu západní. Vyšší výskyt vykazují porosty na hřebenech a svazích (Schmutzenhofer, 1985; Vašek, 1988). Na uvedených expoziích se vyšší teploty v drsných podmínkách odrážejí ve včasném odtání sněhové pokrývky v nadmořské výšce 700 až 800 m, která je pro plaskohřbetku typická (Vašek, 1988).

Martinek (1986) dává výše uvedené klimatické činitele do souvislosti s dorůstáním housenic v období dlouhého dne, který podporuje zkrácení diapauzy, a tím i častější frekvenci rojení škůdce. Naproti tomu deštivé a chladné počasí vede k prodloužení doby vývoje v krátkém dni a tím i diapauzního období.

Lesní typy s výskytem plaskohřbetky uvádí Martinek (1986) – kyselou jedlovou bučinu metlicovou, chudou smrkovou bučinu kyselou, bohatou jedlovou bučinu modřínovou, kyselou smrkovou bučinu třtinovou na bonitním stupni 2, 5, 6, 8. Schmutzenhofer (1985) plaskohřbetku spojuje se stupněm smrkovo-jedlovo-bukovým s hnědou lesní půdou na granodioritovém podloží nebo podzolech. Smrkové porosty založené na holinách původních bukovo-jedlových lesů s příměsí smrku. Zároveň charakterizuje rostlinné indikátory lokalit s výskytem tohoto blanokřídlého hmyzu. Vašek (1988) konstatuje, že 70 % porostů bylo na lesním typu kyselá smrková bučina metlicová a stejný údaj nacházíme u Martinka a Šrota (1986).

METODA A MATERIÁL

Při hodnocení stanovištních podmínek podmiňujících výskyt plaskohřbetky smrkové jsme vycházeli z kontroly housenic a rojivců škůdce uskutečněné v roce 1986 ve smrkových porostech

západočeských SL. Šetření se uskutečnilo v souladu s oborovou normou 48 2714. Byl vymezen soubor 1191 porostů (LZ Horní Blatná 881, LZ Železná Ruda 102, LZ Nýrsko 67, LZ Kraslice 141 porostů) napadených ploskohřbetkou. Pro tyto porosty jsme zpracovali z LHP taxační charakteristiku (věk, zakmenění, zastoupení dřevin), stanovištní podmínky (lesní typ, expozici, sklon terénu, nadmořskou výšku, zabuřnění), klimatickou charakteristiku (průměrné roční srážky a teplotu a délku vegetační doby), zdravotní stav porostů (poškození a ohrožení imisemi v souladu s metodickým návodem pro klasifikaci lesních porostů poškozených imisemi č. j. 26269/ORLH/169/ODV/87 ze dne 24. 3. 1988, dále jsme hodnotili stupeň poškození loupáním jelení zvěří a vrškovými zlomy. Zaznamenán byl počet vyskytující se housenic a rojivců ploskohřbetky smrkové v jednotlivých porostech.

Byla zkoumána závislost mezi počtem housenic (rojivců) a jednotlivými charakteristikami porostu. Pro statistickou analýzu byly použity základní statistické metody a veličiny: jednocestná analýza rozptylu, Duncanův test a korelační koeficient, případně lineární a kvadratické regrese. V interpretaci bylo použito kondenzované formy grafů. Zkratky souborů lesních typů v tabulkových a obrazových přílohách jsou převzaty z metodiky Lesprojektu (Plíva, 1980).

POPIS OBLASTI ŠETŘENÍ

Vzhledem k rozsahu porostů zahrnutých do hodnocení uvádíme pouze charakteristiku oblastí, kde se porosty napadené ploskohřbetkou smrkovou vyskytovaly.

LZ Horní Blatná a LZ Kraslice spadají do vyhraněné horské oblasti Krušných hor (Nejdecká žulová a Kraslická vrchovina). Převažují zde horské hnědé půdy (podzolované), čerstvé vlhké, živinami středně zásobené, na žulách půdy kypřé, lehké, písčitéjší. Kyselost půdy se zvyšuje působením průmyslových imisí. Průměrná roční teplota se podle nadmořské výšky pohybuje od 3,9 °C (polesí Horní Blatná) po 6,5 °C (polesí Nejdek) a roční úhrnné srážky dosahují hodnot od 743 do 990 mm. Délka vegetační doby je vymezena 110 až 130 dny. Západní vítr převládá a na jižních svazích vznikají výšehavé lokality. Dominantní jsou acidofilní společenstva druhově velmi chudá. Smrkové porosty, které mají nejvyšší zastoupení, jsou z velké části poškozené imisemi (v 7. a 8. lesním vegetačním stupni zcela zničené, v 5. a 6. lesním vegetačním stupni silně poškozené).

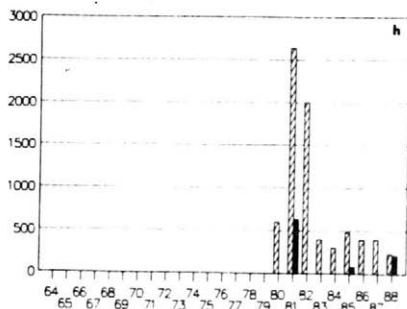
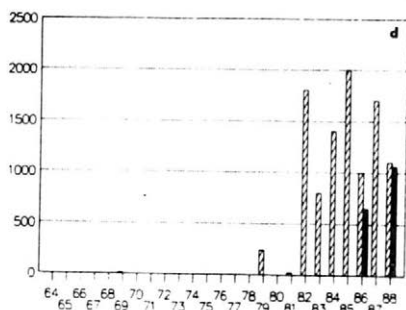
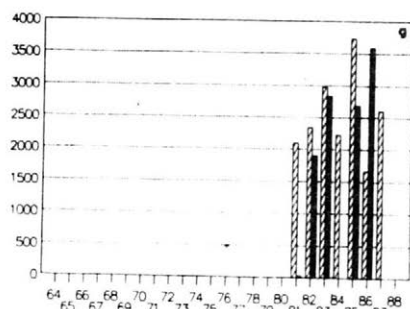
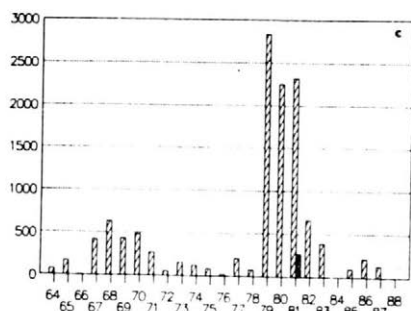
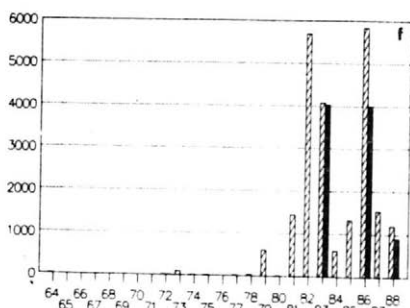
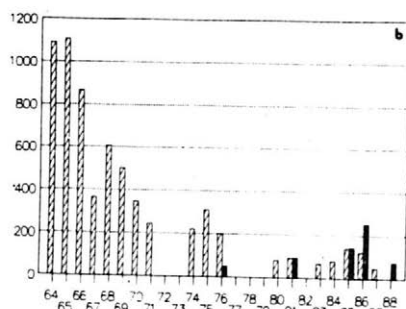
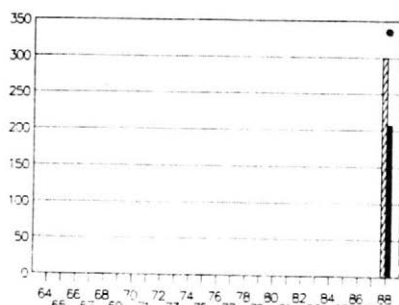
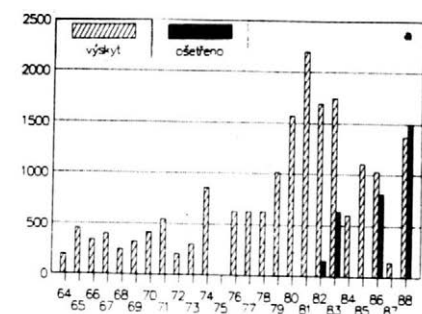
LZ Železná Ruda se rozkládá v horské oblasti Šumavy, podoblasti Pláně, která je pramenným územím Vltavy a Otavy, s průměrnou nadmořskou výškou 1000 až 1100 m. Povrch Pláně je převážně plochý, jen místy mírně zvlněný. Výrazně převažující skupinou půd jsou horské hnědé půdy, lehčí, hlinitopísčité. Průměrná roční teplota se pohybuje od 3,7 °C do 5,1 °C a úhrn srážek 830 až 1100 mm. Teplota je limitujícím faktorem na Pláně, kde se hromadí chladný vzduch a srážková voda. Vegetační doba je v rozsahu asi 100 dnů. Škody působí bořivý vítr a pozdní mrazy. Společenstva floristicky méně pestrá. Dominantní jsou jehličnaté porosty (90 %) se smrkem.

LZ Nýrsko – předhůří Šumavy, vrchovina s pahorkatinovými přechody. Častá, ostře zaříznutá údolí s příkrými svahy (450 až 500 m n. m.). Základ geologické stavby tvoří krystalické břidlice. Převažují půdy hlinito písčité. Celkově je klima na přechodu mezi horským klimatem Šumavy a mírným klimatem sousedních pánví. Na polesí Královský Hvozď se průměrná roční teplota pohybuje v rozmezí 4 až 5 °C a srážky dosahují hodnoty až 1270 mm ročně. Délka vegetační doby je 100 dní. Současné porosty mají značně změněnou skladbu. Dominantními jsou jehličnany (smrk 44 %, borovice 37 %). Vývoj porostů je silně ovlivňován sněhovými a větrnými kalamitami. Pro růstové podmínky je mimo jiné významná v této oblasti expozice (svahy ohrožené erozí) (Plíva a Žlábek, 1986). K typologickému hodnocení stanovišť s výskytem ploskohřbetky jsme využili též publikace Plíva (1980).

VÝSLEDKY

Ploskohřbetka smrková byla celkově registrována u osmi lesních závodů PŘ SL Plzeň, které lze rozdělit do skupiny, kde je výskyt tohoto škůdce signalizován nepřetržitě od roku 1964 (Kraslice, Domažlice, Planá), závody, kde na základě kontrol bylo výrazněji napadení porostů zaznamenáno až na konci 70. let (Nýrsko, Spálené Poříčí, Železná Ruda, Horní Blatná) a zcela nové ohnisko výskytu je na LZ Františkovo Lázně (od roku 1988) (obr. 1).

Dostupné poznatky o rozsahu ošetřených porostů v porostech výše uvedených LZ ukazují, že až na výjimky všechny zásahy se realizovaly v 80. letech a i když se uvádí ploskohřbetka jako škůdce s diapauzou, vysoká abundance housenic a překrývání populací vyvolalo potřebu každoročních zásahů (LZ Železná Ruda) (obr. 1).



1. Rozsah porostů napadených ploškohřbetkou smrkovou a ošetřených (ha) v letech 1964 až 1988 u PŘ SL Plzeň (a – Kraslice, b – Domažlice, c – Planá, d – Nýrsko, e – Františkovy Lázně, f – Horní Blatná, g – Železná Ruda, h – Spálené Poříčí) – The area of forest stands infested by spruce web-spinning sawfly and treated to control this pest (ha) in 1964 to 1988 in the Plzeň region (a – Kraslice, b – Domažlice, c – Planá, d – Nýrsko, e – Františkovy Lázně, f – Horní Blatná, g – Železná Ruda, h – Spálené Poříčí)

Při šetření v porostech čtyř lesních závodů (Horní Blatná, Kraslice, Železná Ruda a Nýrsko) bylo zahrnuto celkem 1196 porostů o ploše 7729 ha, kde se v roce 1986 vyskytla ploskohřbetka smrková.

Nejvyšší podíl měly porosty kyselé řady (5209 ha) a podmáčené (1411 ha). Dále se řadily porosty s ploskohřbetkou do řady živné (408 ha), oglejené (371 ha), extrémní (132 ha) a obohacené (100 ha) (tab. I).

Jedlovo bukový lesní vegetační stupeň tvořil 0,3 % a zahrnoval především kyselou jedlovou bučinu a dále byl ojedinělý výskyt zaznamenán v porostech svěží jedlové bučiny, chudé jedlové bučiny a vlhké jedlové bučiny.

Porosty smrkovo bukového lesního vegetačního stupně dosahovaly 29,9 %, kde dominantní byla kyselá smrková bučina (16,2 %), významné zastoupení měla podmáčená smrková jedlina (3,9 %) a svěží buková smrčina (3,8 %). V rozsahu do 2 % byly zaznamenány lesní typy svěží, kyselá a chudá smrková jedlina; kamenitá, skeletová, vlhká smrková bučina; svěží rašelinná smrčina.

Porosty s výskytem ploskohřbetky smrkové ve vegetačním lesním stupni bukovo smrkovém se podílely 52,7 %, přičemž dominantní byla kyselá buková smrčina (32,9 %), dále chudá smrková bučina (8,6 %). Vyšší zastoupení bylo zaznamenáno též u podmáčené jedlové smrčiny. Zbývající lesní typy dosahovaly podílu 0,4 až 1,4 % (skeletová, kamenitá, svěží jedlová smrčina; kyselá rašelinná smrčina).

Smrkový vegetační lesní stupeň (16,9 % porostů s ploskohřbetkou) měl nejrozsáhleji zastoupen lesní typ chudá smrčina (6,2 %) a podmáčená smrčina (4,4 %). Zbývajících 6 lesních typů jsme zaznamenali v rozsahu 0,4 až 2,1 % (skeletová, kyselá smrčina; klenová smrčina; podmáčená, chudá, zakrslá, vrchovištní smrčina).

Klečový vegetační lesní stupeň byl zastoupen pouze 0,1 %.

Porosty, ve kterých byla signalizována ploskohřbetka smrková, náležely ke 37 lesním typům (4 ve vegetačním lesním stupni jedlovo bukovém, 12 ve smrkovo bukovém, 12 v bukovo smrkovém, 8 ve smrkovém a 1 ve stupni klečovém).

Dominantním lesním typem byla kyselá buková smrčina (33 %, 2545 ha), kyselá smrková bučina (16 %, 1252 ha), chudá smrková bučina (8,6 %, 668 ha), chudá smrčina (6 %, 484 ha). Zastoupení ploskohřbetky bylo vyčísleno i u těchto lesních typů: podmáčená smrčina (4,4 %, 337 ha), podmáčená jedlová smrčina (3,8 %, 298 ha) a svěží smrková bučina (3,8 %, 297 ha).

Rozborem složení porostů s ploskohřbetkou smrkovou podle lesních typů byla zjištěna diference u jednotlivých lesních správ, kde se šetření uskutečnilo (obr. 2).

LESNÍ ZÁVOD HORNÍ BLATNÁ

Lesní správa Horní Blatná měla ploskohřbetku zastoupenou ve 12 lesních typech, z nichž dominantní byla kyselá smrková bučina (700 ha) a významný podíl dosahovala chudá smrčina, kyselá smrková bučina a podmáčená smrčina.

Lesní správa Nejdek zaznamenala nejpestřejší strukturu lesních typů s výskytem ploskohřbetky, z nichž tři byly dominantní (chudá buková smrčina 550 ha, kyselá buková smrčina 525 ha a kyselá smrková bučina 525 ha).

Lesní správa Pstruží měla 20 lesních typů s výskytem ploskohřbetky, přičemž 6 lesních typů lze klasifikovat jako významné svým rozsahem (kyselá buková smrčina 395 ha, chudá smrčina 260 ha, svěží smrková bučina 220 ha, podmáčená smrčina 210 ha, podmáčená zakrslá smrčina 105 ha, vrchovištní smrčina 95 ha).

Soubor lesních typů			5					6										
Lesní správa	Sa		K	M	S	V	F	G	K	M	N	O	P	Q	R	S	V	Y
Stříbrná	251,17 100	ha %	—	—	—	—	—	31	—	—	—	—	—	13	—	—	9	—
Krásná Lípa	382,66 100	ha %	—	—	—	—	—	36	—	—	—	—	1	21	11	—	—	—
Hojsova Stráž	841,90 100	ha %	—	—	—	—	—	—	23	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Javorná	274,61 100	ha %	—	—	—	—	—	—	92	—	—	—	—	—	—	7	1	—
Nová Říše	853,63 100	ha %	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hraničná	149,84 100	ha %	—	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—	18	—	—	—	—
Královský Hvozd	400,44 100	ha %	2	—	—	—	—	—	20	6	15	—	—	—	—	—	1	3
Horní Blatná	344,39 100	ha %	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	4	—	—
Nejdek	692,50 100	ha %	—	—	—	—	—	—	25	4	—	—	—	—	—	—	—	—
Pstruží	538,33 100	ha %	1	—	—	—	1	—	5	—	2	—	—	—	—	14	0,5	—
Celkem	729,47 100	ha %	0,24	0,02	0,06	0,01	0,27	3,89	16,20	1,27	1,15	0,17	0,05	1,80	0,57	3,85	0,49	0,17

LESNÍ ZÁVOD NÝRSKO

Lesní správa Královský Hvozd nebyla výrazněji postižena ploskohřbetkou, což se odrazilo i v tom, že ze 13 lesních typů s ploskohřbetkou pouze 3 měly její vyšší zastoupení: kyselá smrková bučina (80 ha), kyselá buková smrčina (72 ha) a chudá smrková bučina (54 ha).

LESNÍ ZÁVOD ŽELEZNÁ RUDA

Lesní správa Nová Říše s 9 lesními typy, z nichž byla ploskohřbetka nejčastěji zastoupena v kyselé bukové smrčině (470 ha), následovala podmáčená jedlová smrčina (115 ha). Zbývající lesní typy byly zastoupeny rovnoměrně s max. podílem 60 ha.

web-spinning sawfly in relation to the groups of forest types

7												8								9
G	K	M	N	O	P	Q	R	S	T	V	Y	A	G	K	M	Q	R	T	Y	R
26	-	-	-	1	1	10	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	1	7	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	54	7	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	9	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	55	2	3	7	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	18	6	7	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	7	-	-	-	-	1	-
1	52	-	3	-	-	-	1	2	-	-	-	-	9	-	15	-	2	-	-	-
2	25	33	-	-	2	1	1,5	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	1	0,5	-
	26	2	-	-	-	-	-	2	-	0,5	-	2	14	-	17	-	6	7	-	-
3,86	32,95	8,64	1,37	0,90	0,61	0,59	0,93	1,10	0,84	0,39	0,53	0,39	4,36	0,59	6,25	0,68	2,13	1,53	1,00	0,15

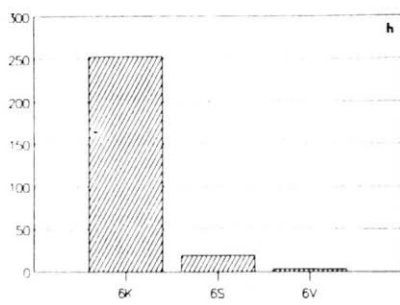
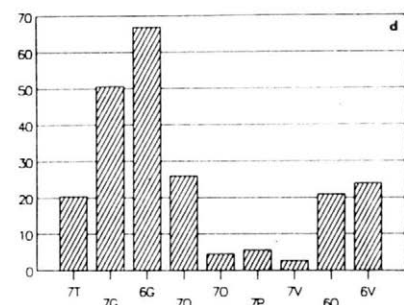
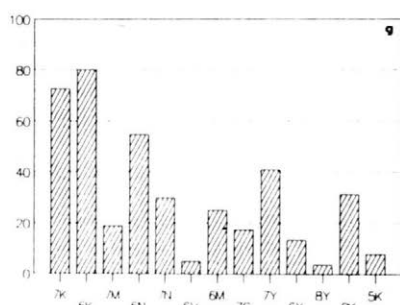
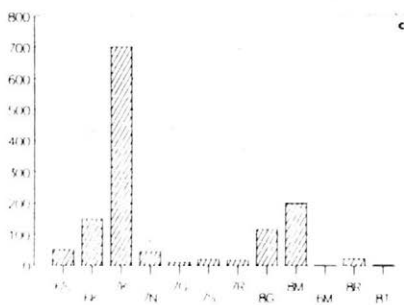
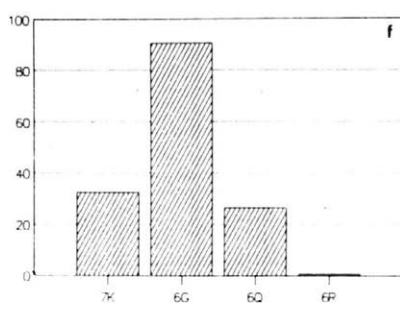
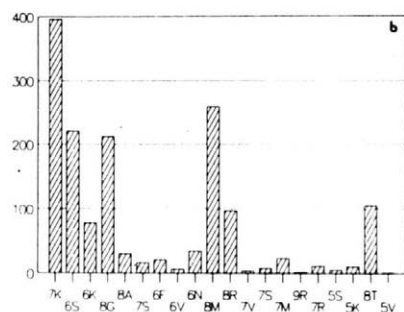
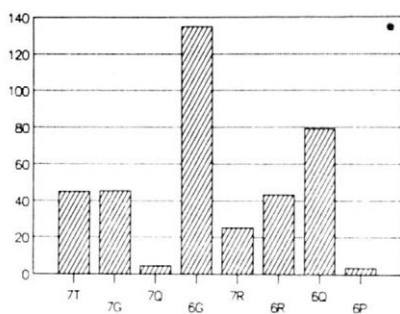
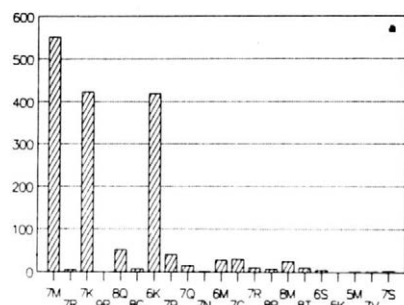
Lesní správa Hojsova Stráž měla 2 z 8 zjištěných lesních typů se zvýšeným zastoupením ploskohřbetky (kyselá buková smrčina 450 ha a kyselá smrková bučina 190 ha).

Lesní správa Javorná zaznamenala pouze 3 lesní typy s výskytem ploskohřbetky: kyselá smrková bučina tvořila podstatnou část (255 ha).

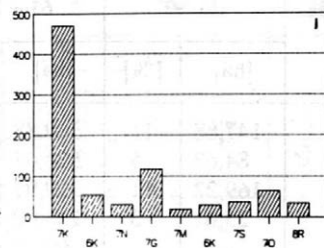
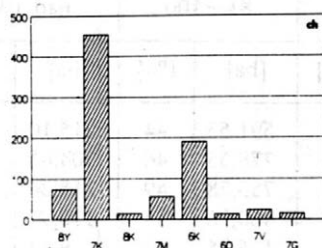
LESNÍ ZÁVOD KRASLICE

Lesní správa Hraničná zaznamenala ploskohřbetku ve 4 lesních typech, z nichž dominantním byla podmáčená smrková jedlina (90 ha).

Lesní správa Krásná Lípa signalizovala ploskohřbetku v porostech 8 lesních typů. Nejčastěji to byla podmáčená smrková jedlina (134 ha), chudá smrková jedlina (78 ha).



2. Zastoupení lesních typů v porostech napadených ploskohřbetkou smrkovou (ha) podle lesních správ (a – Nejdek, b – Pstruží, c – Horní Blatná, d – Stříbrná, e – Krásná Lípa, f – Hraničná, g – Královský Hvozd, h – Javorná, ch – Hojsova Stráž, j – Nová Říše) – Representation of forest types in the stands infested by spruce web-spinning sawfly (ha) according to forest administrations (a – Nejdek, b – Pstruží, c – Horní Blatná, d – Stříbrná, e – Krásná Lípa, f – Hraničná, g – Královský Hvozd, h – Javorná, ch – Hojsova Stráž, j – Nová Říše)



Lesní správa Střibná nevykazovala vysoké zastoupení porostů napadených ploskohřbetkou, i když spektrum lesních typů bylo početné (9) a mezi významnější lze zařadit podmáčenou smrkovou jedlinu (67 ha) a podmáčenou jedlovou smrčinu (50 ha).

Stářím se ploskohřbetkou napadené porosty studované oblasti řadily především do V. věkové třídy (81 až 100 let) 50 % a IV. věkové třídy (61 až 80 let) 29 %. Vyskytly se i porosty mladší 60 let, kde byla ploskohřbetka zaznamenána (7 %), stejně jako v porostech starších 100 let (14 %).

V podmínkách LZ Železná Ruda a Nýrsko tvořily nejatraktivnější porosty kategorie 81 až 100 let (54 až 64 %, průměr 60 %, zatímco výskyt ploskohřbetky v porostech mladších 60 let nebyl téměř zaznamenán). Ve věkové struktuře porostů napadených ploskohřbetkou se shodovaly LZ Horní Blatná a Kraslice. Podíl porostů V. věkové třídy byl 45 %, zatímco III. a IV. věková třída měly zastoupení porostů vyšší než u LZ Železná Ruda a Nýrsko (tab. II).

Při zhodnocení početního stavu housenic ploskohřbetky smrkové podle stáří porostu jsme nezjistili výraznějších rozdílů s výjimkou IV. věkové třídy, kdy disperze housenic byla v průměru o 23 ks.m⁻² nižší (obr. 3).

Stupeň zakmenění smrkových porostů ve vztahu k výskytu ploskohřbetky smrkové byl diferencován tak, že nejnižší podíl měly porosty s nižším zakmeněním než 0,6 (13 %) a porosty s plným zakmeněním (18 %). Porosty s uvolněným zakmeněním od 0,9 do 0,6 měly vyrovnané a dominantní zastoupení (69 %).

Jednotlivé oblasti šetření (LZ) se však lišily v rozložení porostů s ploskohřbetkou a stupněm zakmenění.

LZ Nýrsko a Železná Ruda měly napadené porosty soustředěny především tam, kde zakmenění dosahovalo hodnot 0,9 až 0,8 (55 %) a plného zakmenění (32 %), zatímco v případech nižšího zakmenění nedosahoval rozsah porostů 10 % (8 %, 4,5 %).

Na LZ Horní Blatná a Kraslice byl zaznamenán výrazný posun do porostů s nižším zakmeněním. Na LZ Horní Blatná byly dominantní porosty se zakmeněním 0,6 až 0,7 (50 %) a při plném zakmenění nedosahoval rozsah napadených porostů 10 %. LZ Kraslice vykazuje rovnoměrné zastoupení ploskohřbetkou napadených porostů při zakmenění 0,9 až 0,8 a 0,7 až 0,6 (30 %, 37 %), střední rozsah byl zaznamenán při plném zakmenění smrkových porostů (17 %) (tab. III).

Zhodnocení závislosti mezi počtem zjištěných housenic a zakmeněním ukázalo, že nejvyšší průměrný výskyt housenic jsme zaznamenali v porostech s plným zakmeněním (190 ks.m⁻²). Naproti tomu při zakmenění 0,8 až 0,9

II. Výskyt ploskohřbetky smrkové podle stáří porostů — The occurrence of spruce web-spinning sawfly in relation to stand age

Věk LS	do 60		61–80		81–100		nad 100		Celkem ha
	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	
Horní Blatná	147,88	11	389,88	29	591,53	44	215,10	16	1 344,99
Nejdek	84,63	5	524,67	31	778,55	46	304,65	18	1 692,50
Pstruží	169,22	11	399,97	26	753,78	49	215,36	14	1 538,33
Nová Říše	25,61	3	256,09	30	460,96	54	110,97	13	853,63
Javorná	—	—	90,62	33	175,75	64	8,24	3	274,61
Hojsova Stráž	16,84	2	252,57	30	505,14	60	67,35	8	841,90
Královský Hvozd	—	—	116,13	29	256,28	64	208,03	7	400,44
Stříbrná	32,65	13	67,82	27	105,49	42	45,21	18	251,17
Krásná Lípa	42,09	11	118,62	31	160,72	42	61,23	16	382,66
Hraničná	17,98	12	50,95	34	67,43	45	13,48	9	149,84
Celkem	536,90	7	2 267,32	29	3 855,63	50	1 069,62	14	7 729,47

III. Výskyt ploskohřbetky smrkové podle stupně zakmenění — The occurrence of spruce web-spinning sawfly in relation to stocking degree

Zakmenění LS	1,0		0,8–0,9		0,6–0,7		do 0,6		Celkem ha
	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	
Horní Blatná	80,66	6	295,77	22	658,75	49	309,21	23	1 344,39
Nejdek	203,10	12	406,20	24	880,10	52	203,10	12	1 692,50
Pstruží	215,37	14	307,67	20	738,40	48	276,89	18	1 538,33
Nová Říše	264,63	31	460,96	54	93,89	11	34,15	4	853,63
Javorná	79,64	29	156,52	57	24,72	9	13,73	5	274,61
Hojsova Stráž	277,83	33	488,30	58	42,10	5	33,67	4	841,90
Královský Hvozd	144,16	36	204,22	51	32,04	8	20,02	5	400,44
Stříbrná	47,73	19	60,28	24	123,07	49	20,09	8	251,17
Krásná Lípa	80,36	21	133,93	35	95,67	25	72,70	19	382,66
Hraničná	19,48	13	49,45	33	55,44	37	25,47	17	149,84
Celkem	1 412,96	18	2 563,30	33	2 744,18	36	1 009,03	13	7 729,47

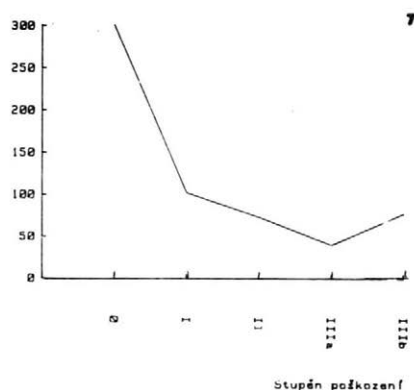
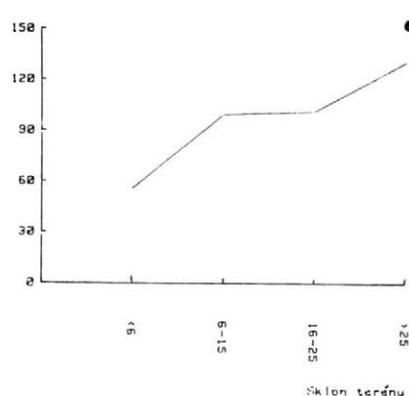
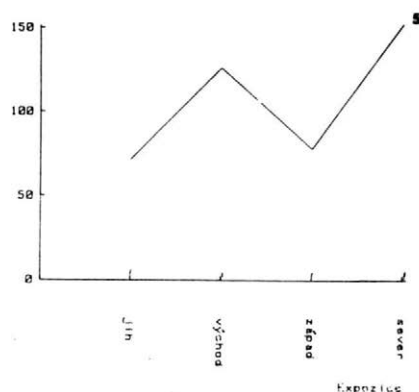
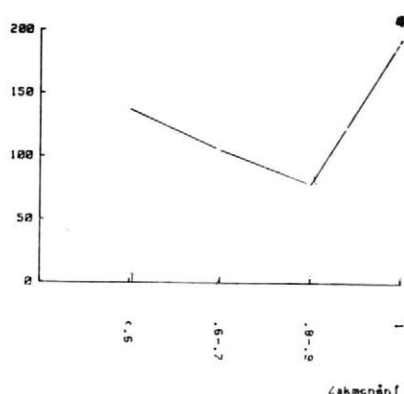
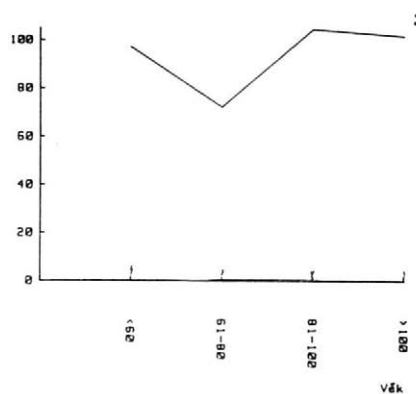
dosáhla průměrná výše disperze housenic $77 \text{ km} \cdot \text{s}^{-2}$. Početní zastoupení housenic na m^2 stoupalo s uvolňujícím se zápojem ($106 \text{ ks} \cdot \text{m}^{-2}$, $127 \text{ ks} \cdot \text{m}^{-2}$) (obr. 4).

U některých hmyzích škůdců může expozice ovlivnit jejich výskyt z hlediska početního zastoupení, doby výskytu apod.

Porosty s ploskohřbetkou smrkovou byly situovány především na lokality jihozápadní (38 %), jižní (21 %) a jihovýchodní (13 %), zatímco ostatní polohy jsme zaznamenali v celkovém rozsahu od 3 do 8 % (tab. IV). Výraznější odchylky v podílu porostů s ploskohřbetkou mezi jednotlivými správami se vyskytly pouze v expozici jihozápadní, kde bylo rozpětí od 14 do 62 %.

IV. Výskyt plaskohřbetky smrkové podle expozice – The occurrence of spruce web-spinning sawfly in relation to site exposures

Expozice	J		JZ		JV		S		SZ		SV		V		Z		Celkem
LS	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]
Horní Blatná	376,44	28	403,32	30	215,14	16	67,22	5	26,89	2	53,78	4	161,27	12	40,33	3	1 344,39
Nejdek	355,43	21	541,60	32	304,65	18	67,70	4	101,55	6	152,33	9	152,32	9	16,92	1	1 692,50
Pstruží	399,97	26	461,50	30	215,37	14	46,15	3	61,52	4	123,07	8	138,45	9	92,30	6	1 538,33
Nová Říše	102,44	12	409,74	48	100,97	13	17,07	2	34,15	4	42,67	5	102,44	12	34,15	4	853,63
Javorná	90,62	33	38,45	14	57,67	21	10,98	4	5,49	2	21,97	8	38,45	14	10,98	4	274,61
Hojsova Stráž	67,35	8	513,56	61	58,93	7	—	—	25,26	3	67,35	8	8,42	1	101,03	12	841,90
Královský Hvozd	80,09	20	208,23	52	32,04	8	—	—	8,09	2	16,02	4	12,00	3	44,05	11	400,44
Stříbrná	47,72	19	155,73	62	30,14	12	—	—	—	—	—	—	10,04	4	7,54	3	251,17
Krásná Lípa	84,19	22	206,64	54	38,27	10	—	—	—	—	19,13	5	22,95	6	11,48	3	382,66
Hraničná	29,97	20	58,44	39	11,99	8	4,49	3	10,49	7	1,50	1	25,47	17	7,49	5	149,84
Celkem	1 634,22	21	2 997,21	38	1 075,17	13	213,61	3	273,36	4	497,82	6	671,81	8	366,27	7	7 729,47



3. — 7. Průměrná disperze housenic ploskohřbetky smrkové (ks.m⁻² v porostech smrku podle věkových tříd (3), zakmenění (4), podle expozice (5), sklonu terénu (6), stupně poškození porostu (7) — Average dispersion of spruce web-spinning sawfly larvae (number per m²) in spruce stands in relation to age classes (3), stocking (4), exposure (5), terrain slope (6), degree of stand damage (7)

V. Výskyt ploskohřbetky smrkové podle konfigurace terénu – The occurrence of spruce web-spinning sawfly in relation to the terrain configuration

Konfigurace terénu	do 5°		6–15°		16–25°		nad 25°		Celkem
LS	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]
Horní Blatná	376,43	28	631,86	47	188,22	14	147,88	11	1 344,39
Nejdek	541,60	32	727,78	43	169,25	10	253,87	15	1 692,50
Pstruží	415,35	27	538,42	35	338,43	22	246,13	16	1 538,33
Nová Říše	247,55	29	324,38	38	162,19	19	119,51	14	853,63
Javorná	85,13	31	120,83	44	41,19	15	27,46	10	274,61
Hojsova Stráž	218,89	26	412,53	49	109,45	13	101,03	12	841,90
Královský Hvozď	124,14	31	156,17	39	80,09	20	40,04	10	400,44
Stříbrná	75,37	30	80,37	32	52,75	21	42,70	17	251,17
Krásná Lípa	118,62	31	160,72	42	61,23	16	42,09	11	382,66
Hraničná	43,45	29	53,95	36	25,47	17	26,07	18	149,84
Celkem	2 246,51	29	3 207,01	41	1 288,27	16	1 047,68	14	7 729,47

VI. Výskyt ploskohřbetky smrkové podle pásma ohrožení imisemi – The occurrence of spruce web-spinning sawfly in relation to the zones of pollutant risk

Pásmo	A		B		C		D	
LS	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
Horní Blatná	954,52	71	295,76	22	67,22	5	26,89	2
Nejdek	1 252,45	74	321,57	19	67,70	4	50,78	3
Pstruží	1 184,51	77	276,90	18	46,15	3	30,77	2
Nová Říše	—	—	—	—	665,84	78	187,79	22
Javorná	—	—	—	—	225,18	82	49,43	18
Hojsova Stráž	—	—	—	—	724,04	86	117,87	14
Královský Hvozď	—	—	—	—	352,39	88	48,05	12
Stříbrná	185,86	74	42,70	17	10,05	4	12,56	5
Krásná Lípa	275,52	72	61,22	16	22,96	6	22,96	6
Hraničná	113,88	76	23,97	16	7,49	5	4,50	3

Stanovení závislosti mezi počtem housenic v porostě a expozicí se omezilo pouze na hlavní světové strany. Nejvyšší disperzi housenic jsme zjistili v porostech severní (150 ks.m^{-2}) a východní expozice (127 ks.m^{-2}).

Konfigurace terénu, která byla zjišťována jako doplňkové kritérium pro stanovištní charakteristiku výskytu ploskohřbetky, ukázala jako dominantní porosty na mírných svazích (41 %) a rovinách (29 %). Střední a strmé svahy se podílely ve stejné výši (celkově 30 %). Zastoupení porostů podle konfigurace terénu je mezi jednotlivými lesními správami vyrovnané (tab. V).

Disperze housenic ploskohřbetky smrkové narůstala se zvyšujícím se sklonem terénu od průměrné hodnoty 56 ks.m^{-2} (rovina) na 100 a 103 ks.m^{-2} (mírný a střední sklon) až 132 ks.m^{-2} na příkrých svazích (obr. 6).

Stupeň poškození LS	0		I		II		IIIa		IIIb	
	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
Horní Blatná	—	—	—	—	67,22	5	161,33	12	1 115,84	83
Nejdek	—	—	—	—	118,47	7	287,73	17	1 286,30	76
Pstruží	—	—	—	—	—	—	323,05	21	1 215,28	79
Nová Říše	828,02	97	25,61	3	—	—	—	—	—	—
Javorná	269,12	98	5,49	2	—	—	—	—	—	—
Hojsova Stráž	799,80	95	42,10	5	—	—	—	—	—	—
Královský Hvozd	376,41	94	24,03	6	—	—	—	—	—	—
Stříbrná	—	—	—	—	—	—	27,63	11	223,54	89
Krásná Lípá	—	—	—	—	11,48	3	95,67	25	275,51	72
Hraničná	—	—	—	—	—	—	25,47	17	124,37	83

Výskyt ploskohřbetky smrkové v závislosti na nadmořské výšce byl zhodnocen za celou oblast zařazenou do šetření. Jako nejběžnější lze vyhodnotit polohy 750 až 1 000 m n. m., přičemž byl výskyt tohoto škůdce zaznamenán nevýrazným podílem i od 600 do 750 m n. m. a od 1 000 do 1 200 m n. m.

Porovnáním zjištěných počtů housenic a rojivců (obr. 8) je zřejmé, že v roce 1986 došlo k silnějším rojením ploskohřbetky smrkové ve sledované oblasti.

Oblast šetření s výskytem ploskohřbetky smrkové lze rozdělit i podle pásma ohrožení antropogenními imisemi. LZ Horní Blatná a Kraslice jsou představitelé imisních oblastí s porosty pásma ohrožení A, B, kde se soustředil i výskyt ploskohřbetky smrkové. Na LZ Horní Blatná 74 % smrkových porostů napadených ploskohřbetkou bylo v pásmu ohrožení A a 20 % v pásmu B. Pouze 4 % byly v pásmu C a 2 % v pásmu D ohrožení. Stejně lze charakterizovat i situaci na LZ Kraslice (74 % pásmo A, 16 % pásmo B, 5 % pásmo C a D).

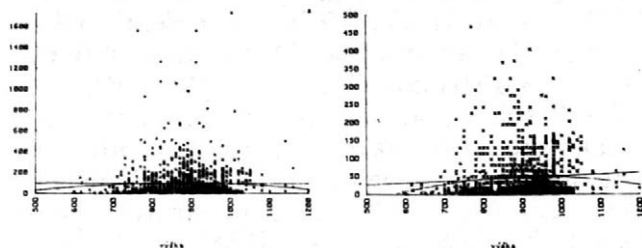
Podobnou strukturu měly LZ Železná Ruda a Nýrsko, kde dominantní zastoupení měly porosty s výskytem ploskohřbetky zařazené do pásma ohrožení C (83 %) a zbývající porosty náležely pásmu D (tab. VI).

Výskyt ploskohřbetky smrkové v porostech s různým stupněm poškození smrkových porostů antropogenními imisemi na LZ Horní Blatná se diferencovaly 4 % do II. stupně, 17 % do III.a stupně a 79 % do III.b stupně poškození. Na LZ Kraslice byla situace obdobná 1 % (II. stupeň), 18 % (IIIa), 81 % (IIIb). LZ Nýrsko a Železná Ruda měly napadené porosty bez poškození v rozsahu 96 % a v prvním stupni poškození 4 % (tab. VII).

Podíl housenic (ks. m^{-2}) v půdě porostů s různým stupněm poškození imisemi byl diferencován ve sledované oblasti. Dominantní výskyt v porostech nepoškozených (300 ks. m^{-2}) a se stupněm poškození klesala disperze housenic v porostech na 42 ks. m^{-2} (IIIa) a 76 ks. m^{-2} (IIIb) (obr. 7).

DISKUSE

Porosty napadené ploskohřbetkou pro oblast západních Čech uvádí Kalandra (1952) ze sklonku minulého století, s nejvyššími škodami



8. Disperze ploskohřbetky smrkové ve smrkových porostech v závislosti na nadmořské výšce (a – housenice, b – rojivci) – Dispersion of spruce web-spinning sawfly in spruce stands in relation to the height above sea level (a – pest larvae, b – next-spring swarms)

z tachovských revírů a z Bavorska, Českého lesa. V roce 1950 byl tento škůdce zaznamenán od Trhanova, Tachova, Chodové Planě po Krušné hory (Kraslice, Červený Hrádek, Jirkov, Klíny, Horní Litvínov). Současný stav výskytu ploskohřbetky ukazuje, že i nadále zůstává aktuálním škůdcem ve smrkovém hospodářství středních a vyšších poloh této oblasti.

Ploskohřbetka smrková jako škůdce s převážně několikaletou diapauzou (Escherich, 1942; Martinek, 1980, 1986) je ve svém vývoji závislá nejen na živné dřevině a její kvalitě, ale i na stanovišti, jeho půdních podmínkách. Podle stanovištní charakteristiky porostů s ploskohřbetkou můžeme konstatovat, že rozhodující zastoupení bylo v kyselé řadě, kde se vyskytují chudé, kyselé, dobře provzdušněné půdy se zhoršenou humifikací, s nižší schopností k zadržování vody a snazším sklonem k vysychání, zejména v nižších vegetačních lesních stupních. Převládají zde oligotrofní hnědé půdy a kyselé podloží. Na těchto stanovištích je snížena mikrobiální činnost. Jedná se o porosty s vyšší bezpečností z hlediska stability, s průměrnou produkcí. Zabuření nebývá výrazné.

Dominantní lesní typy „kyselá buková smrčina“ tvoří přechod k vlastní smrčíně a kyselá buková smrčina má přirozené zastoupení smrku, není zde vyvinuto keřové patro, je chudé. Martinek (1986) uvádí též „jedlovou bučinu modřínovou“ a Vašek (1988) považuje za dominantní „kyselou smrkovou bučinu metlicovou“.

Vysoké zastoupení ploskohřbetky v porostech podmačené (glejové) řady ukazuje na toleranci ploskohřbetky k půdám kyselým, trvale ovlivněným vodou a tvořících glejové horizonty. Jedná se však o stanoviště s nestagnujícím zamokřením, ale mírně prosakující vodou. Smrk má v těchto podmínkách nadprůměrnou produkci.

Méně významným se jeví výskyt ploskohřbetky v řadě živné a oglejené, kde stanoviště je charakterizované půdami dobře provzdušněnými s příznivou vlhkostí, vysokou produkcí a silným zabuřením a malou stabilitou porostů (živná řada). Jedná se převážně o kamenité, stinné svahy, hřebenové partie, rokle. Řada oglejená má specificky vymezený půdní režim se střídavým zamokřením (jaro) a vysycháním (léto). Převládající půdou je pseudoglej, který přechází v oglejené hnědé půdy.

Z výše uvedeného vyplývá, že ploskohřbetka smrková se soustřeďuje do porostů velmi kvalitních, přirozených pro výskyt smrku, na půdách s výrazným

vodním režimem (vlhčí, ne však trvale zamokřené, provzdušněné, nezabuřené), kde smrk dosahuje průměrné až nadprůměrné produkce.

Dosažené výsledky z hlediska zastoupení podle stáří porostů napadených ploskohřbetkou smrkovou korespondují s dřívějším zjištěním Kalandry (1952). Většina autorů udává i zastoupení ve výrazně starších porostech (100 až 125 let) (Schmutzerhofer, 1985; Martinek, 1986). V našem souboru napadených porostů tvořila tato kategorie pouze 14 %. Dominantní stáří bylo v kategorii 80 až 100 let (50 %). Podle množství housenic na m² byl nejnižší počet housenic zjištěn v porostech 61 až 80letých a porostech mladších 60 let.

Lze konstatovat, že porosty se zakmeněním 0,7 až 0,9 jsou příhodné pro výskyt ploskohřbetky, což potvrzuje i charakteristika, že se jedná o škůdce světломilného. Jeho výskyt může být podpořen uvolněním porostů v důsledku větrných polomů a ztráty jehličí vlivem imisního působení (Martinek, 1988). Proto snaha využít snížení zápoje a následného zabuřnění jako biotechnické formy boje s ploskohřbetkou nebude vhodné. Podle Stoliny (1976) je pravděpodobnost přemnožení fytofágního hmyzu větší při náhlém a značném uvolnění horizontálního zápoje.

Zajímavou závislost jsme však zjistili v disperzi housenic, která byla nejvyšší v porostech s plným zakmeněním, zatímco Vašek (1988) považuje vyšší zakmenění za faktor omezující populační hustotu škůdce a podle Bogen-schütze (1986) se může takové prostředí promítnout ve zkrácení diapauzy. Podíl porostů s plným zakmeněním a výskytem ploskohřbetky neměl v našem souboru porostů výraznější zastoupení.

Expozice porostů s výskytem ploskohřbetky jednoznačně potvrdila údaje Kalandry (1963), Martinka a Šrota (1986), neboť 72 % porostů bylo situováno jihozápadně, jižně nebo jihovýchodně. Konfigurace terénu (hřebenové partie a svahy) je spojována s vyšším výskytem ploskohřbetky (Schmutzerhofer, 1985; Vašek, 1988). Disperze housenic na m² však podle našich výsledků narůstala se zvyšujícím se sklonem, přičemž nejrozsáhlejší území s ploskohřbetkou bylo na mírných svazích.

Podle literárních údajů se vyskytuje ploskohřbetka smrková s určitými odchylkami v nadmořské výšce od 500 do 1000 m (Veldmann a Fankhänel, 1984; Martinek, 1986 aj.). V uvedeném šetření byla dominance porostů soustředěna do polohy do 750 do 1000 m n. m., přičemž okrajové hodnoty lze uvést 600 a 1200 m n. m.

Nové poznatky vytvořené působením, ohrožením a poškozením porostů antropogenními imisemi se promítly i do potřeby zhodnotit vliv ploskohřbetky smrkové a příbuzných druhů v imisních porostech. Martinek (1988) uvádí, že ztráta jehlic v imisních porostech vede k prosvětlení porostů, a tím i k tvorbě příhodných podmínek pro rozvoj populace škůdce.

Výsledky dosavadního výzkumu v podmínkách západočeských státních lesů ukázaly, že se ploskohřbetka smrková soustřeďuje nejen do porostů bez výraznějšího poškození imisemi, ale i do oblasti pásma ohrožení A, B a stupně poškození II, IIIa, IIIb. Disperze housenic a početní zastoupení na m² klesalo se stupněm ohrožení porostů a nejvyšší disperze byla zaznamenána v pásmu A.

ZÁVĚR

1. Ploskohřbetka smrková napadá kvalitní porosty smrku na jeho nejpříznivějších stanovištích s půdami s výrazným vodním režimem.

2. Rozhodující zastoupení měly porosty kyselé řady s dominantními lesními typy – kyselá buková smrčina (32 %) a kyselá smrková bučina (16 %).

3. Dominantní byla V. věková třída (50 %) a jako příznivé pro ploskohřbetku se ukazují podmínky uvolněných porostů (zakmenění 0,7 až 0,9), jihozápadní, jižní a jihovýchodní expozice (72 %) v nadmořské výšce 750 až 1000 m ve hřebenových partiích a na mírných svazích.

4. Ploskohřbetka smrková napadá porosty zdravé, ale i porosty se stupněm poškození imisemi IIIa, IIIb, přičemž podíl housenic na kontrolní jednotku byl vyšší v porostech zdravých nebo mírně poškozených.

Literatura

- BOGENSCHÜTZ, H.: Monitoring populations of defoliating sawflies in forests of south-west Germany. *Forest Ecology and Management*, 15, 1986, s. 23–30.
- ESCHERICH, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas. V, Band, Berlin, 1942.
- KALANDRA, A.: Ploskohřbetka smrková a boj proti ní. *Les. knihovna*, 14, Praha, 1952, 28 s.
- KALANDRA, A.: Příspěvek k průběhu gradace ploskohřbetky smrkové (*C. abietis* L.) v polestech Sedloňov u Náchoda v letech 1952–1960. *Les. Čas.*, 36, 1963, č. 9, s. 15–21.
- KŘÍSTEK, J.: Ochrana lesů. Učební texty SPN Praha, 1981.
- KUDELA, M.: Ploskohřbetka severská v Krušných horách. *Les. Práce*, 1957, č. 1, s. 228–229.
- MARTINEK, V.: Das Problem der Übervermehrung der Gemeinen Gespinstblattwespe *Cephalcia abietis* L. (*Hym., Pamphiliidae*) in Böhmen. *Rozpr. Českoslov. Akad. Věd, Řada MPV*, 90, 1980, č. 4, s. 1–165.
- MARTINEK, V.: Voltinismus ploskohřbetek rodu *Cephalcia* Pz. (*Hym., Pamphiliidae*) a ztráty v populaci během diapauzy eonymf. *Lesnictví*, 32, 1986, č. 8, s. 723–752.
- MARTINEK, V.: Rozlišování eonymf a pronymf ploskohřbetek. *Les. Práce*, 1988, č. 9, s. 415–418.
- MARTINEK, V. – ŠROT, M.: Přemnožení ploskohřbetky severské ve smrčinách u Náchoda. *Les. Práce*, 1986, č. 3, s. 117–121.
- PLÍVA, K.: Diferencované způsoby hospodaření v lesích ČSR. *MLVH ČSR, SZN Praha*, 1980, 214 s.
- PLÍVA, K. – ŽLÁBEK, I.: Přírodní lesní oblasti ČSR. *MLVH ČSR, SZN Praha*, 1986, 373 s.
- SCHMUTZENHOFER, H.: Site characteristics and mass outbreaks of *Cephalcia abietis* in Austria. *Proceeding of IUFRO conference, Dornoch, Scotland 1–7 Sept. 1980, Research and Development paper for comm. UK č. 135*, 1985, s. 27–35.
- VÁSEK, R.: Výskyt ploskohřbetky smrkové v podmínkách LZ Nové Město na Moravě. *Práce SVOČ, Brno* 1988, 44 s.
- STOLINA, M.: Odolnostný potenciál porastov, ukazatel stupňa ich ohrozenosti hmyzmi škodcami. *Lesnictví*, 22, 1976, s. 2, s. 157–169.
- VELDMANN, G. – FANKHÄNEL, H.: Die Grosse Fichtengespinstblattwespe (*C. abietis* L.). *Institut für Forstwissenschaften Eberswalde. Merkblatt*, 1984, č. 39, s. 1–15.
- Věstník MLVD ČSR: Metodický návod pro klasifikaci poškození lesních porostů imisemi. 1988, č. 5–6, s. 2–5.

Došlo dne 19. 5. 1989

КУЛА, Э. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Условия места распространения елового пилильщика-ткача. *Lesnictví*, 36, 1990 (8): 625–643.

Еловый пилильщик-ткач (*Cephalcia abietis* L.), масштабом своего распространения, принадлежит к наиболее значимым массовым вредителям еловых насаждений в Чехословакии. Предложенная работа решает вопросы требований к месту распространения пилильщика-ткача, которые можно применить в долгосрочном прогнозе опасности еловых насаждений. Контроль за распространением елового пилильщика-ткача осуществлялся в соответствии с отраслевым стандартом 482714 б 1191 насаждения с общей площадью 7729 га. На некоторых лесоводческих заводах в западной Чехии еловый пилильщик-ткач сигнализируется непрерывно с 1964 года. Особенно сильное распространение в данной области установили в конце 70-х годов. У насаждений с распространением пилильщика-ткача разрабатывали таксационную характеристику, условия места распространения, характеристику климата и было указано состояние здоровья насаждений прежде всего с точки зрения степени повреждения антропогенными выбросами. Из тщательного обследования можно сделать следующие выводы, что еловый пилильщик-ткач прежде всего поражал насаждения кислого ряда с лесными типами кислый буковый ельник (33 %) и кислый еловый букняк (16 %). Под угрозой находились насаждения V. возрастного класса (50 %), IV. возрастного класса (29 %). Более низкое распространение наблюдалось

в насаждениях моложе 60 лет (7 %) и старше 100 лет (14 %). Степень полноты насаждения ельников по отношению к распространению вредителя была дифференцирована. Преобладающими насаждениями были поросли со свободной полнотой насаждения (0,6–9) (69 %), причем с понижающейся молнотой насаждений увеличивалась густота гусениц на контрольную площадь. Еловый пилильщик-ткач предпочитает югозападную экспозицию (38 %), южную (21 %) и юговосточную (13 %), умеренные склоны, хотя и численность гусениц на единице площади возрастала с увеличивающимся склоном местности. В качестве наиболее часто встречающихся площадей пилильщика-ткача считают положения в высоте над уровнем моря 750–1000 м. Подтвердилось, что поражаются насаждения здоровые и поврежденные антропогенными выбросами до IIIа и IIIб степеней. Доля гусениц, приходящаяся на контрольную площадь в среднем была в шесть раз больше в здоровых насаждениях в сравнении с сильно поврежденными насаждениями.

еловый пилильщик-ткач (*Cephalcia abietis* L.); характеристика места распространения; отношение массового размножения к типам леса

KULA, E. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Site conditions of occurrence of spruce web-spinning sawfly (Cephalcia abietis L.)*. Lesnictví, 36, 1990 (8) : 625-643.

Spruce web-spinning sawfly (*Cephalcia abietis* L.) belongs by the range of its occurrence to the most serious calamity pests of spruce stands in Czechoslovakia. In the present paper the requirements for site conditions of spruce web-spinning sawfly are treated which could be applied to a long-range prognosis of spruce stand risks. The occurrence of spruce web-spinning sawfly was monitored in keeping with sectorial standard 48 2714 in 1191 forest stands with the total area of 7729 ha. In some forest establishments situated in West Bohemia spruce web-spinning sawfly has continually been reported since 1964 and especially large population levels of this pest were recorded in this region in the late seventies. In forest stands with the occurrence of spruce web-spinning sawfly taxation characteristics, site conditions and climatic characteristics were worked out, and the health of forest stands was described, mainly with respect to the degree of damage due to anthropogenic pollutants. The investigation showed that spruce web-spinning sawfly infested first of all forest stands of acid soil series with forest types acid *Fageto-Piceetum* (33 %) and acid *Piceeto-Fagetum* (16 %). The forest stands of age class V (50 %) were endangered, as well as those of age class IV (29 %). Lower population levels were found in forest stands younger than 60 years (7 %) and older than 100 years (14 %). The degree of stocking of spruce stands varied in relation to the occurrence of this pest. Forest stands with disengaged stocking (0.6 to 0.9) were dominant (69 %), and the population density of pest larvae per control unit was increasing with lower stocking. Spruce web-spinning sawfly prefers south-west (38 %), south (21 %) and south-east (13 %) exposures, moderate slopes, although the abundance of pest larvae increased with steeper slopes. The most common areas of spruce web-spinning sawfly occurrence were found to be sites at the height of 750 to 1000 m above sea level. It has been demonstrated that both healthy stands and stands damaged by anthropogenic pollutants to degrees IIIa, IIIb are infested by this pest. The number of pest larvae per control unit was on an average six times higher in healthy stands, in comparison with heavily damaged stands.

spruce web-spinning sawfly (*Cephalcia abietis* L.); site characteristics; relation between mass outbreak and forest types

KULA, E. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Standörtliche Bedingungen des Vorkommens der Fichtengespinstblattwespe (Cephalcia abietis L.)*. Lesnictví, 36, 1990 (8) : 625-643.

Die Fichtengespinstblattwespe (*Cephalcia abietis* L.) zählt durch das Ausmaß ihres Vorkommens zu den wichtigsten Kalamitätsschädlingen von Fichtenbeständen in der Tschechoslowakei. Die vorliegende Arbeit löst die Fragen der Standortansprüche der Fichtengespinstblattwespe, die in der langfristigen Prognose der Bedrohung von Fichtenbeständen angewandt werden können. Die Kontrolle des Vorkommens der Fichtengespinstblattwespe wurde im Einklang mit der Fachnorm 482714 in 1191 Beständen mit einer Gesamtausdehnung von 7729 ha durchgeführt. In einzelnen Forstbetrieben in Westböhmen wird sie ununterbrochen seit dem Jahre 1964 signalisiert und eine besonders starke Verbreitung wurde in diesem Gebiet Ende der siebziger Jahre verzeichnet. Bei Beständen mit Vorkommen der Gespinstblattwespe wurden die Taxationscharakteristik und die Standortbedingungen bearbeitet, ferner die klimatische Charakteristik und es wurde der Gesundheitszustand der Bestände vor allem vom Standpunkt des Beschädigungsgrades durch anthropogene Immissionen erfaßt. Aus den Ermittlungen ging hervor, daß die Fichtengespinstblattwespe vor allem Bestände der bodensauerer Reihe mit den Waldtypen saurerer Buchen-fichtenwald (33 %) und saurerer Fichten-Buchenwald (16 %) befallen hat. Bedroht wurden Bestände der V. Altersklasse (50 %), der IV. Altersklasse (29 %), niedriger war die Vertretung in den Beständen unter 60 Jahre (7 %) und über 100 Jahre (14 %). Der Bestockungsgrad

der Fichtenbestände in Beziehung zum Vorkommen dieses Schädlings war differenziert. Dominant waren die Bestände mit aufgelockerter Bestockung (0,6 bis 0,9) (69 %), wobei mit sinkendem Bestockungsgrad die Dichte der Afterraupen je Kontrolleinheit stieg. Die Fichtengespinstblattwespe bevorzugt die südwestliche (38 %), die südliche (21 %), und die südöstliche (13 %) Exposition, sanfte Hänge, obwohl die Abundanz der Afterraupen mit steigendem Geländegefälle stieg. Als geläufigste Lagen hinsichtlich des Vorkommens der Fichtengespinstblattwespe wurden die Lagen in den Seehöhen von 750 bis 1000 m gewertet. Es wurde nachgewiesen, daß sowohl gesunde als auch durch anthropogene Immissionen beschädigte Bestände bis zur Stufe IIIa, IIIb befallen werden. Der Anteil der auf eine Kontrolleinheit entfallenden Afterraupen war im Durchschnitt sechsmal höher in gesunden Beständen im Vergleich mit stark beschädigten Beständen.

Fichtengespinstblattwespe (*Cephalcia abietis* L.); Standortcharakteristik; Beziehung der Übervermehrung zu den Waldtypen

Adresa autora:

Doc. ing. Emanuel Kula, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 3, 662 65 Brno

BLACK LOCUST BIOMASS PRODUCTION IN SOUTHERN SLOVAKIA

(Produkcia biomasy agátu bieleho na južnom Slovensku)

Tibor Benčať

Vydala Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied v Bratislave, 1989. 191 s., 24 fotografií, 28 obrázkov a 75 tabuliek, cena 20,- Kčs.

Agát je významnou perspektívnou drevinou najmä v zmenených ekologických podmienkach našich nížinných oblastí. Preto môžeme iba vrelo privítať publikáciu, ktorá poskytuje čitateľom seriózne údaje o produkcii biomasy tejto dreviny a takto vyplňa medzeru v tejto problematike.

Publikácia pozostáva z úvodu a zo šiestich základných kapitol, ktoré sa delia na jednotlivé podkapitoly. Ako to autor uvádza v prvej kapitole, cieľom práce bolo stanoviť štruktúru a celkovú biomasu agátu bieleho (*Robinia pseudoacacia* L.) ako modelovej dreviny, a súčasne určiť obsah vybraných chemických prvkov pomocou troch trvalých výskumných plôch, ktoré ležia v oblasti južného Slovenska.

Druhá kapitola podáva prehľad o súčasnom stave riešenia problematiky v zahraničí aj u nás. Podrobne sa tu uvádzajú základné pojmy významnej dreviny. Patričnú pozornosť venuje autor aj zisteniu obsahu vybraných chemických prvkov pomocou vzorníkov. V podkapitole o prehľade literatúry sa okrem iného veľmi správne poukazuje na skutočnosť, že prvé súborné a v podmienkach strednej Európy jedinečné dielo o agáte bielom napísal ešte v roku 1914 E. Vadas, profesor bývalej Lesníckej akadémie v Banskej Štiavnici. Je pozoruhodné, že z jeho bohatej publikačnej činnosti sa za najvýznamnejšiu pokladala práve táto monografia. Stručne, ale veľmi výstižne sa zaoberá autor s výsledkami, ktoré dosiahol pri pestovaní a komplexnom využití agátu bieleho na Lesníckom vedeckom ústave (ERTI) v Budapešti pod vedením akademika B. Keresztésiho, pričom uvádza mnohých významných zahraničných i domácich autorov, ktorí sa touto problematikou zaoberali. V samostatných podkapitolách sa charakterizujú ekologické podmienky areálu prirodzeného rozšírenia agátu ako aj lokality jeho výskytu na území Slovenska.

V tretej kapitole sa opisujú klimatické, pôdne a geobotanické pomery na trvalých výskumných plochách (TVP), ktoré ležia v oblasti LZ Levice, v kat. území Ipeľský Sokolec. V osobitnej podkapitole sa rozoberá metóda vlastného výberu vzorníkov na stanovenie biomasy. Pre umožnenie lepšieho porovnania dosiahnutých výsledkov sa rozdelenie nadzemnej a podzemnej časti biomasy robilo podľa akademika M. Vyskota, pričom na získanie podzemnej časti biomasy sa použila metóda vyplavovania. Pri nedeštruktívnom spôsobe určenia biomasy a vybraných chemických prvkov sa vypočítali koeficienty rovnice, ďalej sa charakterizovali obsah vody a vlhkostné pomery v dreve, ako aj index listovej plochy.

Veľmi dôsledne je vypracovaná pomerne rozsiahla štvrtá kapitola, kde sa rozoberajú dosiahnuté výsledky na jednotlivých TVP. Hodnotu tejto kapitoly ešte zvyšuje tá skutočnosť, že sa v prílohovej časti uvádzajú prehľady, v ktorých čitateľ nájde spoľahlivé konkrétne biometrické údaje, ako aj údaje biomasy na jednotlivých trvalých výskumných plochách. Z tejto kapitoly sa napr. dozvieme, že na TVP A₁, ktorá má priemerný vek osem rokov a zakmenenie 0,9 až 1,0, sa dosiahla stredná hrúbka 4,24 cm a stredná výška 7,67 m. Celkový objem biomasy činí pritom 88,574 m³ · ha⁻¹ (z čoho 82,1 % reprezentuje nadzemnú časť), kým celková biomasa v sušine je 44,052 t · ha⁻¹. Stredná hrúbka na TVP A₂ vo veku 27 rokov je 16,18 cm, stredná výška 16,54 m a zakmenenie 0,8 až 0,9. Celkový objem biomasy predstavuje tu 353,762 m³ · ha⁻¹ (z čoho 81,2 % je nadzemná časť), v sušine to obsahuje 200,503 t · ha⁻¹. Koreňový systém je na tejto ploche veľmi bohatý, hustý, avšak bez kolového koreňa. Na TVP A₃, kde je priemerný vek 49 rokov a zakmenenie 0,4 až 0,5, sa zistila stredná hrúbka 29,66 cm a stredná výška 29,67 m. Celkový objem biomasy je 272,250 m³ · ha⁻¹ (nadzemná časť 86,4 %), čo predstavuje v sušine 149,808 t · ha⁻¹. Pomer biomasy v sušine nadzemnej časti k podzemnej časti je 6,1 : 1. V koreňovom systéme relatívne vysoké zastúpenie majú tenšie korene. Predpokladá sa, že cca 50 % uvedeného množstva tvorí kmeň bez kôry, čo je vhodné na spracovanie.

Piata kapitola je venovaná diskusii, kým v poslednej šiestej kapitole je stručný súhrn celej publikácie. Môžeme považovať za reálne aj zistenie autora, že pri pestovaní agátu bieleho možno dosiahnuť pri 40-ročnej rubnej dobe o 2 až 3krát vyššiu produkciu dreva, než pri dube pri 100 až 120-ročnej rubnej dobe. Nezabúda autor ani na veľmi významnú mednú produkciu agátových porastov. Podľa predbežnej kalkulácie môže priemerná ročná hodnotová produkcia medzi dosiahnuť 10 000 až 20 000 Kčs na 1 ha.

Záverom môžeme konštatovať, že publikácia je cenným prínosom do odbornej lesníckej literatúry. Má nielen vysokú odbornú úroveň, ale aj značnú praktickú hodnotu. Jej význam zvyšuje aj tá skutočnosť, že prináša nové, doteraz u nás nezistené údaje o tejto perspektívnej drevine. Správny je aj názor autora, že pre lesnícku prax je v tomto ohľade prvoradou úlohou skvalitnenie agátových porastov. Na základe uvedených skutočností možno publikáciu vrelo odporučiť odborným a vedeckým pracovníkom nášho lesného hospodárstva a drevárenského priemyslu, ako aj poslucháčom lesníckych škôl.

Ing. Stefan Kohán, CSc., Výskumný ústav hospodárstva, Výskumná stanica Košice

J. Supuka

SUPUKA, J. (Ústav dendrobiológie SAV, Arboretum Mlyňany): *Zhodnotenie imisného zataženia zelene sídiel Slovenska pomocou analýzy ihlič Pinus silvestris L.* Lesnictví, 36, 1990 (8) : 645-661.

Lesné dreviny a parková zeleň sú základným nástrojom tvorby umelých ekosystémov a skvalitňovania životného prostredia sídiel a priemyselných aglomerácií. Sú tiež nástrojom pre monitorovanie stavu zataženosti imisiami a nimi vyvolaných zmien v štruktúre lesnej zelene v sídlach a podmienujúcich zložiek prostredia. Pre biomonitring kumulácie cudzorodých látok a vyvolaných morfológických zmien imisiami bola použitá borovica sosna (*Pinus silvestris* L.). V ihličí 1. ročníka boli z 33 sídiel – lokalít Slovenska menovite z drevín rastúcich v obytných zónach stanovené nasledovné hladiny imisných elementov: Ca 3,3 až 13,5 mg . g⁻¹ sušiny; Mg 1,1 až 2,5 mg . g⁻¹; K 5,3 až 8,6 mg . g⁻¹; Na 0,1 až 0,5 mg . g⁻¹; Fe 0,3 až 2,4 mg . g⁻¹; Zn 0,01 až 0,5 mg . g⁻¹; Cu 0,001 až 0,14 mg . g⁻¹; Pb 0,016 až 0,060 mg . g⁻¹; Cd 0,001 až 0,006 mg . g⁻¹; Cr pod 0,0001 mg . g⁻¹; S 0,4 až 3,09 mg . g⁻¹; F 0,003 až 0,032 mg . g⁻¹ sušiny. Priemerná zmývateľnosť kationov z povrchu ihlič destilovanou vodou činí 20 až 30 %, pri zlúčeninách síry až 50 %. Pri koncentrácii síry v ovzduší do 60 µg S . m⁻³ dochádza k vnútropletivovej kumulácii síry v ihličí a dosahuje objem 1,0 až 1,2 mg . g⁻¹ sušiny, čo je hladina kritickej únosnosti voči SO₂. Pri vyšších koncentráciách v ovzduší dochádza k adsorbovaniu síry na povrchu ihlič. Zjavné sú terminálne nekrózy a redukcia ihlič s priemerným výskytom 1,8 ročníka ihlič. Obsah síry v pletivách je priamo závislý na koncentrácii v ovzduší (index korelácie I_{yx} = 0,507).

biomonitring; imisie; limitné hranice; lesné dreviny; sídelná zeleň; borovica sosna

Proces degradácie zložiek životného prostredia imisiami naďalej pokračuje. Aj keď sa z imisných komponentov podarilo znížiť podiel korpuskulárnych častíc (okrem lokálnych zdrojov niektorých priemyselných odvetví), výrazne stúpol podiel plyných zlúčenín ako je SO₂, NH₃, NO₂, O₃, ale aj zlúčenín fluóru a chlór, čo nás s celkovou emisiou 6 mil. ton ročne zaraďuje na 6. miesto v Európe za Francúzsko, Anglicko, SRN, PR, NDR (Adema, 1987). Okrem nich vážne ekologické problémy vyvolávajú aj emisie ťažkých kovov.

Významným nástrojom pre posúdenie celkového stavu zataženosti zložiek prostredia imisiami je biomonitring, prostredníctvom ktorého môžeme sledovať pohyb a kumuláciu cudzorodých látok v orgánoch rastlín (resp. živočíchov), symptómy ich poškodzovania, odchýlky v rastových a reprodukčných procesoch, zmeny v organizmoch a populáciách.

Lesná a parková zeleň urbanizovaného prostredia sídiel a priemyselných aglomerácií pozostávajúca z domácich a cudzokrajných drevín v širokom spektre druhov premenlivých foriem a kultivarov je základnou zložkou životného prostredia, ktoré uplatňovaním svojich funkčných vplyvov toto významne zlepšuje a esteticky stvárňuje. Dreviny sú však v tomto prostredí vystavené enormnému polyfaktorálnemu imisnému tlaku, ktorý u nich vyvoláva zmeny vo fenologickom rytme (termíny nástupu a ukončenia fenofáz, dĺžky trvania fenofáz), špecifické rastové a vývojové javy (napr. zmena tvaru a plochy listov, predčasný opad listov, opakované kvitnutie i olistenie), inhibíciu vo vývoji plodov a výskyt neklíčivých semien, zahusťovanie korún z výhonkov, deformáciu korún, zníženie prírastku

a fyziologického veku drevín (Chmielewski a Gastman, 1979; Hrynkiewicz - Sudnik et al., 1985; Krol, 1985; Supuka, 1988a). Podobné zmeny boli pozorované impactom, znečistením ovzdušia aj na drevinách v lesných porastoch kontaktných zón sídiel a priemyselných závodov. Marek, Kratochvílová a Janouš (1989) vytypovávajú dva spôsoby reakcie lesných drevín z hľadiska pôsobenia škodlivín: citlivosť drevín a rezistencia drevín k imisiám. Reakcia drevín na škodliviny sa v prvom rade prejavuje vo fyziologických dejoch a ich zmenách, reprodukčných, populačných, či fytoecologických zmenách. Známe sú výsledky práce o stanovovaní hraníc únosnosti jednotlivých druhov drevín vo vzťahu k najčastejším plynným imisiám hlavne lesohospodárskych druhov (Krause, 1988; Materna, 1985, 1986; Materna et al., 1982; Molski a Dmuchowski, 1984 a in.). K najvýznamnejším z hľadiska diagnostiky symptómov imisného tlaku a ich zložiek na dreveniny patria práce viacerých autorov (Malhotra a Blancel, 1980; Manning a Feder, 1980; Sidorovič et al. 1988; Smith, 1985 a pod.). Monitorovanie distribúcie a koncentrácie ťažkých kovov v ihličí *Pinus silvestris* L. a *Picea abies* L. Karst. v lesoch Slovenska uskutočňovala Maňkovská (1988).

V záujme získania komplexného obrazu o území z hľadiska atakcie imisiami, významné je monitorovanie ich dopadu nielen na lesnú, ale aj sídelnú (technickú) krajinu. Pri použití porovnatelných metód a rovnakých druhov drevín dosiahne sa očakávaný cieľ, a to informácie o transmisii a miery zaťaženia územia a sledovaných druhov drevín.

Hromadenie ťažkých kovov — Pb, Cu, Cd, Ni, Cr, Hg v ihličí *Taxus baccata* L. v podmienkach mestskej zelene Darmstadtu sledoval Hölworth (1984), ich kumuláciu a distribúciu v listoch *Sambucus nigra* L. a v pôde mestskej zelene Prahy sledovala Leblová a kol. (1985).

Kumuláciu síry, fluóru a celého spektra kationov v asimilačných orgánoch *Pinus silvestris* L. rastúcej v lesoch Bialowieže, Horného Sliezska a v mestskej zeleni Varšavy v procese biomonitoringu skúmal Molski et al. (1986). Prvé výsledky z biomonitoringu sídelnej zelene na Slovensku boli pomocou modelovej dreveniny *Pinus silvestris* L. spracované za obdobie r. 1986 (Supuka, 1988b).

METÓDA

V kontinuite s výskumom funkcií, ekologických a biologických otázok lesnej zelene v osídlenej krajine našich miest uskutočnili sme v roku 1988 (25. — 28. 2. 1988) odber vzoriek ihlič borovice sosny (*Pinus silvestris* L.) z 35 miest a dvoch kontrolných lokalít na Slovensku. Sídla boli okresného významu, alebo obvodného významu buď s výrazne vyšším počtom obyvateľstva (nad 20 tisíc obyvateľov), alebo s vysokým podielom priemyslu. Z celkového počtu miest 12 bolo zo Západoslovenského, 16 zo Stredoslovenského, 5 z Východoslovenského kraja a dve kontrolné lokality Arboretum Mlyňany a Spišské Podhradie.

V každom sídle bol uskutočnený odber jednej priemernej vzorky ihlič predchádzajúceho (prvého) a druhého ročníka z priemerne 4—6 jedincov *Pinus silvestris* L., rastúcich v zóne obytného súboru (sídlika) v meste. Vek drevín bol cca 20 rokov, odber ihlič sa uskutočnil z 2.—4. praslenu od terminálnej časti stromu v súlade s metódikou, ktorá bola použitá pri monitoringu zelene osídlenej krajiny a lesných porastov v Poľsku (Molski et al., 1981).

Odobraté vzorky ihlič boli rozdelené do dvoch skupín. Jedna skupina bola zmývaná destilovanou vodou, čím sme spláchli z povrchu zmývateľné alebo rozpustné korpuskulárne častice a absorbované plynné znečisteniny z ovzdušia. Druhá skupinu ihlič sme nezmyvali. Ihlice sme vysušili pri 80 °C, zhomogenizovali a stanovili kvantitu nasledovných elementov: celkovú síru spektrofotometricky (podľa Močalovovej, 1975), fluór použitím ionselektívnych elektród (Jacobsen a Heller, 1970), vápnik, horčík, draslík, sodík, zinok, železo, meď, kadmium, olovo, chróm metódou absorpčnej spektrofotometrie (AAS) použitím prístroja IL-12 (Isaac a Kerber, 1971). Koncentrácie SO₂ v ovzduší boli merané aspiračnou metódou podľa zaužívaných postupov hygienických staníc MZ SR a ČR. Analyzovaný obsah síry v ihličí sa porovnával s priemernou ročnou koncentráciou SO₂ v ovzduší

I. – IV. Priemerný obsah skúmaných elementov v ihliciach *Pinus sylvestris* L. z mestskej zelene modelových sídiel Slovenska (r. 1987, odber február 1988)

The contents of test elements in the needles of *Pinus sylvestris* L. from the urban verdure at model settled localities in Slovakia (1987, samples taken in February 1988)

Hodnotené sídla	Hodnotené elementy [mg.g ⁻¹] (zmývané/nezmývané)											
	Ca	Mg	K	Na	Fe	Zn	Cu	Cd	Pb	S	F	Cr
Bratislava	5,20	1,41	6,89	0,336	0,378	0,059	0,005	0,001	0,024	0,414	0,018	—
	6,83	1,29	7,21	0,321	0,429	0,057	0,007	0,001	0,026	2,134	0,028	—
Dunajská Streda	3,48	1,29	4,51	0,197	0,467	0,011	0,005	0,001	0,014	0,526	0,012	—
	3,80	1,49	5,52	0,240	0,540	0,097	0,005	0,001	0,017	1,228	0,018	—
Trnava	3,47	1,33	8,23	0,302	0,386	0,074	0,006	0,001	0,022	0,377	0,013	—
	4,47	1,46	8,59	0,276	0,686	0,110	0,007	—	0,017	1,722	0,021	—
Galanta	4,38	1,39	6,70	0,202	0,636	0,025	0,005	0,001	0,009	1,244	0,009	—
	5,09	1,52	7,54	0,262	0,654	0,057	0,008	0,001	0,016	1,633	0,012	—
Komárno	4,52	1,52	6,93	0,249	0,365	0,067	0,005	0,001	0,017	0,891	0,007	—
	5,17	1,65	7,88	0,229	0,386	0,071	0,005	0,001	0,019	2,196	0,011	—
Nové Zámky	4,91	1,45	7,30	0,222	0,454	0,075	0,001	0,006	0,020	0,594	0,009	—
	4,97	1,73	7,36	0,228	0,486	0,231	0,030	—	0,025	1,963	0,014	—
Levice	5,24	1,28	7,10	0,260	0,339	0,052	0,001	0,001	0,029	1,040	0,008	—
	5,40	1,42	7,18	0,216	0,723	0,324	0,009	0,001	0,032	2,796	0,011	—
Nitra	5,30	1,10	5,82	0,125	0,357	0,031	0,002	0,002	0,026	1,133	0,003	—
	5,72	1,55	6,42	0,280	0,663	0,065	0,002	0,020	0,032	2,777	0,007	—
Piešťany	4,00	1,04	5,36	0,192	0,375	0,024	0,004	0,001	0,025	1,156	0,011	—
	4,82	1,42	7,33	0,255	0,514	0,054	0,005	0,001	0,029	1,778	0,013	—

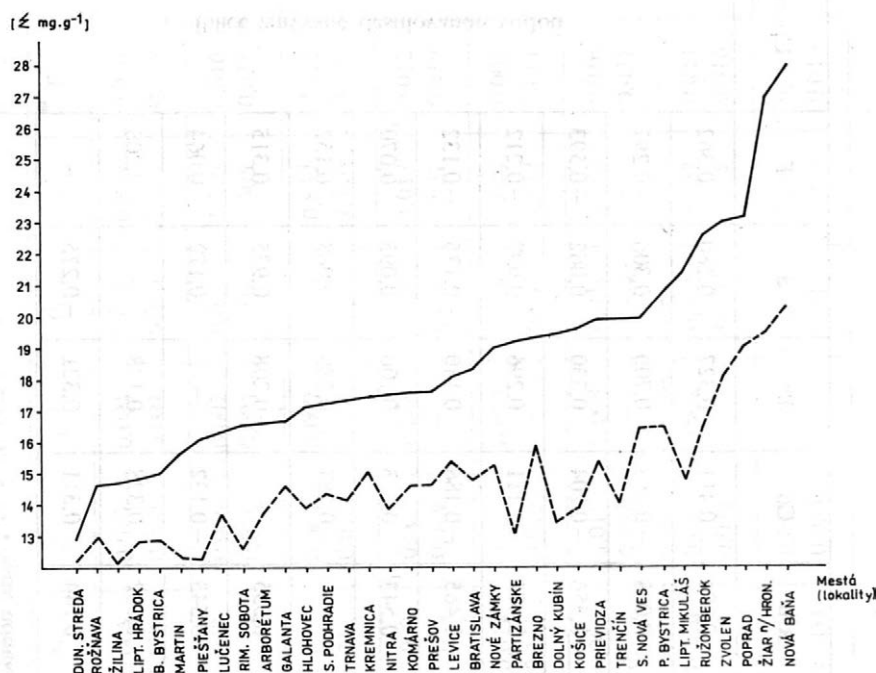
Hodnotené sídla	Hodnotené elementy [mg.g ⁻¹] (zmývané/nezmývané)											
	Ca	Mg	K	Na	Fe	Zn	Cu	Cd	Pb	S	F	Cr
Trenčín	2,28	1,17	6,85	0,227	2,283	0,037	0,002	—	0,021	0,962	0,012	—
	5,89	1,36	7,95	0,256	2,437	0,061	0,005	0,001	0,028	1,939	0,016	—
Hlohovec	5,50	0,80	5,57	0,195	0,514	0,063	0,002	—	0,036	1,166	0,014	—
	5,70	1,27	7,56	0,227	0,695	0,070	0,002	0,006	0,043	1,539	0,017	—
Partizánske	4,74	1,07	5,87	0,300	0,280	0,038	0,005	0,001	0,016	0,846	0,013	—
	8,93	1,66	6,20	0,310	0,419	0,042	0,005	0,001	0,035	1,607	0,018	—
Banská Bystrica	4,43	1,17	5,80	0,392	0,268	0,042	0,012	0,005	0,033	0,752	0,012	—
	4,71	1,36	6,44	0,320	0,560	0,082	0,018	—	0,035	1,490	0,019	—
Zvolen	6,35	1,19	8,21	0,255	0,520	0,048	0,006	0,002	0,017	1,562	0,022	—
	8,61	2,00	8,43	0,294	0,635	0,113	0,007	—	0,037	2,926	0,025	—
Žiar nad Hronom	10,72	1,56	5,83	0,236	0,463	0,033	0,004	0,002	0,033	0,692	0,023	—
	12,62	2,50	8,49	0,274	0,491	0,041	0,004	0,002	0,037	2,521	0,032	—
Nová Baňa	9,56	1,02	7,94	0,215	0,455	0,045	0,005	0,001	0,025	1,458	0,022	—
	13,65	2,30	8,13	0,286	0,472	0,065	0,007	0,001	0,031	3,089	0,028	—
Prievidza	5,82	1,42	6,42	0,308	0,228	0,044	0,005	0,003	0,025	1,117	0,015	—
	7,52	2,31	6,60	0,430	0,546	0,052	0,031	0,002	0,030	2,355	0,017	—
Brezno	5,61	1,07	5,57	0,258	2,230	0,072	0,023	0,001	0,020	1,126	0,019	—
	5,79	1,18	6,71	0,286	2,254	0,670	0,031	0,001	0,044	2,303	0,026	—

Hodnotené sídla	Hodnotené elementy [$\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$] (zmývané/nezmývané)											
	Ca	Mg	K	Na	Fe	Zn	Cu	Cd	Pb	S	F	Cr
Lučenec	3,94	1,01	7,13	0,261	0,427	0,047	0,008	0,007	0,019	0,854	0,008	—
	4,17	1,03	8,33	0,294	0,784	0,153	0,042	—	0,063	1,473	0,012	—
Rimavská Sobota	2,57	1,11	6,37	0,218	0,313	0,065	0,008	0,001	0,032	1,338	0,011	—
	3,48	1,26	7,48	0,259	0,574	0,096	0,068	0,001	0,046	2,195	0,016	—
Liptovský Mikuláš	3,28	1,31	7,35	0,402	0,938	0,075	0,006	0,001	0,025	1,446	0,012	—
	7,71	1,43	8,87	0,472	1,080	0,088	0,014	0,001	0,028	1,718	0,018	—
Liptovský Hrádok	4,93	1,42	3,98	0,314	0,590	0,143	0,005	0,006	0,027	1,444	0,008	—
	5,31	1,82	4,77	0,348	0,634	0,147	0,006	—	0,032	1,566	0,014	—
Ružomberok	5,90	1,21	6,03	0,269	0,901	0,079	0,011	—	0,015	1,300	0,013	—
	10,71	1,58	6,97	0,331	0,918	0,090	0,017	—	0,025	2,003	0,017	—
Dolný Kubín	3,86	1,45	6,35	0,307	0,495	0,069	0,011	—	0,036	0,787	0,014	—
	7,84	2,04	6,06	0,381	1,105	0,072	0,013	0,001	0,030	1,863	0,020	—
Žilina	0,81	1,32	6,43	0,275	0,255	0,059	0,009	0,001	0,030	0,502	0,012	—
	3,98	1,34	6,57	0,286	0,499	0,068	0,011	0,001	0,028	1,689	0,022	—
Považská Bystrica	5,23	1,56	7,93	0,229	0,479	0,048	0,005	—	0,029	1,029	0,016	—
	6,86	1,70	8,82	0,252	0,948	0,060	0,008	0,001	0,033	2,169	0,024	—
Martin	1,60	1,39	6,14	0,301	0,531	0,055	0,004	—	0,022	1,050	0,014	—
	4,97	1,64	6,44	0,363	0,666	0,083	0,008	0,002	0,032	1,469	0,023	—

Hodnotené sídla	Hodnotené elementy [mg.g ⁻¹] (zmývané/nezmývané)											
	Ca	Mg	K	Na	Fe	Zn	Cu	Cd	Pb	S	F	Cr
Kremnica	4,37	1,27	8,19	0,297	0,379	0,061	0,010	0,001	0,012	0,898	0,010	—
	4,42	1,29	8,42	0,301	0,767	0,079	0,010	0,001	0,016	2,088	0,014	—
Košice	3,22	1,30	5,05	0,303	2,575	0,088	0,006	0,002	0,014	1,219	0,016	—
	5,00	1,90	5,74	0,310	5,064	0,232	0,028	0,001	0,046	1,305	0,021	—
Prešov	3,30	1,07	8,19	0,318	0,812	0,082	0,009	0,007	0,025	0,832	0,012	—
	4,63	1,39	8,39	0,304	0,914	0,211	0,022	—	0,035	1,720	0,016	—
Spišská Nová Ves	4,92	0,94	8,13	0,309	1,045	0,082	0,007	0,008	0,024	1,017	0,012	—
	7,25	1,47	8,56	0,473	1,105	0,093	0,018	—	0,038	1,931	0,019	—
Spišské Podhradie	4,65	1,06	7,06	0,181	0,333	0,073	0,002	0,013	0,029	1,048	0,007	—
	6,25	1,19	7,38	0,202	0,378	0,123	0,015	—	0,037	1,649	0,011	—
Poprad	8,83	1,00	6,47	0,351	0,896	0,083	0,015	0,008	0,031	1,383	0,016	—
	10,75	2,35	6,93	0,530	0,918	0,119	0,026	—	0,034	1,514	0,021	—
Rožňava	4,07	1,09	5,33	0,173	1,215	0,046	0,012	0,008	0,025	1,037	0,011	—
	4,45	1,36	5,77	0,234	1,318	0,215	0,022	—	0,030	1,059	0,016	—
Arborétum Mlyňany	3,69	1,21	5,76	0,305	1,665	0,096	0,015	0,002	0,009	0,936	0,005	—
	5,84	1,36	6,00	0,311	1,529	0,100	0,023	—	0,015	1,448	0,010	—

V. Korelačné koeficienty (indexy korelácie) študovaných vzťahov medzi analyzovanými prvkami v ihličí prechádzajúceho ročníka z *Pinus silvestris* L. Sídlnéj zelene na Slovensku – Correlation coefficients (indexes of correlation) of the relationships among the test elements in the last-year needles from *Pinus silvestris* L., coming from the verdure at settled localities in Slovakia

Analyzované prvky	Ca	Mg	K	Na	Zn	Fe	Cu	Cd	Pb	S	F	Úprava
Ca	—	−0,341	−0,377	−0,207	−0,208	−0,185	0,084	0,411	−0,327	0,280	0,362	Ihlice zmývané destilovanou vodou
Mg	0,750	—	−0,209	0,362	0,243	−0,157	0,008	−0,463	0,700	0,306	−0,297	
K	0,214	0,266	—	−0,303	−0,174 ¹	−0,430	−0,356	−0,204	0,330	0,062	−0,593	
Na	0,500	0,378	−0,194	—	0,172	0,181 ¹	0,477	0,111	0,296	0,092	−0,212	
Zn	0,332	−0,243	−0,180	−0,163	—	0,551	0,465	−0,186	0,140	−0,175	−0,132	
Fe	−0,167	−0,265	−0,246	0,198	0,487	—	0,543 ¹	0,313	0,100	0,093	0,070 ¹	
Cu	−0,284	−0,377	−0,128	0,380	0,480	0,375	—	0,287	0,289	−0,068	0,152	
Cd	−0,119	−0,108	−0,190	−0,098	−0,156	−0,149	−0,335	—	−0,208	0,935	0,315	
Pb	0,366	−0,464	−0,153	0,186	0,302	0,258	0,543	−0,132	—	0,172	0,064	
S	0,304	0,268 ¹	0,391	−0,295	0,165	−0,280	0,362	0,328	0,178	—	0,208	
F	−0,152	−0,196 ¹	0,273	0,427	0,671	0,434	0,244	0,311	0,321	−0,275	—	
Úprava	Ihlice nezmývané destilovanou vodou											
bez symbolu: $y = a + bx + cx^2$; ¹⁾ $y = a + bx$; ²⁾ $y = a^{bx}$												



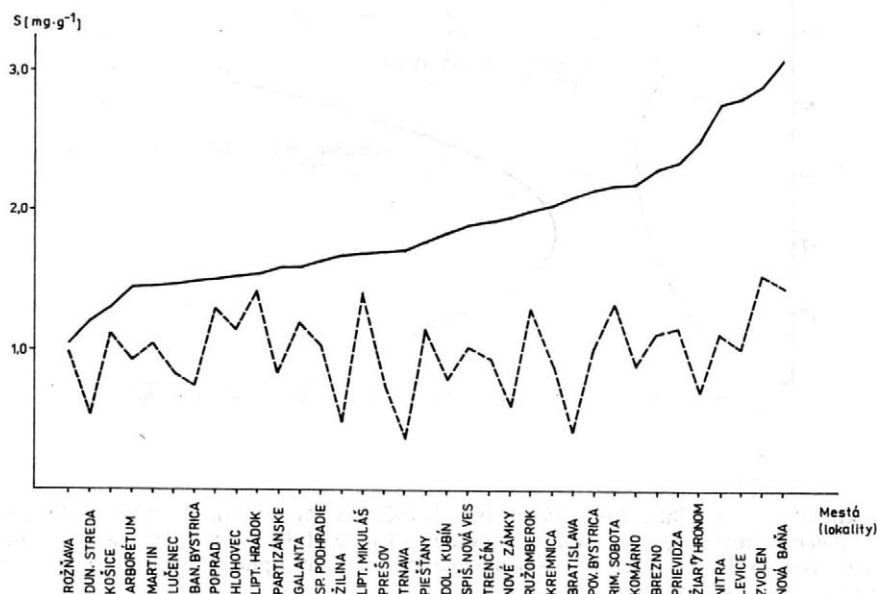
1. Priebeh sumy imisíí akumulovaných v ihličí *Pinus silvestris* L. 1. ročník, podľa jednotlivých sídiel Slovenska [Ihlice nezmývané —————, ihlice zmývané ————] — Curve of the sum of pollutants accumulated in the needles of *Pinus silvestris* L. 1st year, various settled localities of Slovakia (unwashed needles —————, washed needles ————)

v hodnotenom roku. Výsledky analyzovaných hodnôt boli štatisticky spracované na počítači EC 1026 (ÚVT-VŠLD Zvolen). Z priestorových dôvodov uvádzame výsledky z analýzy 1. ročníka ihličí ako najpreukaznejších vzoriek biomonitoringu.

VÝSLEDKY

Pre jednotlivé sídla sme spracovali prehľad obsahu sledovaných elementov v ihličkách 1. ročníka *Pinus silvestris* L. Tieto sú uvedené v tab. I.—IV., pričom v prvom hornom riadku každého sídla sú hodnoty zo zmývaných a v dolnom riadku z nezmývaných ihličí.

Najviac kumulovanými elementami sú makroprvky, a to v poradí: draslík, vápnik, horčík, sodík, ktoré sú základnými živinami, ale aj stavebnými komponentami organickej hmoty ihličí. Na druhej strane v technickej krajine sídiel sa do biocyklu drevín dostáva pomerne veľké množstvo týchto bioprvkov, ktoré sú súčasťou primárnej i sekundárnej prašnosti, odkiaľ dochádza k ich sedimentácii na povrchu ihličí, alebo ich prenikaniu prieduchmi, či penetráciou cez epidermálne bunky do vnútorných pletív. Hladiny týchto prvkov dosahujú nasledovné hodnoty:



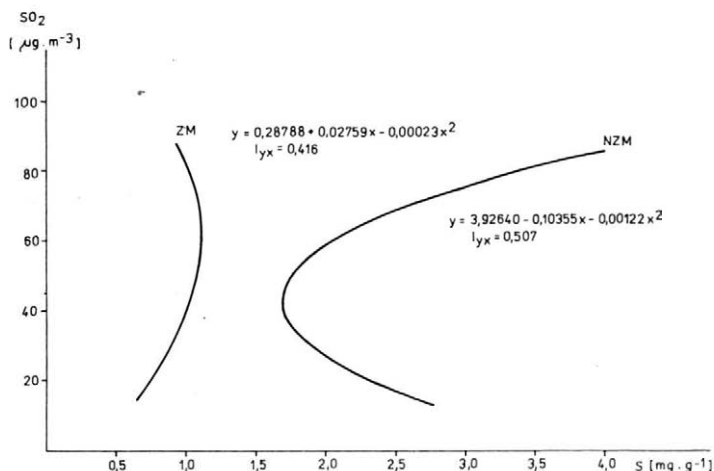
2. Priebeh kumulácie síry v ihličí *Pinus sylvestris* L. 1. ročník, podľa jednotlivých sídiel Slovenska. [Ihlice nezmyvané ———, ihlice zmyvané - - - - -] — Curve of the sulphur cumulation in the needles of *Pinus sylvestris* L. 1st year, various settled localities of Slovakia (unwashed needles ———, washed needles - - - - -)

K: 5,3 až 8,6 mg.g⁻¹; Ca: 3,3 až 13,5 mg.g⁻¹; Mg: 1,1 až 2,5 mg.g⁻¹; Na: 0,1 až 0,5 mg.g⁻¹ sušiny. Aj keď proces sedimentácie, absorpcie, pohybu a kumulácie úzko súvisí s väzbou na SO₂ a NO_x z aspektu vymývania kationov, resp. tvorby zlúčenín a nových látok, ktoré sa zachytávajú na povrchu asimilačných orgánov, ich kvantita zistená v asimilačných orgánoch je pomerne vysoká. Ich zmyvateľnosť vodou dosahuje 15 až 20 %, ktorá je vyššia u draslíka a vápnika a nižšia pri horčíku a sodíku.

Kumulácia ťažkých kovov bola zistená v poradí Fe: 0,3 až 2,4 mg.g⁻¹; Zn: 0,01 až 0,6 mg.g⁻¹; Cu: 0,001 až 0,14 mg.g⁻¹; Pb: 0,016 až 0,060 mg.g⁻¹; Cd: 0,001 až 0,006 mg.g⁻¹; Cr: pod 0,0001 mg.g⁻¹, resp. nemerateľné množstvo v navážke 2,0 g suchých zhomogenizovaných ihličí.

Zjavná je zvýšená kumulácia ťažkých kovov v ihličí borovice sosny, ktoré rastú v sídlach so zastúpením oceliarskeho priemyslu a čiernej metalurgie. Sú to napr. Brezno (Fe, Zn, Pb, Cu), Trenčín (Fe), Považská Bystrica (Fe), Martin (Fe), Dolný Kubín (Fe), Košice (Fe, Zn), Spišská Nová Ves (Fe), Rožňava (Fe). Týmto sídlam zodpovedá i relatívne vyššie množstvo namieraného obsahu celkovej síry v asimilačných orgánoch, ktorá pochádza zo spaľovacieho a taviaceho procesu. Frekvencia obsahu Ca, Mg, K, Na v ihličí *P. sylvestris* L. nie je tak identická vo väzbe na štruktúru antropickej priamej priemyselnej činnosti (pokiaľ by vzorky boli odoberané pri vápenkách a cementárňach, potom áno), závislosť sa ukázala vo väzbe na stavebnú činnosť, výskyt dopravnej siete a stav povrchu ciest.

Z plynných škodlivín meraných formou ich celkového obsahu v ihličí síra dosahuje hodnôt 0,4 až 3,09 mg.g⁻¹, fluór 0,003 až 0,032 mg.g⁻¹. Najvyššie



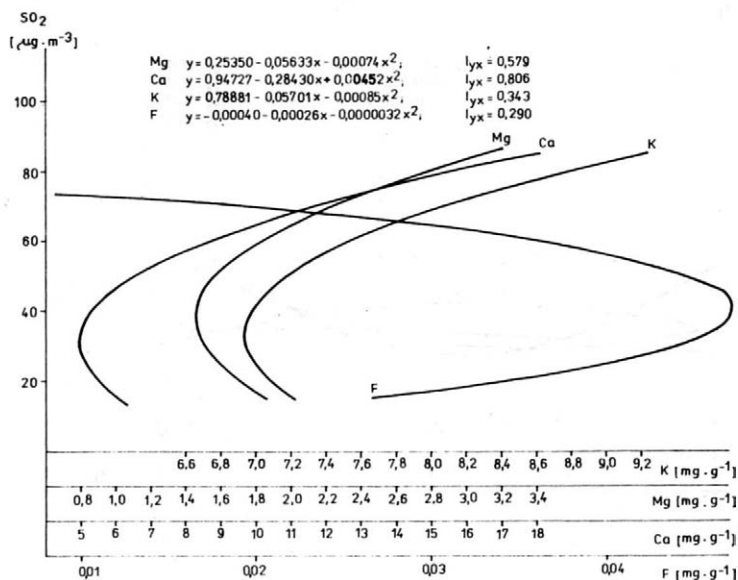
3. Priebeh kumulácie síry v ihličí *Pinus silvestris* L. 1. ročník v závislosti na koncentrácii SO_2 v ovzduší. NZM – ihlice nezmývané, ZM – ihlice zmývané – Curve of the sulphur cumulation in the needles of *Pinus silvestris* L. 1st year, in dependence on the atmospheric SO_2 concentration. NZM – unwashed needles, ZM – washed needles

hodnoty síry boli namerané v ihličí *P. silvestris* L. rastúcich v sídlach Nová Baňa (1,4 až 3,08 mg S.g⁻¹), Zvolen (1,5 až 2,9 mg S), Brezno (1,1 až 2,3 mg S), Považská Bystrica (1,0 až 2,1 mg S), Poprad (1,3 až 1,5 mg S), ale aj v Nitre (1,1 až 2,7 mg S.g⁻¹). K sídlam s najvyšším obsahom fluóru v ihličí borovice sosny patrí Žiar nad Hronom (0,032 mg F.g⁻¹), Brezno (0,026 mg F.g⁻¹), Zvolen (0,025 mg F.g⁻¹), ale aj Košice a Spišská Nová Ves (0,021, resp. 0,019 mg F.g⁻¹ sušiny). Fluór bol vo vyššom množstve kumulovaný nielen v zóne dosahu priemyslu na výrobu hliníka (Žiar nad Hronom), ale aj v ďalších priemyselných sídlach, kde je fluór produkovaný v priebehu taviacich a vypaľovacích procesov.

V druhej časti hodnotenia stupňa zaťaženia sídelnej lesnej zelene imisiami sme použili systém kumulatívnej záťaže. Spočítali sme hodnoty analyzovaných prvkov v ihličí, a to pre zmývané i nezmývané ihlice *Pinus silvestris* L.

Variant	Suma analyzovaných prvkov v ihličí v mg	$\bar{x}$ mg	Sx mg	Vx %
Zmývané (Z)	510,2230	14,58	2,34	16,06
Nezmývané (NZ)	650,3455	18,58	3,32	17,85

Rozdiel medzi obsahom prvkov zmývaných a nezmývaných ihlíc predstavuje kvantita imisíí adsorbovaných na povrchu ihlíc, resp. vymývateľných z povrchu,

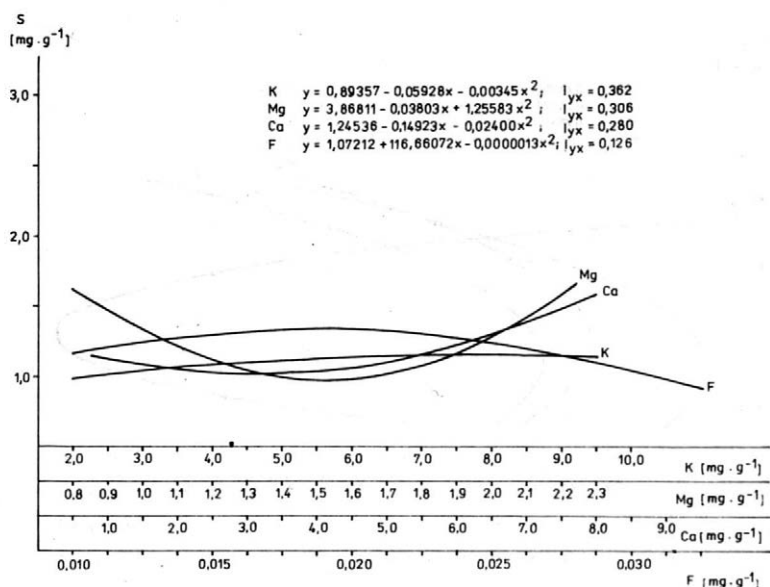


4. Priebeh kumulácie vybraných elementov v ihličí (nezmývané) *Pinus silvestris* L. 1. ročník, v závislosti na koncentrácii SO_2 v ovzduší – Curve of the cumulation of some elements in the (unwashed) needles of *Pinus silvestris* L. 1st year, in dependence on the atmospheric SO_2 concentration

epidermálnych pletív a z prieduchov. Kvantita prvkov zo zmyvaných ihlíc predstavuje sumu imisií absorbovaných vo vnútri pletív, vrátane prirodzeného obsahu živín a bioprvkov, ktoré sa dostávajú z pôdy rovnako atakovanej imisným spadom ako aj hodnotené ihlice borovice sosny.

Pri variante nezmývaných ihlíc urobili sme rozdelenie variačného rozpätia do 5 stupňov zaťaženia a to i pomocou hodnôt smerodatnej odchýlky (S_x). Využívame pritom platné štatistické zákonitosti, že v rozpätí $\bar{x} \pm 1S_x = 68\%$ hodnôt súboru, $\bar{x} \pm 2S_x = 95\%$ a $\bar{x} \pm 3S_x$ je približne 100 % hodnôt súboru. Podľa týchto zásad rozdeľujeme sídla (lokality) a ich funkčnú lesnú zeleň do nasledovných skupín:

1. Sídla nezaťažené (ohraničená charakteristika $\bar{x} - 3S_x$; $\bar{x} - 2S_x$): od 8,62 do 11,94 mg – žiadne.
2. Sídla slabo zaťažené ($\bar{x} - 2S_x$; $\bar{x} - S_x$): od 11,95 do 15,26 mg Dunajská Streda, Rožňava, Žilina, Liptovský Hrádok, Banská Bystrica.
3. Sídla zaťažené ($\bar{x} - 1S_x$; $\bar{x} + 1S_x$): od 15,27 do 21,90 mg – Martin, Piešťany, Lučenec, Rimavská Sobota, Arborétum Mlyňany, Galanta, Hlohovec, Spišské



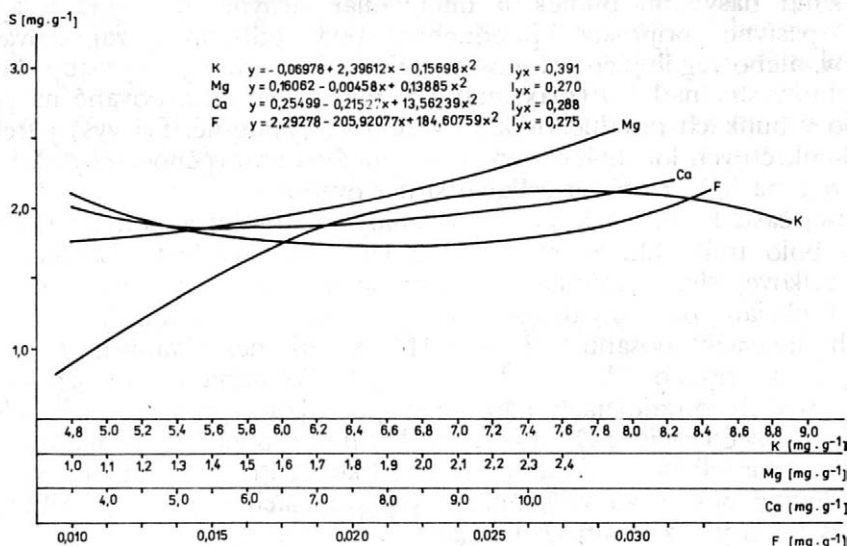
5. Priebeh kumulácie vybraných elementov v ihličí (zmývané) *Pinus silvestris* L. 1. ročník, v závislosti od obsahu kumulovanej síry v ihličí — Curve of the cumulation of some elements in the (washed) needles of *Pinus silvestris* L. 1st year, in dependence on the content of sulphur cumulated in the needles

Podhradie, Kremnica, Nitra, Komárno, Prešov, Levice, Bratislava, Nové Zámky, Partizánske, Brezno, Dolný Kubín, Košice, Prievidza, Trenčín, Spišská Nová Ves, Považská Bystrica, Liptovský Mikuláš.

4. Sídla silno zaťažené ($\bar{x} + 1Sx$; $\bar{x} + 2Sx$): od 21,91 do 25,22 mg — Ružomberok, Zvolen, Poprad, Žiar nad Hronom.

5. Sídla veľmi silno zaťažené ($\bar{x} + 2Sx$; $\bar{x} + 3Sx$): od 25,23 do 28,54 mg — Nová Baňa.

Zoradenie sídiel podľa celkového súčtu prvkov analyzovaných zo zmývaných ihličí je urobené na obr. 1 (kontinuálna nárastová krivka). K nej je priradený priebeh sumy imisii zmývaných ihličí. Množstvo zmývateľného podielu imisii z ihličí je nižšie v skupine slabo zaťažených sídiel, postupne narastá až po silne zaťažené sídla (od 18 % až do 30 %). V sídlach potom veľmi zaťažených dosahuje zmývateľný podiel 28 až 29 %. Z tohto vyplýva, že maximálna miera zmývateľného podielu imisii z povrchu ihličí, resp. z priechodov dosahuje 30 %, pri vyššom zaťažení imisiami dochádza buď k samočistiacej schopnosti (vetrom a zrážkami), alebo ku krustácii na povrchu ihličí a tým aj vylúčenia zmývania dažďovou alebo



6. Priebeh kumulácie vybraných elementov v ihličkách (nezmývané) *Pinus silvestris* L. 1. ročník, v závislosti od obsahu kumulovanej síry v ihličkách — Curve of the cumulation of some elements in the (unwashed) needles of *Pinus silvestris* L. 1st year, in dependence on the content of sulphur cumulated in the needles

zaťaženie imisiemi dochádza buď k samočistiacej schopnosti (vetrom a zrážkami), alebo ku krustácii na povrchu ihličiek a tým aj vylúčeniu zmyývania dažďovou alebo destilovanou (umelou) vodou. Príkladom môže byť jednoznačná prítomnosť priemyslu stavebných hmôt a výroby magnezitu.

Hodnotenie sídiel podľa sumy akumulovaných prvkov je dosť pomerne, avšak globálne. Z nameraných hodnôt obsahu imisí je však možné urobiť hodnotenie podľa plynných škodlivín, podľa ťažkých kovov, alebo miery toxicity toho-ktorého elementu. Je len logické, že by došlo k preskupeniu miest podľa ich stupňa zaťaženia. Vzhľadom na prevažujúci výskyt SO₂ komponentu zo znečistenia ovzdušia, ktorý má navyše špecifický vplyv na dreviny (zakysľovanie prostredia a vymývanie kationov z pletív), zoradili sme sídla podľa tohto imisného komponentu (obr. 2), s nárastom kumulácie celkovej síry v nezmývaných ihličkách a k nim priradený priebeh krivky zmyvaných ihličiek. Ukázalo sa, že priemerná hladina koncentrácie síry v zmyvaných ihličkách dosahuje okolo 1,0 mg S · g⁻¹ sušiny (variačné rozpätie je v hraniciach 0,377 až 1,562 mg S · g⁻¹). To znamená, že tento podiel síry je absorbovaný a zabudovaný vo vnútri pletív asimilačných orgánov — ihličiek. Pri nezmývaných ihličkách priemerná hladina celkovej síry dosahuje okolo 2,0 mg S · g⁻¹ sušiny (variačné rozpätie je v hraniciach 1,228 až 3,089 mg S · g⁻¹).

Podiel zmyvateľnej časti síry adsorbovanej a deponovanej na povrchu ihličiek dosahuje pri nezaťažených sídlach priemerne 10 % a pri najviac zaťažených sídlach až 50 %. To znamená, že obsah síry absorbovanej v pletivách dosahuje hranicu

priemerne $1,0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, čo je považované za kritickú hranicu fyziologickej únosnosti drevín, resp. asimilačných orgánov voči SO_2 . Pri tejto hranici dochádza k relatívnemu nasýteniu buniek a intercelulár sírnymi zlúčeninami a väčšie množstvo pasívne prijímané prieduchmi buď odbúrava, zapracováva do metabolitov, alebo regulujúcou činnosťou prieduchov inhibuje jej vstup do pletív. Ďalšie hodnoty síry nad $1,0$ (max. nad $1,5$) $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sú adsorbované na povrchu ihlič, alebo v bunkách prieduchov a sú vodou vymývateľné. Pri vyššej frekvencii zrážok v konkrétnych lokalitách zvyšuje sa globálna absorpčno-záchytná kapacita ihlič borovice na SO_2 , resp. na celkovú síru z ovzdušia.

V ďalšej časti hodnotenia výsledkov analýz z obsahu a pohybu príslušných elementov bolo treba hľadať medzi nimi kauzálnu súvislosť. Závislosť medzi obsahom celkovej síry v asimilačných orgánoch a obsahom SO_2 v ovzduší je vyjadrená funkciami paraboly druhého stupňa (obr. 3), pričom index korelácie pri zmývaných ihliciach dosahuje $I_{yx} = 0,416$ a pri nezmyvaných $I_{yx} = 0,507$; priemerne tesná závislosť bola teda dokázaná. Položenie a priebeh obidvoch kriviek v osových súradniciach nám opäť potvrdzuje predchádzajúce výsledky. Zvyšovaním koncentrácie SO_2 dochádza k vnútorobunečnej a medzibunečnej kumulácii a absorpcii síry, a to až po hranicu koncentrácie $60 \mu\text{g SO}_2$ v ovzduší, potom nasleduje pokles vo vnútropletivovej kumulácii síry – to dokumentuje priebeh obsahu síry v zmývaných ihliciach.

Pri nezmyvaných ihliciach je priebeh kumulácie opačný a potvrdzuje skutočnosť, že pri stúpaní podielu vnútropletivovej kumulácie síry klesá podiel na povrchu adsorbovanej a pri zastavení (prelome) vnútornej kumulácie dochádza k jej pasívnej depozícii a adsorpcii na epidermálnych pletivách povrchu ihlič. Kritickými hranicami zmeny v alokácii kumulácie síry sú teda $60 \mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ v ovzduší a $1,0$ až $1,2 \text{ mg S} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny zmývaných ihlič – kumulácia vo vnútri pletív.

Podobne sme hľadali závislosti medzi SO_2 v ovzduší a obsahom elementov v nezmyvaných ihliciach (obr. 4) a medzi obsahom celkovej síry a obsahom ďalších elementov v asimilačných orgánoch pri zmývanom (obr. 5) a nezmyvanom ihličí (obr. 6). Pri vzostupe SO_2 v ovzduší klesá podiel Mg, Ca, K v ihličí až po hranicu cca $40 \mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ (obr. 4), resp. $1,0$ až $1,2 \text{ mg S} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny v zmývanom ihličí (obr. 5), čo sa opäť ukázalo ako hranica vnútornej kumulácie síry v pletivách. Po dosiahnutí týchto hodnôt SO_2 , resp. S v ovzduší, resp. v pletivách dochádza ku kumulácii nielen síry, ale aj Ca, Mg, K na povrchu ihlič, a to sedimentáciou, adsorpciou a filtráciou elementov v podobe prašných častíc, alebo sekundárnych zlúčenín vzniknutých reakciou SO_2 s oxidmi horčička a vápnika pri spolupôsobení s vodou a vzduchom (vznik MgSO_4 , CaSO_4).

Pri vyhodnocovaní výsledkov analýz obsahu elementov v ihličí *Pinus silvestris* L. sa ukázala určitá vzájomná súvislosť, čo dokazuje aj tab. V, kde sú uvedené indexy korelácie pre krivky vyjadrujúce vzájomné vzťahy medzi elementami. Korelácie sú kladného, alebo záporného charakteru, stredne tesné, alebo slabo tesné. Ukázala sa korelácia hlavne medzi obsahom celkovej síry a obsahom ťažkých kovov, ako aj fluóru a ťažkých kovov, čo súvisí s horiacimi a taviacimi procesmi v hutníckom a metalurgickom priemysle. Pomerne tesná korelácia je medzi obsahom bázičných elementov (Ca, Mg, Na), čo svedčí o ich súbežnom výskyte v emitovaných časticiach, ale aj v prírodných materiáloch. Tieto väzby sa zachovávajú aj v ich zastúpení vo vnútri či na povrchu asimilačných orgánov použitej testovanej dreviny *Pinus silvestris* L. Je len logické, že množstvo kumulovaných elementov v drevinách a ich orgánoch závisí od ich koncentrácie v ovzduší a v pôde. Táto skutočnosť sa potvrdzuje aj medzi SO_2 v ovzduší a S

v ihličí (index korelácie pre nezmyvané ihlice je 0,507 a pre zmyvané 0,416). Okrem toho mieru koncentrácie škodliviny v ovzduší má priamy vplyv na forme a stupni poškodenia dreviny. Ak v prirodzených podmienkach bez zjavného ataku imisiami má *Pinus silvestris* L. priemerne 3 až 3,5 ročníka ihličí a bez nekróz, potom v sýdlach sa ukázala ako drevina veľmi citlivá a vhodná pre biomonitring — podržuje si priemerne 1,8 ročníka ihličí s výraznými vrcholovými nekrózami ihličí 2. a 3. ročníka, na 1. ročníku len v prípade vysokého zaťaženia a v tom prípade, keď sa na strome nachádzal len 1 resp. 1,5 ročníka ihličí.

DISKUSIA A ZÁVER

Obsah kumulovaných niektorých prvkov v ihličí *Pinus silvestris* L. rastúcich vo funkčných porastoch zelene modelových sídiel Slovenska sa pohybuje v hraniciach od relatívne čistých lesných oblastí Slovenska (napr. Pb = 0,0037, Cd = 0,000 46 mg.g⁻¹) až po údaje priemyslom vysoko zaťažených lesov Slovenska, kde pre *P. silvestris* L. boli zistené Pb = 0,005 až 0,015 mg.g⁻¹, Cd = 0,0006 až 0,002 mg.g⁻¹ sušiny. Rovnako obsah fluóru a síry v lesoch priemyslom vysoko zaťažených dosahuje pri *P. silvestris* L. F = 0,01 až 0,02 mg.g⁻¹, S = 0,01 až 2,0 mg.g⁻¹ sušiny (Maňkovská, 1988). To znamená, že výsledky z monitoringu lesov SR a z monitoringu lesnej zelene sídiel SR sú vhodným nástrojom pre spracovanie komplexného obrazu o zaťaženosti krajiny Slovenska a dopade na dreviny.

Metóda odberu vzoriek vychádza zo skúseností v Poľsku (Molski et al., 1986), s ktorými sme dlhodobo spolupracovali v rámci dvojstrannej spolupráce i III. programu RVHP. Podľa nich maximálna kumulácia síry je v predchádzajúcom ročníku ihličí, vo veku dreviny 20 až 25 rokov a maximum koncentrácie je na konci vegetačnej doby. Borovica sosna je vhodná pre biomonitring ako najčastejšie sa vyskytujúci druh sídelnej zelene, vhodné sú však aj iné a tiež aj listnaté druhy.

V porovnaní s výsledkami biomonitringu tých istých sídiel spracovaných v roku 1987 konštatujeme takmer zhodu výsledkov (Supuka, 1988), vzniknuté rozdiely sú spôsobené zmenou frekvencie prvkov klímy a kolísaním (narastaním) kvantity imisií.

Za hranicu fyziologicky únosnej kumulácie síry v ihličí považuje Maňkovská (1988) 1000 mg S.kg⁻¹ sušiny, Materna (1986) hovorí o hraničnej koncentrácii 25 až 30 µg SO₂.m⁻³ v ovzduší a 1,0 až 1,2 mg S.g⁻¹ sušiny za hranicu maximálnej kumulácie vo vnútri ihličí a fyziologickej únosnosti *Pinus silvestris* L.

Tieto údaje, ako aj priebeh kriviek kumulácie, sú zhodné z analýz v roku 1987 i v roku 1988 pre skúmané sídla Slovenska.

Medzi koncentráciami skúmaných elementov nameraných v ihličí *Pinus silvestris* L. boli zistené korelačné závislosti. Rovnako boli zistené závislosti medzi koncentraciou elementov (škodlivín) v ovzduší a ich kumuláciou v asimilačných orgánoch.

Priemerný počet ročníkov ihličí udržiavaných na stromoch *Pinus silvestris* L. v lesnej zelene sídiel dosahuje 1,8 ročníka.

Literatúra

ADEMA, E. H.: Quantification of air pollutants in Europe and its importance to vegetation. In: Forest decline and reproduction, Proceedings of workshop, Luxemburg 1987, s. 19–32.

- HRYNKIEWICZ-SUDNIK, J. et al.: The effect of industrial pollution in Walbrzych on the size and shape of leaves of selected species of trees. *Rocznik dendrologiczny*, 36, 1985, s. 17–34.
- CHMIELEWSKI, W. — GASTMAN, B.: Zmiany w rozwoju fenologicznym drzew rosnących w różnych warunkach miejskich Warszawy. In: *Warunki rozwoju drzew a ich fauny w Warszawie*, Wrocław, Ossolineum, 1979 s. 21–22.
- ISAAC, R. A. — KERBER, J. D.: Atomic absorption and flame photometry: Techniques and uses in soil, plant and water analysis. *Instrumental methods for analysis of soil and plant tissue*. SSSA, Madison, 1971 247 s.
- JACOBSEN, I. A — HELLER, L. I.: Selective ion electrode analysis of fluoride in vegetation. In: *Second International clean air congress of the IUAPPA*, Washington, 1970 s. 85–91.
- KRAUSE, G. H. M.: Impact of air pollutants on above-ground plant parts of forest trees. In: *Pollutants and ecosystems. Proceedings of Int. Symposium*, Dordrecht, 1988, s. 168–216.
- KROL, S.: Variability in the size and shape of tree leaves as an indicator of sensitivity to urban conditions in Poznań. Part I. *Acer platanoides*. *Rocznik dendrologiczny*, 36, 1985, s. 5–16.
- MALHOTRA, S. S. — BLANEL, R. A.: Diagnosis of air pollutant and natural stress symptoms of forest vegetation in western Canada. Information report NOR X-228, Edmonton 1980, 84 s.
- MANNING, W. J. — FEDER, W. A.: Biomonitoring air pollutants with plants. *Applied Science Publishers Ltd*, London, 1980, 141 s.
- MAŃKOVSKÁ B.: The accumulation of atmospheric pollutants by *Picea abies*. *Ekológia (ČSSR)*, 7, 1988, č. 1, s. 95–108.
- MAREK, M. — KRATOCHVÍLOVÁ, I. — JANOUŠ, D.: Lesní porosty jako bioindikátory — podíl ekofyziologického přístupu. *Životné prostredie*, 1989, č. 1, s. 26–30.
- MATERNA, J. — KOHOUT, R. — RYŠKOVÁ, L.: Vztah mezi koncentrací oxidu siřičitého a reakcí lesních dřevin. *Práce VÚLHM*, 61, 1982, s. 23–25.
- MATERNA, J.: Luftverunreinigungen und Waldschäden, In: *Symposium von Umweltschutz — eine internationale Aufgabe*, VDI Verlag, Düsseldorf, 1985, s. 35–48.
- MATERNA, J.: Air quality: Directs of SO₂ and NO_x. In: *Acidification and its policy implications*. Elsevier, Amsterdam 1986, s. 161–170.
- MOČALOVÁ, A. D.: Spektrofotometričeskoe opredelenie sery v rastenijach. *Sef. Choz. za Rubež.*, 4, s. 17–19.
- MOLSKI, B. — DMUCHOWSKI, W.: Evaluation of air pollution pressure on forest and agriculture area on the basis of sulphur and fluorine accumulation by the needles of scots pine. In: *Air pollution, 13th international meeting*, Most 1984, s. 110–123.
- MOLSKI, B. et al.: Content of sulphur and fluorine compounds in scots pine needles as an indicator of air pollution in Poland. *Silva fenn.*, 15, 1981, č. 4, s. 422–425.
- MOLSKI, B. et al.: Biomonitoring for air pollution evaluation of countryside and urban areas. *World Comm. on environment and development*, 7th meeting, Moscow 1986, s. 1–14.
- SIDOROVIC, E. A. et al.: Ekologičeskij monitoring lesnych landšaftov Belorusii. *Nauka i tehnika*, Minsk 1988, 206 s.
- SMITH, W. H.: Les i atmosféra. *Progress*, Moskva 1985, 428 s.
- SUPUKA, J.: Comparative phenology of urban greenery woody species — reflection of changed ecological conditions. *Folia dendrol.*, 15, 1988a, s. 267–285.
- SUPUKA, J.: Biomonitoring územia (sídiel) Slovenska pomocou analýzy ihlič *P. silvestris* L. *Folia dendrol.*, 17, 1988b, (v tlači).

Došlo dňa 7. 6. 1989

СУПУКА Я. (Институт дендробиологии при Словацкой АН, Арборетум Млыняны): Оценка выпадения дымовых выбросов на зелень словацких жилых районов с помощью анализа хвои *Pinus silvestris* L. *Lesnictví*, 36, 1990 (8) : 645-661.

Лесные породы и зелень парков — основные компоненты создания искусственных экосистем и улучшения среды обитания в микрорайонах и промышленных агломерациях, как и средство мониторинга загрязненности дымовыми выбросами и возникающих под их влиянием изменений в структуре лесной зелени как компоненте этой среды. Для биомониторинга скопления чужеродных веществ и вызываемых выбросами морфоизменений послужила сосна обыкновенная. В ее хвое на 1. году из 33 микрорайонов Словакии в среде жилых зон установлены следующие уровни выбросных элементов: Са от 3,3 до 13,5 мг.г⁻¹ сух. вещ.; Mg от 1,1 до 2,5 мг.г⁻¹; К от 5,3 до 8,6 мг.г⁻¹; Na от 0,1 до 0,5 мг.г⁻¹; Fe от 0,3 до 2,4 мг.г⁻¹; Zn от 0,01 до 0,5 мг.г⁻¹; Cu от 0,001 до 0,14 мг.г⁻¹; Pb от 0,016 до 0,060 мг.г⁻¹; Cd от 0,001 до 0,006 мг.г⁻¹; Cr ниже 0,0001 мг.г⁻¹; S от 0,4 до 3,09 мг.г⁻¹; F от 0,003 до 0,032 мг.г⁻¹ сух. вещ. Средний смыв катионов с поверхности хвои с помощью дистиллированной воды составлял 20–30 %, а в соединениях с серой до 50 %. При концентрации серы в атмосфере до 60 мг.м⁻³ сера скапливается внутри ткани хвои и достигает объема в 1,0–1,2 мг.г⁻¹ сух. вещ., что представляет критический порог для SO₂, при превышении которого сера адсорбируется

поверхностью хвои. Заметны терминальные некрозы и убыль хвои, в среднем 1,8 года. Содержание серы в тканях прямо пропорционально ее концентрации в атмосфере (индекс корреляции $I_{yx} = 0,507$).

биомониторинг; вредные выбросы; лимитные пределы; лесные породы; зелень микрорайонов; сосна обыкновенная

SUPUKA, J. (Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Arborétum Mlyňany): *Evaluation of pollutant contents in the verdure of settled localities in Slovakia by means of an analysis of Pinus silvestris L. needles*. Lesnictví, 36, 1990 (8): 645-661.

Forest tree species and park verdure are the basic tools of formation of artificial ecosystems and of improvement of the environment of settled localities and industrial agglomerations. They are also a tool of monitoring the air pollution and the changes evoked by this pollution in the structure of forest verdure in settled localities and dependent environmental components. Scotch pine (*Pinus silvestris* L.) was a species used for the biomonitoring of pollutant cumulation and of morphological changes induced by pollutant cumulation and of morphological changes induced by pollutants. The following contents of pollutants were determined in the needles in the first year at 33 settled localities in Slovakia; the tree species were growing in residential areas: Ca 3.3 to 13.5 mg per g dry matter; Mg 1.1 to 2.5 mg per g; K 5.3 to 8.6 mg per g; Na 0.1 to 0.5 mg per g; Fe 0.3 to 2.4 mg per g; Zn 0.01 to 0.5 mg per g; Cu 0.001 to 0.14 mg per g; Pb 0.016 to 0.060 mg per g; Cd 0.001 to 0.006 mg per g; Cr less than 0.0001 mg per g; S 0.4 to 3.09 mg per g; F 0.003 to 0.032 mg per g dry matter. The average cation wash from the needle surface with distilled water makes 20 to 30%, the wash of sulphur compounds is even 50%. If the atmospheric sulphur concentration makes less than $60 \mu\text{g S per m}^3$, sulphur is cumulating inside the needle tissues; its values are 1.0 to 1.2 mg per g dry matter; this is a limit of the critical SO_2 cumulation. If the atmospheric sulphur concentrations are higher, sulphur is adsorbed on the needle surface. Terminal necroses and needle reduction are visible signs, the average age of needles being 1.8 years. Sulphur contents in the tissues are directly dependent on atmospheric concentrations (correlation index $I_{yx} = 0.507$).

biomonitoring; pollutants; limit values; forest species; verdure of settled localities; Scotch pine

SUPUKA, J. (Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Arborétum Mlyňany): *Einschätzung der Immissionsbelastung des Siedlungsgrüns der Slowakei mit Hilfe der Nadelanalyse von Pinus silvestris L.* Lesnictví, 36, 1990 (8): 645-661.

Waldholzarten und das Parkgrün stellen das Grundinstrument der Bildung künstlicher Ökosysteme und der Erhöhung der Umweltqualität von Siedlungen und von Industrieagglomerationen dar. Sie stellen auch ein Instrument zur Monitorierung des Zustands der Immissionsbelastung und der dadurch hervorgerufenen Veränderungen in der Struktur des Waldgrüns in Siedlungen und der bedingenden Umweltkomponenten dar. Für das Biomonitoring der Anhäufung fremdartiger Stoffe und der durch Immissionen hervorgerufenen morphologischen Veränderungen wurde die Gemeine Kiefer (*Pinus silvestris* L.) angewandt. In den Nadeln des 1. Jahrgangs wurden aus 33 Siedlungslokalitäten der Slowakei, namentlich von den in Wohnzonen wachsenden Holzarten folgende Spiegelwerte von Immissionsselementen bestimmt: Ca 3,3 bis 13,5 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ der Trockensubstanz; Mg 1,1 bis 2,5 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; K 5,3 bis 8,6 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; Na 0,1 bis 0,5 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; Fe 0,3 bis 2,4 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; Zn 0,01 bis 0,5 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; Cu 0,001 bis 0,14 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; Pb 0,016 bis 0,060 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; Cd 0,001 bis 0,006 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; Cr unter 0,0001 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; S 0,4 bis 3,09 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; F 0,003 bis 0,032 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ der Trockensubstanz. Die durchschnittliche Abwaschbarkeit von Kationen von der Nadeloberfläche durch Destillwasser erreicht 20 bis 30 %, bei Schwefelverbindungen bis 50 %. Bei Schwefelkonzentrationen der Luft bis $60 \mu\text{g S} \cdot \text{m}^{-3}$ kommt es zur Anhäufung des Schwefels innerhalb der Gewebe in den Nadeln und sie erreicht ein Volumen von 1,0 bis 1,2 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ der Trockensubstanz, was das kritische Niveau der Erträglichkeit gegenüber SO_2 darstellt. Bei höheren Konzentrationen in der Luft kommt es zur Schwefeladsorption auf der Nadeloberfläche. Sichtbar werden terminale Nekrosen und eine Nadelreduktion mit einem durchschnittlichen Vorkommen von 1,8 Nadeljahrgängen. Der Schwefelgehalt in den Geweben ist von der Konzentration in der Luft direkt abhängig (Korrelationsindex $I_{yx} = 0,507$).

Biomonitoring; Immissionen; Limitgrenzen; Waldholzarten; Siedlungsgrün; Gemeine Kiefer

Adresa autora:

Doc. ing. Ján Supuka, CSc., Ústav dendrobiológie CBEV SAV, Arborétum Mlyňany, Vieska nad Žitavou, 951 52 Slepčany

PRALESY SLOVENSKA

Korpeľ, Š.

Veda, vydavateľstvo SAV, Bratislava, 1989, 329 s.

Autor sa venuje výskumu pralesov 35 rokov (od roku 1954). Za túto dobu sa mu podarilo s nevelkým kolektívom spolupracovníkov zhromaždiť, analyzovať a v priemernej miere i zovšeobecniť poznatky zo série reprezentatívnych pralesových útvarov slovenských lesov.

V úvodných častiach sa uvádza všeobecná charakteristika pralesa, jeho základné znaky, vlastnosti a vývojové zákonitosti. Podstatu vývojového cyklu názorne charakterizujú jednotlivé štádiá a fázy (schéma 1 a 2). Materská generácia pralesa sa vo vývoji dostane do štádia rozpadu. Pod ňou vzniká následná generácia — druhá, ktorú autor označuje ako fázu obnovy. Materská generácia v ďalšom období prechádza do obdobia (fázy) dozrievania a následná generácia do štádia dorastania. Po odumretí materských stromov prejde následná generácia do štádia optima s kulmináciou drevnej zásoby. Záverečná časť cyklu začne opäť štádiom rozpadu, pravda, teraz už druhej generácie a fázou obnovy generácie tretej. Doplnujúcou ilustráciu priestorového usporiadania štádií (fáz) v pralese možno vidieť na mapkách (obr. 3 a 66).

Veľmi stručne je spracovaný výskyt pralesov vo svete, v Európe a na Slovensku. Osobitá stať uvádza metódu skúmania pralesov.

Hlavnú a najobsažnejšiu kapitolu tvorí textový, číselný a grafický opis najdôležitejších pralesových štátnych prírodných rezervácií a pralesových zvyškov Slovenska. Celkove spracoval autor 74 príkladov, teda ozaj reprezentatívny podiel týchto lesov (podľa Miháliky — 1971 — je zákonom chránených, vyhlásených rezervácií 159). Z prezentovaných prípadov je 68 % so zachovaným stavom a 30 % s dobre zachovaným stavom. Najviac je rezervácií smrekových (54 %) a bukových (20 %). Zoradené sú podľa lesných vegetačných stupňov. Dokumentované sú prevažne nákresami výstavby a pôdorysmi, ďalej číselne počtami stromov podľa drevín, kruhovou základňou a objemom. Často je materiál ešte triedený podľa stromových či hrúbkových tried. Nechýba ani typologické zaradenie, vek a štádium vývojového cyklu. Osobitne sa spracúva prirodzená obnova. Ojedinele sa uvádzajú kmeňové analýzy alebo údaje o prírastkoch. Škoda, že zisťovanie veku sa muselo obmedziť len na pár prípadov, aby sa stromový ventár nepoškodil vŕtaním. Vek, totiž, vyslovená chyba pri syntetizovaní a zovšeobecňovaní získaných poznatkov. Najcennejšie sú prípady dlhodobých opakovaných meraní, kde sa už získali vývojové charakteristiky cyklov (Dobročský prales 1948—1958—1968—1974, Badínsky prales 1957—1977, textúra Kotlovho žľabu 1968—1978 a i.).

Záverom zhrnul autor poznatky o pralesoch Slovenska. Z hlavných drevín klimaxových spoločenstiev má najdlhší vývojový cyklus jedľa, asi 400 rokov a najkratší buk — 220 — 250 rokov. V zmiešaných ihličnato-listnatých pralesoch 4.— 6. vegetačného stupňa sa vystriedajú cez jeden vývojový cyklus ihličnanov (jd, sm, smc, bo) dve generácie listnáčov (bk, jv, jb). Jedno štádium trvá v priemere 80 rokov.

Prácu uzatvára zoznam literatúry s vyše 160 titulmi a ruské i nemecké resumé. Na škodu veci sú oba súhrny veľmi stručné a zvlášť chýba anglická verzia. Vydavateľstvo Veda prispelo k úspešnosti perfektným obalom, väzbou a celým svojím prístupom.

Recenzovaná práca nie je určená pre širokú verejnosť, má výslovne vedecký charakter. Je dôležitým faktografickým súhrnom údajov z modelových zvyškov pralesov, dokumentujúcim životné procesy, ekologické a synekologické vzťahy v pralesoch a dynamiku rastových a vývojových zmien v ich štruktúre.

Poznanie zákonitostí vývoja, rastu a formovania pralesov slúži pre pestovanie lesov a pre HÚL ako východisková základňa poznatkov na usmeňovanie hospodárenia v prirodzených ale aj umelých lesných ekosystémoch a predovšetkým v kategórii lesov ochranných a osobitného určenia. Len za predpokladu, že obidve disciplíny budú vychádzať z tejto bázy, môžu si zachovať svoj vedecký charakter.

V tomto zmysle výdatne prispela recenzovaná práca a tak splnila základné poslanie.

Ing. Ľubor Greguš, CSc., Ústav ekológie lesa CBEV SAV, Zvolen

NĚKTERÉ VÝSLEDKY A ZKUŠENOSTI S MĚŘENÍM VITALITY STROMŮ ELEKTRICKOU ODPOROVOU METODOU

S. Jura, J. Sequens, V. Glomb

JURA, S. — SEQUENS, J. — GLOMB, V. (Ústav aplikované ekologie, Kostelec nad Černými lesy): *Některé výsledky a zkušenosti s měřením vitality stromů elektrickou odporovou metodou*. Lesnictví, 36, 1990 (8) : 663-673.

V článku jsou uvedeny některé výsledky měření relativní vitality živých stojících stromů přístrojem Conditionetr AS-1, který měří elektrický odpor pletiva v kambialní vrstvě, prostřednictvím stejnosměrného pulsního elektrického proudu nízké amplitudy. Po stručném popisu použitého přístroje následuje uvedení metodiky měření a podmínek, za kterých je možno měřit. Vlastní výsledky měření jsou uvedeny ve formě grafů, znázorňujících rozložení relativní vitality na různých veličinách, jako jsou výčetní tloušťka, výška stromů, štiřlostní koeficient, sociální postavení stromů, doba měření a druh dřeviny. Z uvedených výsledků je dobře patrná objektivnost použité metody a jednoduchost měření. Dále je konstatováno, že vyhodnocování různých vlivů na velikost relativní vitality vyžaduje zkušenost a dobré znalosti o růstu stromů. Na závěr článku je provedena diskuse včetně zhodnocení použitého přístroje.

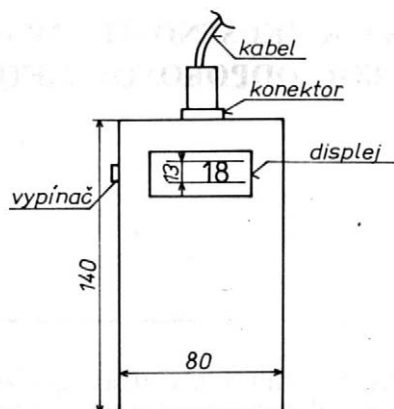
vitalita stromů; měření; elektrická odporová metoda; diagnostika; smrk; buk; lípa

V současné době jsme svědky hynutí lesů ve velkém měřítku, a to zejména v imisních oblastech. Příčiny tohoto stavu jsou dostatečně známy, nebudeme je proto opakovat. Ani v ČSFR není zdravotní stav lesů uspokojivý, naopak, zejména v severních pohraničních oblastech je truchlivý. Je třeba vynaložit co největší úsilí na jejich záchranu. Jednou z cest je včasná diagnostika zdravotního stavu stromů, která by měla být objektivní, nezávislá na subjektivních dojmech pozorovatele. Možnost objektivního zkoumání zdravotního stavu stromů poskytují měřicí přístroje, zejména elektronické.

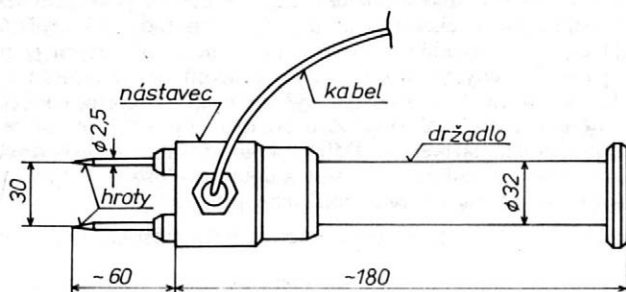
Jedním z měříték zdravotního stavu stromů může být jejich vitalita. Vitalnější strom snáze odolává všem škodlivým vlivům včetně imisí. Měření vitality stromů je tedy jednou z cest diagnostiky zdravotního stavu stromů.

Podle amerického vědce A.L. Shiga (Shigo, 1985), vitalita je dynamická schopnost růstu a reprodukce v mezích životní síly, přičemž životní síla je geneticky řízená schopnost přežít po zranění nebo infekci. Vitalita nemá žádnou měrnou jednotku, zjišťovat lze jen tzv. relativní vitalitu, a to podle různých měříték. Prof. Waring z lesnické univerzity v Oregonu navrhl pro hodnocení zdravotního stavu stromů tzv. koeficient vitality (bezrozměrné číslo). Způsob jeho zjišťování uvádí autoři Šimon a Čermák, 1988. Jde o velmi pracný a destruktivní způsob určování vitality. Jednodušší a nedestruktivní způsob určování vitality zavedl již v roce 1972 zmíněný vědec A.L. Shigo (Skutt et al., 1972), a to prostřednictvím dvoujehlové sondy napájené stejnosměrným pulsním proudem nízké amplitudy ($0,5 \mu A$) a frekvenci 100 Hz. Pulsní proud obdélníkového průběhu je volen proto, že nežádoucí kapacity rozhraní mezi elektrodami a tkání stromu jsou užitím pulsního proudu prakticky eliminovány (Skutt et al., 1972).

Na základě této metody byl vyvinut přístroj tzv. Shigometer a v pozdějších letech vznikl obor Shigometrie. Přístrojem je možno zjišťovat nejen relativní



1. Dvoujehlová sonda na měření relativní vitality — Two-needle probe for relative vitality measurements



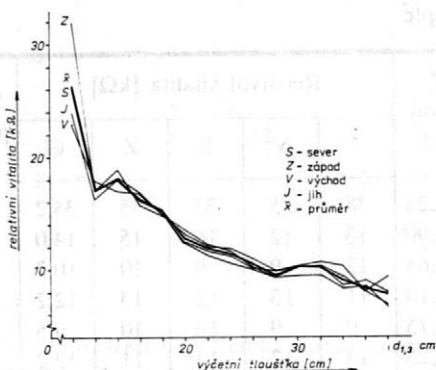
2. Pouzdro s elektronickými obvodů a displejem přístroje Condiometr AS-1 — Receptacle with electronic circuits and display of a Condiometr AS-1 instrument

vitalitu stromů, ale i jejich případné napadení hnilobou. V současné době se vyrábí několik modelů Shigometru v USA (Shigo, 1986) a jeden model pod názvem Condiometr AS-1 v SRN (Jura, 1988). Přístroj Condiometr AS-1 také používá pulsní elektrický proud, jeho polarita je však periodicky přepínána. Tím se vyruší vliv případných galvanických jevů na měřenou veličinu, v našem případě elektrický odpor pletiva stromu. Všechny modely Shigometru jsou založeny na stejném principu, udávají relativní vitalitu stromů velikostí elektrického odporu pletiva v kambiální zóně v k Ω .

Nejdokonalším přístrojem na zjišťování vitality stromů je model Vitamat-4 (Kučera, 1988), založený na principu měření elektrické vodivosti pletiva živých stromů. Tento přístroj byl navržen a vyvinut ve Výzkumném lesnickém a dřevařském ústavu Vysoké školy technické v Žürichu. Přístroj měří průběh elektrické vodivosti v závislosti na hloubce vpichu dvou jehlových elektrod zatlačovaných postupně do kmene stromu. Tím se podstatně liší od Shigometru, který poskytuje jen jednu hodnotu vitality, danou elektrickým odporem (převratná hodnota elektrické vodivosti) v kambiální vrstvě. Průběh elektrické vodivosti se zobrazuje na elektronickém grafickém displeji připojeného terénního mikropočítače.

METODIKA

K měření relativní vitality stromů bylo použito přístroje Condiometr AS-1, skládajícího se ze dvou hlavních částí. První z nich je dvoujehlová sonda o rozměrech podle obr. 1, druhou je pouzdro



3. Průběh relativní vitality u smrku v závislosti na výčetní tloušťce při měření ve směru čtyř světových stran — The pattern of relative vitality in spruce in dependence on breast-height diameter if measured in the direction of the four cardinal points

Pozn.: platí pro obr. 3–8 (DVP č. 18; dřevina: smrk; věk: 62 roků; stanoviště: 5 S1; datum měření: 15. 9. 1987)

s elektronickými obvody a displejem podle obr. 2. Obě části jsou při měření propojeny kabelem, opatřeným na jednom konci konektorem. Měřicí rozsah přístroje umožňuje měřit elektrický odpor v rozmezí nula až 2 000 k Ω . Rozlišovací schopnost je 1 k Ω .

Postup při měření relativní vitality uvedeným přístrojem je velmi jednoduchý. Sonda s hroty se zatlačí v prsní výšce do kambiální vrstvy kmene a na displeji se odečte hodnota relativní vitality stromu. Vysoké hodnoty relativní vitality (například 35 k Ω) znamenají omezený průtok rostlinných šťáv, a tím nízkou vitalitu měřeného stromu, nízké hodnoty (například 6 k Ω) jsou naopak ukazatelem vysoké vitality stromu.

Při měření relativní vitality Conditionimetrem AS-1 je třeba dodržovat určitá pravidla a měřicí podmínky, které vyplývají z podstaty přístroje. Elektrický odpor kambiálního pletiva ovlivňuje zejména obsah vlhkosti, teplota a koncentrace přítomných iontů. Dřevo v živých stromech je obvykle nad bodem nasycení vláken vlhkostí, který činí přibližně 28 % hmotnosti vody nad hmotností suchého dřeva při konstantním objemu. Přístroj pracuje správně jen nad zmíněnou oblastí saturace. Jestliže se obsah vody nad bodem nasycení zvyšuje, ionty se stávají převládající proměnnou při určování elektrického odporu. Je-li obsah vlhkosti blízký bodu nasycení vláken, je vlhkost hlavním faktorem ovlivňujícím elektrický odpor. Když obsah vlhkosti převyší 60 %, má již zvyšující se obsah vlhkosti malý vliv na elektrický odpor.

Vliv okolní teploty na výsledky měření je následující: Když se teplota pohybuje kolem bodu mrazu, malé změny teploty mají velký vliv na elektrický odpor. Jestliže okolní teplota dosáhne 5 °C, má její další zvyšování nepatrný vliv na elektrický odpor kambiálního pletiva. Koncentrace iontů má rozhodující vliv na velikost elektrického odporu tehdy, když teplota je vyšší než 5 °C a obsah vlhkosti je nad 60 %.

Z uvedených poznatků převzatých z literatury (Shigo, 1986) vyplývá, že Conditionimetrem AS-1 lze měřit relativní vitalitu jen při teplotě okolí vyšší než 5 °C a vlhkosti kambiální vrstvy vyšší než 30 %. Z podstaty měřicího přístroje plyne, že nelze považovat za věrohodné výsledky naměřené za deště či sněžení. Je též třeba věnovat pozornost hloubce vpichu jehel do stromu. Obě jehly jsou kromě špiček elektricky izolovány. Jehly je vždy nutno zatlačit až po izolaci, tj. do hloubky 9 mm, což nečiní potíží. U stromů se silnou kůrkou je pro vpich jehly volit místa, kde je kůrka tenká, což je nutno dodržovat zejména u borovice. Volba vhodného místa vpichu nečiní však potíže.

Na jednom stromě nestačí provést jen jedno měření. Prováděli jsme 4 měření v prsní výšce ve směru čtyř světových stran (S — sever, V — východ, J — jih, Z — západ). Před každým započatím měření jsme změřili teplotu okolního vzduchu a jeho relativní vlhkost. Neměli jsme k dispozici povrchový vlhkoměr na měření vlhkosti kambiální vrstvy a vrstev přilehlých. Ta je však téměř vždy vyšší než 30 % a domníváme se proto, že to nebylo na závadu správných výsledků měření. Před každým měřením relativní vitality u jednoho stromu jsme změřili jeho výčetní tloušťku a stanovili jeho sociální postavení podle Krafy. Výsledky měření jsme zaznamenávali do tabulek. Příklad provedených měření je uveden v tab. I.

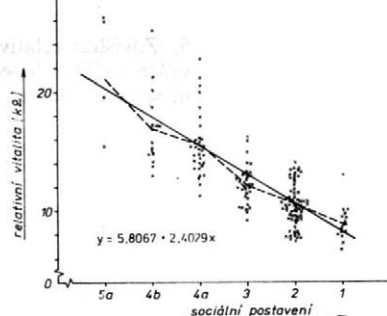
Číslo stromu	Dřevina	$d_{1,3}$ [cm]		$d_{1,3}$ [cm] Ø	Relativní vitalita [kΩ]					Sociální postavení	Poznámka
		I	II		J	V	S	Z	Ø		
1	BŘ	32,3	30,2	31,25	38	35	33	35	35,2	2	
2	SM	33,1	32,7	32,90	13	12	16	15	14,0	3	
3	MD	43,9	43,4	43,65	13	9	9	10	10,2	2	
4	SM	26,5	25,7	26,10	11	13	12	13	12,2	3	
5	SM	34,2	35,3	34,75	9	9	10	10	9,5	2	
6	SM	32,8	31,7	32,25	13	12	13	11	12,2	3	
7	SM	53,5	50,6	52,05	9	8	9	9	8,8	2	
8	SM	33,7	30,8	32,25	12	13	13	15	13,2	4a	
9	MD	46,9	46,0	46,45	9	8	10	9	9,0	1	
10	SM	30,5	31,0	30,75	10	9	10	10	9,8	3	
11	SM	37,2	36,0	36,60	13	10	16	16	13,8	3	
12	MD	33,8	31,4	32,60	13	9	9	12	10,8	1	
13	SM	36,9	36,9	36,90	10	9	9	9	9,2	2	
14	SM	32,1	31,0	31,55	9	9	10	12	10,0	3	
15	SM	38,0	35,9	36,95	8	8	9	9	8,5	2	
16	MD	29,5	29,3	29,40	14	14	11	20	14,8	3	
17	BŘ	40,8	45,4	43,10	26	31	27	28	28,0	2	
18	SM	41,2	39,8	40,50	9	8	7	7	7,8	2	
19	MD	33,8	28,9	31,35	18	16	—	15	16,3	3	S — poškoz.
20	MD	28,1	27,0	27,55	13	8	11	13	11,2	3	
21	BŘ	33,6	32,6	33,10	—	—	—	—	—	2	souš
22	SM	22,2	22,4	22,30	15	14	16	12	14,2	4b	
23	SM	31,2	30,6	30,90	12	13	14	16	13,8	3	
24	SM	37,9	37,0	37,45	7	9	10	11	9,2	2	
25	SM	19,4	19,3	19,35	17	19	20	21	19,2	4b	
26	SM	22,8	23,0	22,90	18	19	21	16	18,5	4a	
27	SM	33,3	32,4	32,85	11	10	11	11	10,8	2	
28	BŘ	41,5	41,6	41,55	27	16	12	19	18,5	1	
29	SM	24,5	24,0	24,25	14	14	12	16	14,0	4b	
30	SM	29,3	28,2	28,75	12	10	18	15	13,8	4a	
31	SM	23,1	21,9	22,50	12	13	15	16	14,0	4b	

Před začátkem měření je třeba si poznamenat datum měření, stanoviště, charakteristiku porostu včetně věku a je nutno změřit teplotu vzduchu a jeho relativní vlhkost.

Účelem našich měření bylo prověřit možnosti použitého přístroje, stanovit závislosti relativní vitality na různých veličinách jako jsou: vliv světových stran, druh dřeviny, věk porostu, roční doba, výčetní tloušťka, sociální postavení, štihlостní koeficient apod. Výsledkem šetření mělo být stanovení správné metodiky při používání přístroje a zpracování naměřených výsledků. Znovu zdůrazňujeme, že Conditionetr AS-1 měří relativní vitalitu. Nižší naměřená čísla relativní vitality znamenají vyšší vitalitu stromů.

VÝSLEDKY

Měření relativní vitality stromů byla provedena na pokusných plochách v oblasti Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy. Při těchto měřeních byly proměřeny stovky stromů různých dřevin.



4. Průběh relativní vitality v závislosti na výčetní tloušťce stromu — The pattern of relative vitality in dependence on tree breast-height diameter

Pozn.: skutečné hodnoty — x
průměrné hodnoty — — — — —

vyrovnané údaje
regresní přímka
(platí pro obr. 4–7)

Omezený rozsah příspěvku nedovoluje uvést výsledky měření ve formě tabulek (příklad viz tab. I), zvolili jsme proto způsob grafického zobrazení ve formě grafů, které jsou pro čtenáře názornější. V ódále uvedených grafech je na osu y vynášena relativní vitalita v kΩ, tedy elektrický odpor kambialní vrstvy. Jsme si vědomi toho, že by bylo účelnější pracovat s elektrickou vodivostí. Conditionetr AS-1 však zobrazuje na svém displeji elektrický odpor. Každé měření by bylo nutné přepočítávat, což by bylo velmi pracné, a proto se to ani v zahraničí neprovádí (v současné době probíhá v ČR příprava k zahájení výroby měřiče vitality, který bude měřit elektrickou vodivost. Tím budou uvedené problémy odstraněny.)

Obr. 3 znázorňuje závislosti relativní vitality na výčetní tloušťce stromů, které byly získány měřením ve smrkovém porostu o stáří 62 roků na zkušné ploše DVP č. 18. Měření byla prováděna 15. 9. 1987, a to na každém stromu ze čtyř světových stran. Kromě čtyř průběhů podle světových stran je též v grafu vynesena průběh průměrných hodnot $\bar{x}$. Z grafu je patrné, že rozdíly relativních vitalit v závislosti na světových stranách jsou zanedbatelné. Z toho lze usuzovat, že při měření vitality stačí provést na každém stromu jen dvě měření ze dvou libovolně volených protilehlých stran. Tím se nejen zmenší potřebný počet měření, ale zjednoduší se též výsledné zpracování naměřených výsledků. Z grafu je též patrné, že čím větší výčetní tloušťka, tím vyšší vitalita stromu (nižší relativní vitalita).

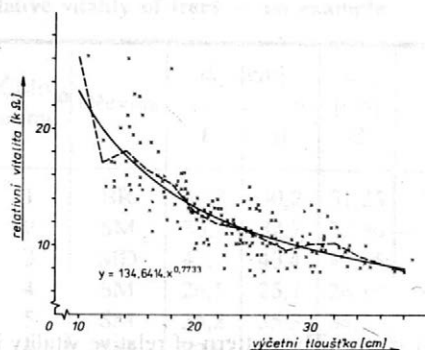
V grafu na obr. 4 jsou vyneseny naměřené údaje relativní vitality (křížky); průměrné údaje a regresní křivka ve tvaru $y = 134,6414 \cdot x^{0,7733}$ v závislosti na výčetní tloušťce dřívě zmíněného smrkového porostu. Z grafu je dobře patrné, že větší výčetní tloušťce stromů odpovídá vyšší vitalita (nižší hodnoty relativní vitality). Tento výsledek opět svědčí o objektivnosti použité metody.

Podobná závislost (u téhož porostu) je vynesena v grafu na obr. 5. Jde o závislost relativní vitality na výšce stromů. Vyrovnané údaje lze vyjádřit regresní křivkou $y = 950,1946 \cdot x^{1,3758}$. Z grafu je opět patrné, že větší výšce stromu odpovídá jeho vyšší vitalita (nižší relativní vitalita).

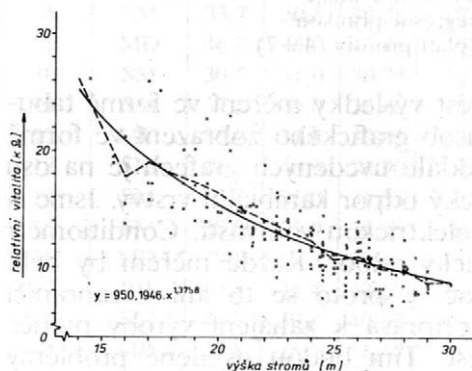
Závislost relativní vitality na štíhlostním koeficientu pro stejný porost jako v předchozích případech je vynesena v grafu na obr. 6. Vyrovnané hodnoty bylo možno vyjádřit regresní přímkou $y = 0,3656 + 11,7667x$.

V grafu na obr. 7 je vynesena závislost relativní vitality stejného porostu jako v předchozím případě na sociálním postavení stromů podle Krafy. Kromě skutečně naměřených hodnot jsou v grafu uvedeny průměrné hodnoty a vyrovnané údaje regresní přímkou $y = 5,8067 + 2,4029x$. Z grafu je tedy patrna lineární

5. Závislost relativní vitality smrků na jejich výšce — The dependence of relative vitality in spruce trees on their height



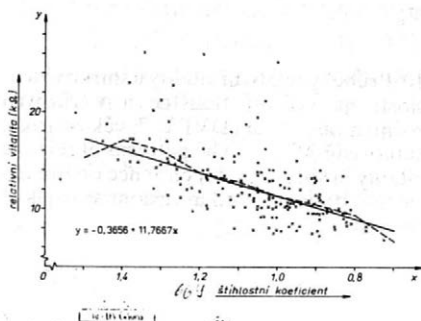
6. Průběh relativní vitality smrků v závislosti na štíhlostním koeficientu — The pattern of relative vitality in spruce trees in dependence on slenderness coefficient



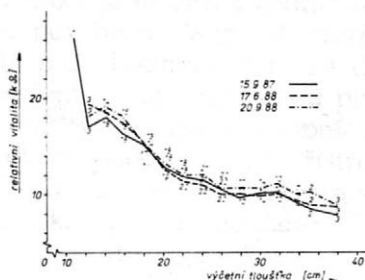
závislost mezi relativní vitalitou stromů a jejich sociálním postavením. Čím lepší je sociální postavení stromů, tím je vyšší vitalita stromů. Tato skutečnost svědčí o objektivnosti měřicí metody.

Závislost relativní vitality na výčetní tloušťce ve sledovaném smrkovém porostu v třech různých dobách měření je vynesena v grafu na obr. 8. První měření bylo provedeno 15. 9. 1987, druhé 17. 6. 1988 a třetí 20. 9. 1988. Rozdíly v hodnotách relativní vitality (průměrné hodnoty) jsou malé. Z naměřených výsledků při prvním a třetím měření je zřejmé, že se stav porostu z hlediska vitality stromů téměř nezměnil. Udivuje však spíše skutečnost, že velké rozdíly v relativní vitalitě se nevyskytly ani při měření 17. 6. 1988. Nelze z toho však usuzovat, že doba měření nemá u smrku vliv na výsledky měření.

Pozoruhodný je graf na obr. 9. Jde o lípu ve věku 84 roků. Relativní vitalita byla měřena ve třech obdobích, a to 23. 7. 1987, 21. 9. 1988 a 13. 1. 1989. Nejvyšší hodnoty relativní vitality v závislosti na výčetní tloušťce byly naměřeny v lednu (nejnižší vitalita), podstatně nižší hodnoty relativní vitality (vyšší hodnoty vitality) v září a nejvyšší vitalita byla naměřena v červenci (nejnižší hodnoty relativní vitality). Průběhy průměrných hodnot relativních vitalit ve zmíněných obdobích mají velmi podobný průběh. To svědčí o tom, že měření prováděná Conditionimetrem AS-1 jsou objektivní a že zkoumané stromy nedoznaly během období, ve kterém byly měřeny, změny v poměrných hodnotách relativních vitalit. Podobně je tomu u smrku stejného stáří, proměřovaného ve stejných dobách jako lípa. Výsledky měření jsou uvedeny v grafu na obr. 10.

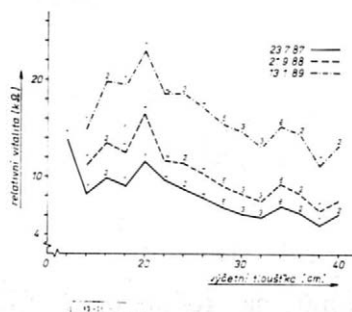


7. Závislost relativní vitality smrku na sociálním postavení podle Krafta — Dependence of the relative vitality of spruce on the social position after Kraft



8. Průběhy relativní vitality u smrku v závislosti na výčetní tloušťce a při různých datech měření — The patterns of relative vitality in spruce in dependence on breast-height diameter and on various dates of measurements

9. Průběhy relativní vitality v závislosti na výčetní tloušťce při různých datech měření u lípy (DVP č. 7; věk — 84 roků; stanoviště 3 S1) — The patterns of relative vitality in dependence on breast-height diameter on various dates of measurements in linden

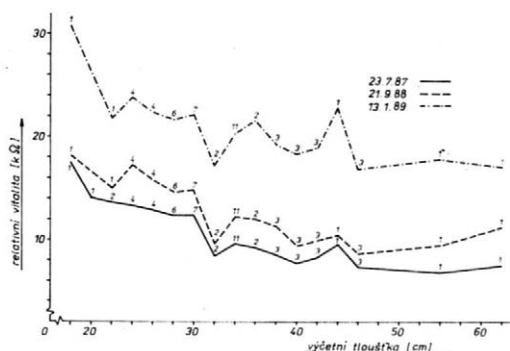


Obdobný graf pro buk je na obr. 11. Je tu opět dobře patrna závislost hodnot relativní vitality na roční době.

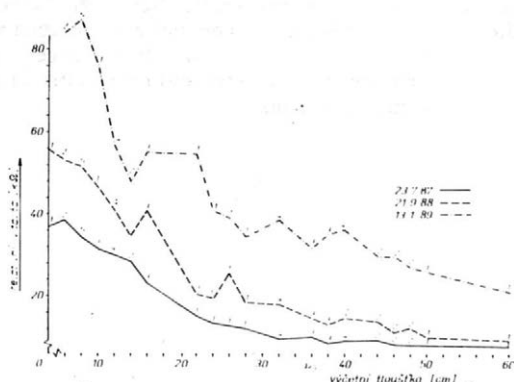
DISKUSE

Z uvedených měření relativní vitality Condiometrem AS-1 je zřejmé, že uvedeným přístrojem lze objektivně zjišťovat vitální stav stromů. Z jednoho měření však není možno dělat absolutní závěry o zdravotním stavu stromů. Naměřené hodnoty je třeba navzájem porovnávat, a tak je možno s jistotou určit, který strom je vitálnější než jiný. To lze zjistit bez ohledu na datum měření, pokud toto měření provádíme ve vegetační době a za dříve uvedených podmínek. V literatuře (Shigo, 1986) se doporučuje poměrová hodnota při vyhodnocování naměřených výsledků, která spočívá v tom, že se průměrné hodnoty relativní vitality pro každý strom dělí průměrnou hodnotou relativní vitality celého souboru. Tím jsou stromy rozděleny na dvě skupiny, přičemž v první skupině jsou stromy s větší vitalitou než průměr a ve druhé stromy méně vitální.

Při sledování zdravotního stavu porostů je třeba provádět dlouhodobá měření po dobu několika roků, a to vždy ve stejné roční době. Je to dáno závislostí relativní vitality stromů na roční době (Davis, 1979). Autoři tohoto příspěvku



10. Průběhy relativní vitality u smrku v závislosti na výčetní tloušťce a v různých ročních obdobích (DVP č. 7; věk 84 roků; stanoviště 3 S1) — The patterns of relative vitality in spruce in dependence on breast-height diameter and in various seasons of the year



11. Průběhy relativní vitality v závislosti na výčetní tloušťce a roční době u buku (DVP č. 7; stanoviště 3 S1) — The patterns of relative vitality in dependence on breast-height diameter and year season in beech

vitality stromů na roční době (Davis, 1979). Autoři tohoto příspěvku provádějí takové měření též s ohledem na vliv imisí na Lesním závodě Františkovy Lázně. Výsledky šetření však budou k dispozici později.

Byly též číněny pokusy se zjišťováním různých stresů působících ve stromech (Wargo, 1975) na základě měření elektrického odporu kambialního pletiva stromů. I tomuto problému se autoři příspěvku hodlají věnovat.

Zdravotní stav porostu je možno zjistit i po jednom měření za následujících podmínek. Ve stejné době, nebo pokud možno v krátkém časovém intervalu, je třeba změřit jeden porost zdravý se stejným druhem dřeviny, stejného stáří a současně porost, jehož zdravotní stav nás zajímá, například porost v imisní oblasti. Z porovnání průměrných hodnot relativní vitality obou porostů lze usuzovat na stav zkoumaného porostu.

Z výsledků uvedených na obr. 3 a z literatury (Shigo, 1986) plyne, že stačí změřit asi 30 stromů, přičemž každý strom měříme ve dvou libovolně zvolených protilehlých směrech. Použitím tohoto doporučení se prováděná měření značně zrychlí.

ZHODNOCENÍ POUŽITÉHO PŘÍSTROJE

Jde o přístroj nízké hmotnosti se snadnou obsluhou a malou spotřebou elektrické energie. Napájecí devítivoltová baterie stačí na proměření několika tisíc

stromů. Jestliže její napětí klesne pod přípustnou mez, na displeji se objeví nápis „Low battery“. Při měření jsou nejvíce namáhány ocelové hroty sondy, jejich životnost činí asi deset tisíc vpichů. Náhradní hroty je možno objednat u výrobce.

Přístroj Conditionometr AS-1 má některé nevýhody. Mezi ně patří zejména skutečnost, že vyšší vitalitě stromu odpovídá nižší hodnota čtení na displeji — relativní vitalita. Další nevýhodou je, že k měření je zapotřebí dvou pracovníků, jeden měří, druhý zapisuje. Přístroj by měl být vybaven vstupní klávesnicí a polovodičovou pamětí pro záznam naměřených výsledků. Jinak přístroj pracuje naprosto spolehlivě. Problémy mohou nastat jen u tvrdých dřevin a dřevin se silnou borkou. Místa vpichu je třeba volit tam, kde je kůra nejslabší.

ZÁVĚR

Měření odporu dřevního pletiva živých stojících stromů, respektive zjišťování jejich relativní vitality, je v posledních letech věnována stále větší pozornost. Objektivnost metody byla již prokázána a nyní se hledají vhodné aplikace a jsou konstruovány dokonalejší přístroje.

Měření relativní vitality stromů může sloužit k podpoře konečného rozhodnutí v následujících otázkách:

- při výběru geneticky vhodných stromů pro další rozmnožování;
- při rozhodnutí o mýtní těžbě (výběr méně vitálních porostů);
- při výběru stromů při probírce;
- při rozdělení stromů na méně nebo více vitální;
- při kvalifikaci vlivů různých stresů;
- při sledování účinků hnojení a chemizace;
- při rozpoznávání a klasifikaci poškozených porostů;
- při podpoře výsledků leteckého snímkování v imisních oblastech;
- při posuzování kvality sazenic před výsadbou (Macharáček a kol., 1984);
- při dalších otázkách, které budou teprve nastoleny.

Vlastní měření relativní vitality stromů je velmi jednoduché. Problémem může být správné vyhodnocení výsledků při sledování konkrétního účelu měření. Literatura v tomto směru je dosud sporadická, a proto je nutno spoléhat na vlastní úsudek. Příslušné metodiky zatím nejsou k dispozici. Předložený příspěvek má posloužit jako úvodní studie do dané problematiky.

Literatura

- DAWIS, W. and al.: Seasonal changes in electrical resistance of inner bark in red oak, red maple, and eastern white pine. *Forest Sci.*, č. 2, 1979, s. 283–286.
- EGGER, A. and al.: Stammfäulebestimmung an Fichte mittels Conditioner AS-1. *Allgemeine Forstz.*, Juni 1985.
- JOHANN, K. and al.: Vitalitätsmessungen an Fichten und Kiefern mittels Digitalströmungsmessgeräten und Zusammenhänge mit ertragskundlichen Messgrößen. *Allgemeine Forstz.*, Oktober 1984, s. 305–306.
- JURA, S.: Conditioner AS-1, přístroj na zjišťování relativní vitality a hniloby živých stojících stromů. *Lesn. Práce*, 1988, č. 9, s. 421–423.
- JURA, S.: Elektronické měřicí přístroje pro lesní hospodářství. Monografie VŠZ Praha, MON Praha — Suchdol 1988, s. 111–115.
- KOSTKA, S.J. and al.: An evaluation of electrical resistance as a measure of vigor in eastern white pine. *Can. J. For. Res.*, 1982, 12, s. 463–467.
- KUČERA, L.J.: Ein neuartiges Messgerät für Holzuntersuchungen. *Schweizer Ingenieur und Architekt*. Heft 45, 1988.

- MACHARÁČEK, M., SEREDA, O.: Některé možnosti objektivní kontroly vitality semenáčků a sazenic jehličnatých dřevin. *Lesnictví*, 30, 1984, č. 1.
- SHIGO, A.L.: Wounded Forests, Starring Trees. *J. For.*, November 1985, s. 668–673.
- SHIGO, A.L. and al.: A Reference Guide. *Agriculture Handbook No. 646*. US Government Printing Office, 1986.
- SIMON, J. a kol.: Metoda pro hodnocení vitality stromů a porostů. *Lesn. Práce*, 1988, č. 10, s. 449–451.
- SKUTT, H.R. et al.: Detection of discolored and decayed wood in living trees using a pulsed electric current. *Can. J. For. Res.*, 1972, č. 2, s. 54–56.

Došlo dne 12. 6. 1989

ЮРА, С. — СЕКВЕНС, Й. — ГЛОМБ, В. (Институт прикладной экологии, Костелец над Черными лесами): **Некоторые результаты и опыт по измерению vitality деревьев методом электрического сопротивления.** *Lesnictví*, 36, 1990 (8) : 663–673.

В статье указаны некоторые результаты измерения vitality живых стоящих деревьев прибором КОНДИТИОМЕТР АС-1, измеряющий электрическое сопротивление ткани в слое камбия, посредством постоянного пульсового электрического тока низкой амплитуды. После краткого описания используемого прибора следует методика измерений и условия, при которых можно производить измерения. Собственные результаты измерения приведены в форме графиков, изображающих разложение относительной vitality на различных величинах, таких как расчетная толщина, высота деревьев, срок измерения и вид древесной породы. Из приведенных результатов хорошо очевидна объективность используемого метода и простота измерения. Далее констатируется, что проведение оценки разных влияний на величину относительной vitality требует опыта и хороших знаний по росту деревьев. В заключении статьи проводится дискуссия, включительно оценки используемого прибора. vitality деревьев; измерение; метод электрического сопротивления; диагностика; ель; бук; липа

JURA, S. — SEQUENS, J. — GLOMB, V. (Ústav aplikované ekologie, Kostelec nad Černými lesy): *Results and experience of measuring the tree vitality by an electrical resistivity method.* *Lesnictví*, 36, 1990 (8) : 663–673.

In the present paper results are given of measuring the relative vitality of standing live trees using a Conditionmeter AS-1 instrument which can measure the electrical resistivity of tissues in the cambium layer: the instrument works on the principle of direct pulsatile electric current of low amplitude. A brief description of this instrument is presented, the method of measuring and the conditions apt for measurements are also described. The results of measurements are plotted in graphs, indicating the distribution of relative vitality in dependence on some characteristics: breast-height diameter, tree height, slenderness coefficient, social position of trees, time of measurement and tree species. The results demonstrate clearly the objectivity of the given method and simplicity of measuring. It could also be stated that an evaluation of different influences on the value of relative vitality requires good experience and knowledge of tree growth. In the discussion at the end of this paper is among other things an evaluation of this instrument.

tree vitality; measurements; electrical resistivity method; diagnostics; spruce; beech; linden

JURA, S. — SEQUENS, J. — GLOMB, V. (Ústav aplikované ekologie, Kostelec nad Černými lesy): *Einige Ergebnisse und Erfahrungen mit der Messung der Vitalität von Bäumen mit Hilfe der elektrischen Widerstandsmethode.* *Lesnictví*, 36, 1990 (8) : 663–673.

In der Arbeit werden einige Ergebnisse der Messung der relativen Vitalität lebender stehender Bäume mit Hilfe des Geräts Conditionmeter AS-1 gebracht, das den elektrischen Widerstand des Gewebes in der Kambialschicht mittels des elektrischen Puls-Gleichstroms mit niedriger Amplitude mißt. Nach einer kurzen Beschreibung des Gerätes folgt die Methodik der Messung und der Bedingungen, unter denen gemessen werden kann. Die eigentlichen Meßergebnisse werden in Form von Graphen gebracht, die die Verteilung der relativen Vitalität je nach verschiedenen Werten darstellen, wie Brusthöhendurchmesser, Baumhöhe, Schlankheitskoeffizient, soziale Stellung der Bäume, Meßzeit und Holzart. Aus den angeführten Ergebnissen ist die Objektivität der angewandten Methode und die

Einfachheit der Messung ersichtlich. Ferner wird festgestellt, daß die Auswertung verschiedener Einflüsse auf die Größe der relativen Vitalität Erfahrung und gute Kenntnis des Baumwachstums erfordert. Zum Schluß wird die Diskussion einschließlich der Einschätzung des angewandten Gerätes gebracht.

Vitalität von Bäumen; Messung; elektrische Widerstandsmethode; Diagnostik; Fichte; Rotbuche; Linde

Adresa autorů:

Ing. Stanislav Jura, CSc., ing. Josef Sequens, ing. Vladimír Glomb, Ústav aplikované ekologie VŠZ, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky a současný stav v dané oblasti.

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být připojen souhlas vedoucího pracoviště s publikací článku a prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

Jednotlivé práce nemají přesahovat rozsah 20 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Technická úprava rukopisu

Úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádek, mezi řádky dvojité mezery). Ilustrace, grafy, tabulky a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na zadní straně se vyznačuje tužkou pořadové číslo obrázku nebo grafu a napíše se jméno autora článku. Texty k obrázkům a grafům se dodávají na zvláštním listě, umístění se označuje na levém okraji příslušné strany rukopisu číslicí v kroužku. Tabulky se číslují zvlášť římskými číslicemi.

Vlastní úprava práce

Název práce (titul) nemá přesahovat 85 úhozů. Jména autorů se uvádějí bez titulu s počátečním písmenem jména.

Souhrn — Vypracování souhrnu je nutné věnovat obzvláštní péči. Autor do něho má shrnout vše, co je na jeho práci pozoruhodné a nové a co má být dokumentováno. Souhrn má být nekritickým informačním výběrem významného obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, nemá ji však nahradit. Nesmí překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl psán celými větami a ne telegrafickým způsobem. Souhrn začíná jménem, adresou pracoviště, titulem článku a citací časopisu.

Klíčová slova (Key words, index terms) — Připojují se po vynechání řádku pod souhrn. Klíčovým slovem rozumíme substantivum, které je nutno pro věcné zařazení předložené práce. Klíčová slova se řadí směrem od obecnějšího výrazu ke konkrétnímu. Začíná malým písmenem a odděluje se středníkem. Jejich počet závisí na povaze práce a neměl by klesnout pod tři a převyšit dvanáct slov.

Úvod — Má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce uskutečněna a velmi stručnou formou stav studované otázky. Uvádí se bez nadpisu, je možné v něm uvést k práci se vztahující autory, přičemž se doporučuje co nejníž počet autorů.

Materiál a metoda — Metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní, jinak postačuje citovat autora metod a uvádět jen případné odchylky. Je v nich popsán pokusný materiál. Popis metody by měl umožnit, aby kdokoli z odborníků mohl podle něho a při použití uvedených citací práci opakovat.

Výsledky — Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních stavů tabulek a dát přednost grafům, anebo tabulky shrnout v statistickém hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze nálezy.

Diskuse — Obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, kteří mají k publikované práci bližší vztah), pokud souvisí nebo jsou s předloženou prací nějak srovnatelné.

Literatura — Musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197, tj. citace zařadit abecedně podle jména prvních autorů; příjmení (verzálkami); zkratka jména (dvojtečka); plný název práce (tečka); úřední zkratka časopisu, ročník vydání, číslo, první stránka — poslední stránka (před číslem se uvádí zkratka č. a před první stránkou s.); u knih je uvedeno místo vydání, vydavatel a rok. Odkazy na literaturu v textu jsou uvedeny jménem autora (čárka) a rokem vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu.

Pokud autor používá zkratk jakéhokoliv druhu, je nutné je vysvětlit, aby se předešlo omylům při překladech. V názvu práce a v souhrnu je lépe zkratk nepoužívat.

Na zvláštním listě uvede autor plné jméno (i u spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ.

VYSKOT, M. — COUFALÍKOVÁ, J. (Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Brno):
Izolace a výtěžnost silic z biomasy jehličnatých dřevin. Lesnictví, 36, 1990 (8): 675-692.

Znečištění životního prostředí, extrémní přírodní katastrofy a exploatace ohrožují lesy a tím i lidskou společnost. Spotřeba dřeva stále stoupá a dřevem se neúnosně plýtvá. Je proto třeba lépe využívat zdroje dendromasy včetně všech jejích disponibilních součástí. Za tím účelem jsme zpracovali monografie o bilanci a utilizaci lesní biomasy s ohledem na rozvoj lesního fondu a jejich podstatu zahrnují do tří patentů k výrobní realizaci. Při zpracování listové biomasy jehličnatých dřevin lze také účelně získávat silice, jež jsou potřebné pro průmysl potravinářský, farmaceutický, kosmetický, výrobu barev a laků aj. V této souvislosti je nutné znát výtěžnost a skladbu silic. Proto jsme také v letech 1983 až 1987 sledovali výtěžnost hospodářsky významných konifer *Picea abies* (L.) Karst., *Abies alba* Mill., *Pinus sylvestris* L., *Larix decidua* Mill., *Abies grandis* (Dougl. ex D. Don) Lindl. a *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco. Vzorky byly odebrány z mladých porostů ve skupině lesních typů dubových bučin. Jehličí se destilovalo vodní parou. Získaná silice se dále zpracovala vakuovou destilací a potom byla podrobena analýze na plynovém chromatografu. Pětiletým šetřením bylo zjištěno, že výtěžnost silic u smrku činí 0,04 až 0,27 %, u jedle bělokore 0,54 až 0,82 %, u borovice 0,19 až 0,43 % a u modřínu 0,00 až 0,21 %. Jedle obrovská měla výtěžnost 0,49 až 1,09 % a douglaska 0,33 až 1,15 %. Je patrné, že relativně největší výtěžnost mají jedle a douglaska. Ovšem hospodářský význam mají především smrk a borovice. Pomocí plynového chromatografu bylo zjištěno, že v silici smrku převládá limonen a β -pinen, v jedli limonen a felandren, v borovici limonen a α -pinen, což platí i pro modřín a jedli obrovskou, kdežto u douglasky je nejvíce β -pinenu, α -pinenu a bornylacetátu.

biomasa; jehličnaté dřeviny; silice; výtěžnost

V současném světě jsme svědky nebezpečného paradoxu. Životní prostředí se prudce zhoršuje, lesy hynou, ale spotřeba dřeva se rapidně zvyšuje a přitom se s ním očividně plýtvá. Nejinak je tomu i u nás. Těžíme ročně kolem 20 mil. m³ surového dříví s kůrou v sortimentech průmyslového významu. Nevyužíváme však patřičně slabší dimenze stromů, které odpadají při mýtní těžbě a při výchovných zásazích. Náprava tohoto neúnosného stavu je posláním řídicí sféry při náležitém užití účinných ekonomických nástrojů. Pro správné rozhodování je však nezbytná objektivní faktografie. Proto byla uvedená problematika pojata také do úkolů základního i aplikovaného výzkumu.

BIANCE A UTILIZACE DENDROMASY

Narůstající potřeba dřeva vyžaduje znalost stavu a budoucí perspektivy bilance biomasy (dendromasy) hlavních lesních dřevin v objemu i hmotnosti podle jednotlivých komponent nadzemní i podzemní části stromů. S náročnými analytickými pracemi jsme začali již v roce 1960 a jejich výsledkem jsou monografie 200 stromů od juvenilní fáze až po adultní jedince ve věku do 150 let, které byly publikovány v češtině i ve světových jazycích (Vyskot, 1972 až 1989). Uvedené monografie obsahují podrobné údaje, které mimo základní poznatky skýtají také mnoho informací důležitých pro realizační výstupy do výrobní fáze.

Ve snaze urychlit zavedení našich výzkumných výsledků do výroby jsme předložili tři patenty, které byly schváleny a publikovány s popisy vynálezu k autorskému osvědčení. První z nich byl přihlášen 5. 12. 1979 a vydán 15. 7. 1982 pod číslem 209712 a názvem *Způsob zpracování biomasy, odpadající při těžbě dřeva z jehličnatých dřevin* — autoři Vyskoť a Uher. Vynález řeší problém biomasy, která odpadá při těžbě dřeva z jehličnatých dřevin. Při této těžbě zůstává nevyužito značné množství jehličí, pro které nebylo většinou použito a bylo proto nákladně likvidováno. Pouze část jehličí byla sušena a mleta jako moučka ke krmným účelům. Pro vysoký obsah silic a fytoncidů může však být moučka využita jen do 3 % obsahu v krmných směsích. Vynález tento nedostatek odstraňuje a podrobuje odseparované jehličí destilaci vodní parou při teplotě od 98 do 105 °C. Z kondenzátu se odizolují silice, voskové frakce a kohobační voda. Destilační zbytek se s výhodou upraví pro krmné účely, neboť jde o vitaminochlorofylový koncentrát, který je možno použít pro přímé zkrmování nebo dále upravit jako kombinované krmivo či k výrobě údržných krmiv. Izolovaná silice se zbaví vody a po analytickém i senzorickém vyhodnocení se může použít přímo nebo se podrobí frakcionaci, rafinaci, případně stabilizaci podle požadavků zpracovatelských odvětví. Jedná se především o průmysl potravinářský, farmaceutický, kosmetický, výrobu barev i laků aj.

Druhý patent byl přihlášen 18. 3. 1980 a vydán 1. 12. 1983 pod číslem 212801 s názvem *Zařízení pro zpracování biomasy odpadající při těžbě dřeva, zejména z jehličnatých dřevin* — autoři Vyskoť a Uher. Vynález řeší problém vytvoření zařízení pro zpracování větvi a vršků jehličnatých dřevin. Výrobní linku tvoří následující elementy: zásobník biomasy s dopravníkem, sekačka, separátor jehličí, kontejner štěpky, odlučovač silic, destilátor pro jímání aroma, frakcionační destilátor silic a vývěva. Pára k procesu je dodávána z vyvřeče páry. Vlastní výrobní proces je uveden v popisu patentu čís. 209712.

Třetí patent byl přihlášen 15. 1. 1982 a vydán 1. 7. 1984 pod číslem 224329 s názvem *Pevný, pastovitý a tekutý mycí, čistící a prací prostředek* — autoři M. Bareš, M. Vyskoť, S. Fiker, J. Uher, J. Haumer, V. Růžička, V. Klecan. Předmětem vynálezu je výroba kosmetických prostředků, které přicházejí do styku s pokožkou na bázi tenzidů nebo jiných směsí, spolu s aktivačními, vonnými, plnicími a jinými přísadami. Uvedené přísady se vyznačují tím, že obsahují 0,05 až 10 % extraktu o sušině 6 až 16 % hmotnosti, získaného z jehličí lesních dřevin extrakcí nízkým alifatickým alkoholem, s výhodou ethylalkoholem.

Všechny tři citované patenty jsou formou autorského osvědčení zapsány do rejstříku vynálezů a eviduje je Úřad pro vynálezy a objevy ČSFR v Praze. Uplatnily se také ve výrobě, což je jistě nejdůležitější. Přesto nebo možná právě proto vyvstává řada dalších akutních problémů, které je třeba vyřešit. Patří mezi ně zejména otázky, které umožní vyšší racionalizaci výrobního postupu a jeho materiálního zabezpečení. Do tohoto okruhu náleží zjišťování výtěžnosti a skladby silic v průběhu roku. Proto jsme od začátku roku 1983 pět let sledovali výtěžnost silic podle čtyř hlavních období a hospodářsky významných jehličnatých dřevin včetně dvou exot. Uvedené problematice je věnován vlastní příspěvek.

SILICE A JEJICH IZOLACE

Silice tvoří charakteristické obsahové látky řady rostlin. Jsou to vonné a chuťové látky, za normální teploty tekuté. Silice jsou směsí těkavých látek, které lze zařadit do nejrůznějších skupin terpenů a jejich derivátů. Působením vzdušného

Rok	Čtvrtletí	Datum	Množství jehličí [g]	Výtěžek silice [g]	Průměrné procento výtěžnosti
1983	III.	26. 9.	1 750,00	0,70	0,04
	IV.	10. 10. – 8. 12.	7 400,00	14,00	0,19
1984	I.	3. 1. – 26. 3.	6 740,00	8,54	0,13
	II.	16. 4. – 29. 6.	10 150,00	9,55	0,09
	III.	17. 8. – 20. 9.	5 800,00	11,21	0,19
	IV.	1. 11.	2 570,00	2,00	0,08
1985	I.	16. 1. – 18. 3.	7 340,00	20,07	0,27
	II.	1. 4. – 25. 6.	6 770,00	10,06	0,15
	III.	9. 7. – 23. 9.	8 600,00	10,05	0,12
	IV.	8. 10. – 16. 12.	8 900,00	7,86	0,09
1986	I.	4. 3.	4 000,00	1,87	0,05
	II.	10. 4. – 12. 6.	8 400,00	6,53	0,08
	III.	8. 7. – 26. 9.	11 800,00	13,70	0,12
	IV.	10. 10. – 15. 12.	11 000,00	9,59	0,09
1987	I.	20. 1. – 23. 3.	6 400,00	8,82	0,14
	II.	13. 4. – 19. 6.	11 000,00	16,45	0,15
	III.	13. 7. – 14. 9.	7 200,00	7,13	0,10
	IV.	23. 10. – 16. 11.	4 000,00	7,91	0,20

kyslíku terpeny snadno oxidují a přecházejí ve vysokomolekulární uhlovodíky, alkoholy, fenoly a pryskyřičnaté látky, které zhoršují vydatnost a stabilitu vonné složky. Kromě terpenů jsou v silicích obsaženy aromatické organické sloučeniny, v jejichž molekulách se vyskytuje nejčastěji kyslík, méně dusík a nebo síra. Tyto sloučeniny jsou nositeli vonné složky silic a jejich obsah je z hlediska posuzování hodnoty silic objektivním kritériem jakosti.

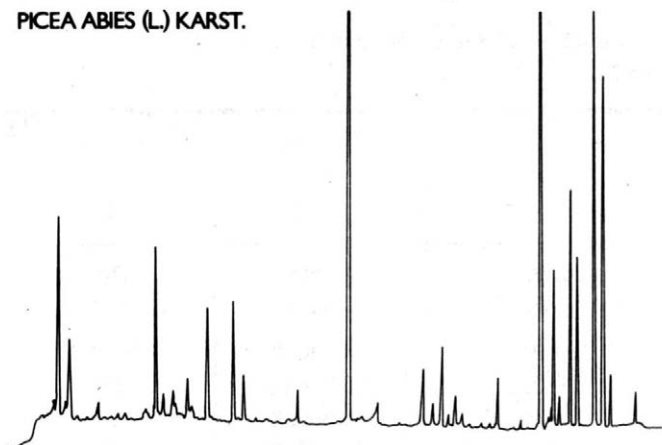
V rostlinném těle se silice hromadí v některých buňkách, v chlupcích a v zásobních kanálcích. Mají pravděpodobně funkci ochrannou a nalézáme je zejména u zástupců čeledi hluchavkovitých, růžovitých, mrkvovitých, vavřínovitých, jedlovitých aj. Většina silic působí dezinfekčně.

Vznik silic a jejich funkce v rostlinách nejsou ještě dnes zcela objasněny, protože silice během života rostliny mění své složení.

Jehličnaté dřeviny obsahují menší množství silic a to téměř v celé rostlině. Z jehličí a větví je možno izolovat kolem 0,2 až 1,0 % silice, z kůry asi 0,5 % a z plodů kolem 1,0 % silic. Silice se získávají z rozličných rostlinných částí destilací vodní parou, extrakcí, lisováním apod. Surové silice, izolované destilací vodní parou, je nutno rafinovat, frakcionovat apod. Efektivní izolace silic z biomasy jehličnatých dřevin, odpadající při těžbě dřeva, otevírá možnosti jejich aplikace v řadě průmyslových oborů, jako je výroba mýdel, pracích prostředků, v parfumerii, v líčnictví, v průmyslu barev i laků a při výrobě léčiv.

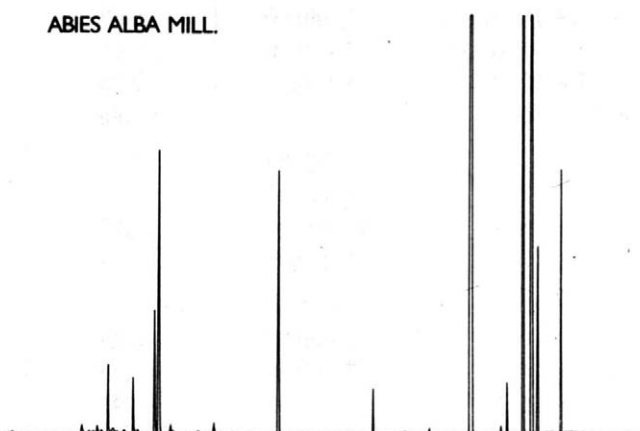
PICEA ABIES (L.) KARST.

1



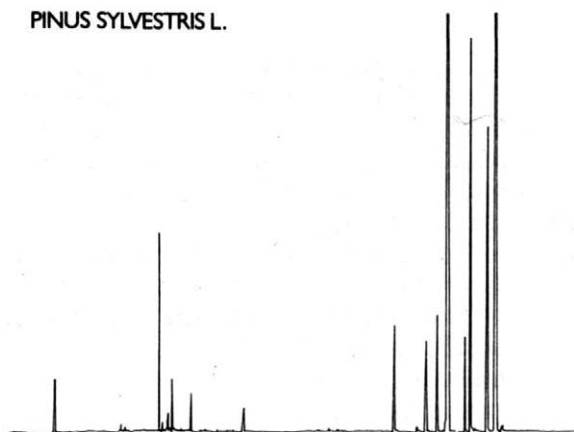
ABIES ALBA MILL.

2



PINUS SYLVESTRIS L.

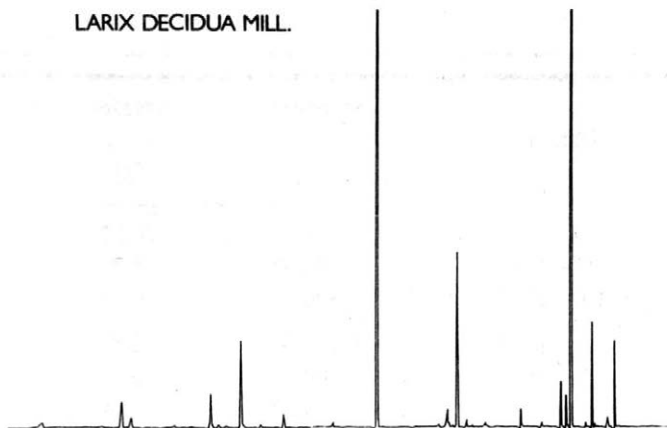
3



1. Ukázky chromatografických záznamů zkoumaných jehličnatých dřevin — Examples of

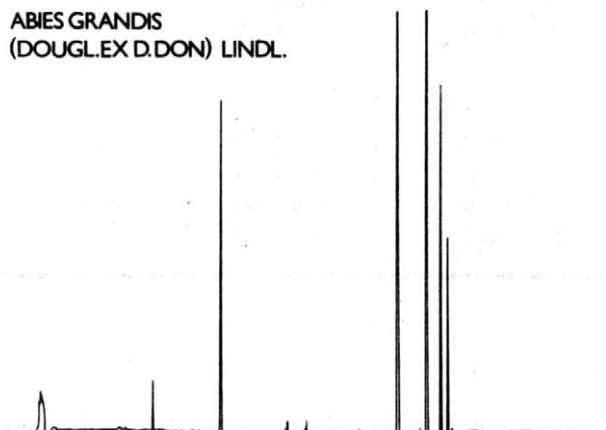
LARIX DECIDUA MILL.

4



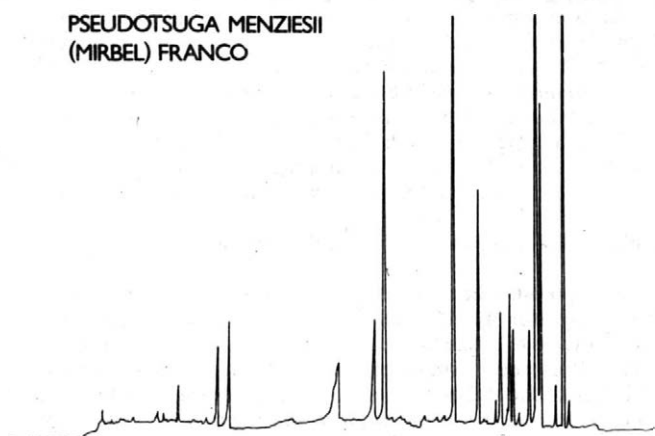
ABIES GRANDIS
(DOUGL. EX D. DON) LINDL.

5



PSEUDOTSUGA MENZIESII
(MIRBEL) FRANCO

6



Rok	Čtvrtletí	Datum	Množství jehličí [g]	Výtěžek silice [g]	Průměrné procento výtěžnosti
1984	II.	18. 6.	3 690,00	20,37	0,55
	III.	7. 8. – 4. 9.	5 050,00	28,76	0,57
	IV.	3. 10. – 15. 11.	8 820,00	50,75	0,57
1985	I.	4. 2. – 18. 3.	5 700,00	42,51	0,75
	II.	1. 4. – 25. 6.	6 800,00	55,30	0,81
	III.	9. 7. – 23. 9.	4 800,00	35,79	0,75
	IV.	8. 10. – 16. 12.	10 700,00	64,05	0,60
1986	I.	4. 3.	5 600,00	31,77	0,57
	II.	10. 4. – 12. 6.	6 600,00	35,89	0,54
	III.	8. 7. – 26. 9.	9 700,00	61,97	0,64
	IV.	10. 10. – 15. 12.	10 800,00	67,07	0,62
1987	I.	16. 2. – 23. 3.	5 900,00	48,12	0,82
	II.	13. 4. – 19. 6.	10 700,00	67,83	0,63
	III.	13. 7. – 14. 9.	6 800,00	42,67	0,63
	IV.	23. 10. – 16. 11.	4 000,00	23,54	0,59

MATERIÁL A METODA

Vzhledem k tomu, že silice bývají izolovány za odlišných technologických podmínek, ze surovin různých jakostí, liší se často jak fyzikálně chemickými, tak i organoleptickými vlastnostmi. Na uvedené vlastnosti mají vliv i další činitele, např. klimatické podmínky během vegetačního období, způsoby hnojení, stanoviště apod. Na konečném vzorku silice se projevuje i použitá výrobní technologie.

Cílem našeho výzkumu bylo sledování obsahu silic během roku u vybraných druhů jehličnatých dřevin: *Picea abies* (L.) Karst., *Abies alba* Mill., *Pinus sylvestris* L., *Larix decidua* Mill., *Abies grandis* (Dougl. ex D. Don) Lindl. a *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco. Vzorky jehličí byly odebrány ve čtrnáctidenních intervalech z mladých, zdravých porostů polestí Oloumučany u Blanska, v nadmořské výšce 470 m, ve skupině lesních typů dubových bučin 3S7 a 3K3. Jehličí uvedených dřevin jsme dezintegrovali a podrobili destilaci vodní parou. K destilaci jsme použili speciální skleněné kolony. Získali jsme silici s malým procentem kohobačnické vody a vakuovou destilací jsme ji zpracovali na bezvodou silici.

Přehled výtěžnosti silic u sledovaných jehličnatých dřevin a množství zpracovaného jehličí jsou uvedeny v tab. I – VI.

Pro objektivní hodnocení jakosti silic je k dispozici řada analytických metod. V poslední době je to zejména plynová chromatografie aj. Uvedená metoda poskytuje pro svou vysokou citlivost, selektivitu a reprodukovatelnost, nové možnosti v kvalitativním i kvantitativním stanovení i při použití nepatrného množství vzorku. Přes velký rozvoj přístrojové techniky však zůstává analýza přírodních silic obtížným problémem i v současné době. Nesnáze plynou především z toho, že sloučeniny obsažené v silicích tvoří poměrně bohaté směsi a jsou strukturně velmi podobné. Při chromatografii takových směsí běžně dochází k překrývání terpenů a jejich kyslíkatých derivátů a dále některé terpenické látky izomerují nebo oxidují a polymerují.

Úkolem chromatografického procesu je rozdělit vzorek na jednotlivé složky. Při tom dochází k interakci mezi vzorkem a stacionární fází. Jednotlivé složky vzorku jsou různě pevně zadržovány a podle stupně zadržení pak vystupují dříve či později z kolony a jsou detekovány. Pomocí zapojeného zapisovače se graficky zobrazují jako píky.

K analýze na plynovém chromatografu CHROM 5 byla použita skleněná kapilární kolona OV-101, vnitřní průměr kolony 0,25 mm, délka kolony 26 m. Vyhodnocování probíhalo při teplotním programu od 50 °C do 170 °C, gradient 3 °C za minutu. Jako nosný plyn byl použit dusík. K nástřiku jsme měli k dispozici mikrostříkačku Gazochrom. Z chromatografických záznamů jsme vypočetli

III. *Pinus sylvestris* L.

Rok	Čtvrtletí	Datum	Množství jehličí [g]	Výtěžek silice [g]	Průměrné procento výtěžnosti
1983	III.	26. 9.	1 840,00	3,44	0,19
	IV.	10. 10. – 8. 12.	6 290,00	14,50	0,23
1984	I.	3. 1. – 26. 3.	10 110,00	25,16	0,25
	II.	16. 4. – 29. 6.	9 970,00	32,79	0,33
	III.	17. 8. – 20. 9.	6 200,00	16,23	0,26
	IV.	15. 11.	2 800,00	7,94	0,28
1985	I.	16. 1. – 18. 3.	6 810,00	24,87	0,36
	II.	1. 4. – 25. 6.	7 550,00	24,49	0,32
	III.	9. 7. – 23. 9.	6 200,00	16,74	0,27
	IV.	8. 10. – 16. 12.	10 300,00	29,94	0,29
1986	I.	4. 3.	4 800,00	19,68	0,41
	II.	10. 4. – 12. 6.	7 100,00	25,91	0,36
	III.	8. 7. – 26. 9.	9 600,00	33,18	0,35
	IV.	10. 10. – 15. 12.	13 800,00	51,96	0,38
1987	I.	20. 1. – 23. 3.	7 100,00	30,83	0,43
	II.	13. 4. – 19. 6.	9 550,00	30,50	0,32
	III.	21. 8. – 14. 9.	3 600,00	8,24	0,23
	IV.	23. 10. – 16. 11.	4 000,00	13,95	0,35

IV. *Larix decidua* MILL.

Rok	Čtvrtletí	Datum	Množství jehličí [g]	Výtěžek silice [g]	Průměrné procento výtěžnosti
1984	II.	18. 6.	1 600,00	0,00	0,00
	III.	7. 8. – 4. 9.	3 400,00	2,85	0,08
	IV.	3. 10.	1 800,00	0,52	0,03
1985	III.	22. 7. – 23. 9.	6 330,00	9,03	0,14
1986	II.	8. 5. – 12. 6.	6 000,00	6,54	0,11
	III.	23. 7. – 26. 9.	8 400,00	12,18	0,15
1987	II.	19. 6.	1 600,00	0,00	0,00
	III.	13. 7. – 14. 9.	4 400,00	9,22	0,21

z plochy pŕkŕ procentické zastoupení jednotlivých složek. Pomocí standardů jsme určili u každé dřeviny jednotlivé složky. Použili jsme standardy firmy Roth a Vysoké školy chemickotechnologické v Praze. Výsledky analýz na plynovém chromatografu CHROM 5 u zkoumaných dřevin jsou uvedeny v tab. VII. – XVI. a ukázkových grafech na obr. 1 – 6.

V. *Abies grandis* (Dougl. ex D. Don) LINDL.

Rok	Čtvrtletí	Datum	Množství jehličí [g]	Výtěžek silice [g]	Průměrné procento výtěžnosti
1983	II.	5. 4. – 20. 6.	11 955,00	79,27	0,66
	III.	5. 7. – 21. 9.	8 770,00	67,28	0,77
	IV.	3. 10. – 19. 12.	10 240,00	110,41	1,08
1984	I.	3. 1. – 19. 3.	8 265,00	76,01	0,92
	II.	9. 4. – 25. 5.	5 950,00	61,49	1,03
	IV.	19. 10. – 13. 12.	4 010,00	43,77	1,09
1985	I.	28. 1. – 18. 3.	7 210,00	66,41	0,92
	II.	1. 4. – 25. 6.	5 710,00	51,82	0,91
	III.	9. 7. – 23. 9.	7 200,00	52,12	0,72
	IV.	8. 10. – 16. 12.	12 200,00	59,74	0,49
1986	I.	25. 3.	2 800,00	17,90	0,64
	II.	10. 4.	2 400,00	10,95	0,46
	III.	26. 9.	2 000,00	10,81	0,54
	IV.	10. 10. – 15. 12.	10 000,00	68,89	0,69
1987	I.	16. 2.	2 000,00	13,00	0,65
	III.	14. 9.	1 000,00	7,05	0,71

VI. *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) FRANCO

Rok	Čtvrtletí	Datum	Množství jehličí [g]	Výtěžek silice [g]	Průměrné procento výtěžnosti
1983	II.	5. 4. – 20. 6.	11 355,00	105,25	0,93
	III.	5. 7. – 21. 9.	9 255,00	98,01	1,06
	IV.	3. 10. – 19. 12.	7 480,00	62,61	0,84
1984	I.	3. 1. – 19. 3.	5 760,00	66,20	1,15
	II.	9. 4. – 25. 5.	5 650,00	49,57	0,88
	IV.	19. 10. – 13. 12.	3 870,00	22,19	0,57
1985	I.	28. 1. – 18. 3.	5 960,00	19,40	0,33
	II.	1. 4. – 25. 6.	8 050,00	56,58	0,70
	III.	9. 7. – 23. 9.	5 980,00	60,02	1,00
	IV.	8. 10. – 16. 12.	12 200,00	59,05	0,48
1986	I.	4. 3.	4 800,00	30,83	0,64
	II.	10. 4. – 12. 6.	7 950,00	56,12	0,71
	III.	8. 7. – 26. 9.	9 600,00	72,81	0,76
	IV.	10. 10. – 15. 12.	10 800,00	66,33	0,61
1987	I.	16. 2. – 23. 3.	6 800,00	44,99	0,66
	II.	13. 4. – 19. 6.	10 000,00	62,66	0,63
	III.	13. 7. – 14. 9.	7 200,00	50,95	0,71
	IV.	23. 10. – 16. 11.	4 000,00	33,09	0,83

Datum odběru	α -pinen	β -pinen	felandren	myrcen	limonen	bornylacetát
	obsah [%]					
1986						
4. 3.	15,4	10,2	11,6	1,7	22,2	7,3
10. 4.	13,2	12,1	11,9	2,1	19,4	7,8
8. 5.	16,9	19,2	3,8	3,7	19,6	12,5
27. 5.	4,8	11,3	2,5	0,9	21,8	19,5
12. 6.	5,6	4,2	3,1	2,9	24,8	14,8
8. 7.	14,5	19,6	3,0	1,9	20,4	13,7
23. 7.	4,1	10,7	6,4	3,8	22,0	15,9
11. 8.	18,8	19,6	6,4	2,2	18,8	7,6
22. 8.	12,0	12,8	4,8	3,2	13,4	12,3
11. 9.	16,4	16,7	5,7	2,7	17,5	11,3
26. 9.	14,7	16,2	2,5	1,5	16,2	15,9
10. 10.	12,7	12,4	10,2	1,3	14,9	13,8
27. 10.	8,5	16,3	6,9	2,2	24,4	9,5
10. 11.	10,1	7,8	12,4	1,6	22,0	7,8
24. 11.	15,5	10,3	11,8	1,8	22,3	7,2
15. 12.	14,2	15,3	8,6	2,0	13,9	10,8

VÝSLEDKY

Destilací vodní parou jsme získali vzorky silic zkoumaných jehličnatých dřevin. V tab. I–VI jsou uvedeny jednotlivé dřeviny a procento výtěžnosti ve sledovaném období.

U *Picea abies* (L.) Karst. (tab. I) byla výtěžnost sledována od 3. čtvrtletí 1983 do konce roku 1987. Nejvyšší výtěžnost byla v 1. čtvrtletí 1985 0,27 % a ve 4. čtvrtletí 1987 0,20 %. Nejnižší výtěžnost byla ve 3. čtvrtletí 1983 0,04 % a v 1. čtvrtletí 1986 0,05 %.

Abies alba Mill. (tab. II) byla sledována od 2. čtvrtletí 1984 až do konce r. 1987. Nejvyšší výtěžnost v uvedeném období byla 0,81 % ve 2. čtvrtletí 1985 a 0,82 % v 1. čtvrtletí 1987. Nejnižší výtěžnost 0,55 % byla naměřena ve 2. čtvrtletí 1984.

Pinus sylvestris L. (tab. III) byla sledována od 3. čtvrtletí 1983 do konce roku 1987. Nejvyšší výtěžnost 0,43 % byla zjištěna v 1. čtvrtletí 1987 a 0,41 % v 1. čtvrtletí 1986. Nejnižší 0,19 % se projevila ve 3. čtvrtletí 1983.

Výzkum u *Larix decidua* Mill. (tab. IV) byl možný jen v době vegetace a byl uskutečněn od 2. čtvrtletí 1984 do 3. čtvrtletí 1987. Výtěžnost u této dřeviny byla velmi malá, s nejvyšší hodnotou 0,21 % ve 3. čtvrtletí 1987.

Abies grandis (Dougl. ex D. Don) Lindl. (tab. V) byla sledována od 2. čtvrtletí 1983 až do 3. čtvrtletí 1987. V této době jsme zaznamenali třikrát výtěžnost přes 1 % a to ve 4. čtvrtletí 1983 1,08 %, dále ve 2. a 4. čtvrtletí 1984 1,03 % a 1,09 %. Nejnižší výtěžnost byla ve 2. čtvrtletí 1986 0,46 %.

VIII. *Picea abies* (L.) KARST.

Datum odběru	α -pinen	β -pinen	felandren	myrcen	limonen	bornylacetát
	obsah [%]					
1987						
20. 1.	13,1	12,1	11,5	2,2	19,5	7,7
2. 3.	14,1	19,2	3,9	1,9	21,3	13,7
13. 4.	9,8	12,7	7,6	1,8	18,9	10,4
27. 4.	10,6	8,8	6,9	2,0	19,7	9,5
11. 5.	14,6	17,7	3,9	2,6	22,4	11,3
25. 5.	8,4	13,3	4,7	1,2	21,4	18,7
19. 6.	9,8	8,7	3,0	2,3	17,9	7,8
13. 7.	14,4	15,8	5,7	2,0	20,4	11,7
3. 8.	16,8	17,6	6,3	2,8	23,2	14,4
14. 9.	11,7	7,6	10,6	2,7	22,6	15,5
23. 10.	16,4	12,2	11,4	2,2	20,7	9,4
16. 11.	12,7	10,4	8,2	2,6	18,8	8,7

IX. *Abies alba* MILL.

Datum odběru	α -pinen	felandren	limonen	bornylacetát
	obsah [%]			
1986				
4. 3.	4,5	7,1	20,5	3,7
10. 4.	3,1	9,0	18,0	8,0
25. 4.	3,4	10,1	16,1	5,5
8. 5.	5,6	11,7	18,1	4,8
27. 5.	6,2	12,3	20,2	6,6
12. 6.	7,3	12,9	24,2	9,5
8. 7.	3,3	16,7	21,8	8,9
23. 7.	5,8	8,9	21,2	4,6
11. 8.	5,0	4,8	17,0	6,5
22. 8.	4,1	16,6	24,8	8,7
11. 9.	4,4	11,4	20,5	7,5
26. 9.	3,5	10,0	19,0	5,6
10. 10.	11,1	12,3	17,7	12,8
27. 10.	6,8	13,3	23,0	10,4
10. 11.	5,1	5,2	20,3	11,3
24. 11.	6,9	10,6	25,9	9,5
15. 12.	12,4	13,1	23,4	12,6

Jako další dřevina byla zpracována *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco (tab. VI). Byla sledována od 2. čtvrtletí 1983 až do konce roku 1987. V této etapě se dosáhla dvakrát výtěžnost přes 1 % a to ve 3. čtvrtletí 1983 1,06 %, dále v 1.

X. *Abies alba* MILL.

Datum odběru	α -pinen	felandren	limonen	bornylacetát
	obsah [%]			
1987				
16. 2.	6,8	11,4	17,7	8,9
2. 3.	5,6	9,8	20,1	10,5
13. 4.	6,2	10,6	18,3	7,5
27. 4.	7,2	9,6	19,4	11,8
11. 5.	7,9	9,0	22,8	12,6
25. 5.	9,0	11,6	23,1	11,2
19. 6.	8,6	8,4	20,6	13,3
13. 7.	10,8	14,6	24,2	14,0
3. 8.	9,6	12,2	20,1	12,8
21. 8.	11,7	14,1	23,7	11,4
14. 9.	13,9	14,0	19,6	12,7
23. 10.	12,2	13,1	21,4	10,6
16. 11.	9,8	10,5	18,5	11,3

XI. *Pinus sylvestris* L.

Datum odběru	α -pinen	β -pinen	felandren	karen	myrcen	limonen	bornylacetát
	obsah [%]						
1986							
4. 3.	13,4	5,6	7,0	6,2	3,3	21,4	6,1
10. 4.	11,6	8,1	8,4	5,6	3,0	18,7	5,8
8. 5.	9,8	4,9	6,2	4,4	2,1	14,8	6,0
27. 5.	14,6	9,5	6,7	4,8	2,5	21,4	4,6
12. 6.	17,5	11,8	9,3	7,6	1,8	19,7	5,7
23. 7.	8,4	4,2	7,5	3,6	2,2	17,4	4,1
11. 8.	10,9	10,0	8,6	5,2	2,4	18,8	11,2
22. 8.	16,6	12,8	11,1	8,4	2,9	22,6	9,8
11. 9.	12,8	13,0	8,2	7,8	3,2	21,3	10,1
10. 10.	13,6	10,8	9,6	10,2	3,0	20,9	7,0
27. 10.	10,4	8,4	6,6	6,1	2,4	16,6	4,2
10. 11.	14,2	10,6	10,2	9,7	2,8	19,9	8,1
24. 11.	11,4	9,6	12,6	10,0	2,1	22,6	7,3
15. 12.	9,6	5,8	8,1	5,8	1,8	17,2	5,7

čtvrtletí 1984 1,15 % a ve 3. čtvrtletí 1985 1,0 %. Nejnižší výtěžnost byla v 1. čtvrtletí 1985 0,33 %.

Po analýze vzorků silic na plynovém chromatografu CHROM 5 jsme získali chromatografické záznamy, z kterých jsme zjistili u zkoumaných dřevin procentický podíl jednotlivých složek. Výsledky jsou uvedeny v tab. VII–XVI. Uvádíme je ve stejném pořadí jako výtěžnost silic.

XII. *Pinus sylvestris* L.

Datum odběru	α -pinen	β -pinen	felandren	karen	myrcen	limonen	bornylacetát
	obsah [%]						
1987							
20. 1.	16,8	10,3	6,6	6,2	2,8	25,4	5,2
16. 2.	12,4	8,1	4,8	4,6	1,8	20,2	4,8
23. 3.	10,1	8,8	7,2	6,8	2,4	19,8	6,0
13. 4.	8,6	5,0	7,4	4,1	2,1	14,3	5,2
27. 4.	11,6	9,6	4,6	5,2	2,1	22,1	8,8
11. 5.	13,4	11,7	8,1	7,3	2,8	20,7	10,0
25. 5.	9,2	9,0	4,8	6,0	2,0	17,8	9,6
19. 6.	10,4	9,6	5,4	7,2	3,1	18,4	7,1
21. 8.	12,8	11,8	8,2	8,0	3,2	21,3	5,8
14. 9.	13,7	5,7	7,0	6,1	3,1	20,5	6,0
23. 10.	8,6	4,2	8,4	3,6	2,8	16,0	7,2
16. 11.	13,0	6,5	4,9	4,4	1,5	13,8	6,5

XIII. *Larix decidua* MILL.

Datum odběru	α -pinen	felandren	myrcen	limonen	bornylacetát
	obsah [%]				
1986					
8. 5.	23,9	14,5	3,2	19,6	10,9
27. 5.	21,7	10,4	3,0	21,9	6,7
12. 6.	20,7	8,8	3,2	21,9	14,3
23. 7.	29,0	11,6	2,6	23,9	7,0
11. 8.	19,2	9,8	1,7	19,2	9,8
22. 8.	10,1	4,3	1,2	15,8	3,8
11. 9.	16,8	7,5	2,1	16,8	9,8
26. 9.	24,6	5,3	2,1	24,6	8,2
1987					
19. 6.	20,4	11,6	2,8	22,3	10,8
13. 7.	19,8	9,7	3,0	21,6	12,7
21. 8.	18,6	7,3	2,0	18,8	4,4
14. 9.	21,2	8,8	2,6	20,8	7,8

Picea abies (L.) Karst. byl analyzován v období od 4. 3. do 15. 12. 1986 a od 20. 1. do 16. 11. 1987 (tab. VII a VIII). V roce 1986 měl následující pořadí jednotlivých složek silice: limonen v rozmezí 24,8 až 13,4 %, β -pinen 19,6 až 4,2 %, α -pinen 18,8 až 4,8 %, bornylacetát 19,5 až 7,2 %, felandren 11,9 až 2,5 % a myrcen 3,8 až 0,9 %. V roce 1987 byly následující údaje: limonen 23,2 až 17,9, β -pinen 19,2 až 7,6, α -pinen 16,8 až 8,4, bornylacetát 18,7 až 7,7, felandren 11,4 až 3,0 a myrcen 2,8 až 1,2.

XIV. *Abies grandis* (Dougl. ex D. Don) LINDL.

Datum odběru	α -pinen	β -pinen	felandren	limonen	bornylacetát
	obsah [%]				
1986					
25. 3.	12,8	6,7	8,8	27,4	6,8
10. 4.	16,2	4,6	11,2	23,4	12,8
26. 9.	11,3	7,0	11,4	25,2	14,6
10. 10.	14,8	7,4	7,8	20,4	12,7
27. 10.	16,1	9,4	10,5	21,3	14,4
10. 11.	9,8	3,9	11,4	19,7	11,0
24. 11.	13,4	9,1	7,7	18,8	10,6
15. 12.	14,4	7,6	7,8	19,8	9,8
1987					
16. 2.	17,2	10,1	8,2	21,1	13,0
14. 9.	9,9	4,1	10,1	17,2	12,2

XV. *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) FRANCO

Datum odběru	α -pinen	β -pinen	felandren	myrcen	limonen	bornylacetát
	obsah [%]					
1986						
25. 3.	15,4	18,3	12,4	1,2	15,9	5,3
10. 4.	11,7	17,5	9,6	1,4	12,8	4,8
25. 4.	7,4	14,2	13,6	1,8	19,4	5,7
8. 5.	11,9	14,4	7,3	2,0	18,9	2,7
27. 5.	10,1	16,9	10,2	1,9	12,6	4,8
12. 6.	12,4	20,1	11,3	2,4	11,0	5,2
8. 7.	8,8	16,4	8,6	1,8	10,2	5,0
23. 7.	13,1	21,4	11,0	2,6	10,1	6,1
22. 8.	8,7	12,4	6,3	2,9	9,8	6,7
11. 9.	12,0	12,1	4,8	2,8	12,0	7,2
26. 9.	12,8	15,1	5,2	2,0	15,2	8,8
10. 10.	14,4	15,9	8,4	2,2	12,1	8,2
27. 10.	10,3	20,3	4,6	2,2	9,2	10,3
10. 11.	11,6	18,8	6,0	2,1	9,0	9,8
24. 11.	9,6	14,8	4,2	2,4	10,1	9,6
15. 12.	8,7	17,3	4,6	2,0	8,8	7,4

Abies alba Mill. byla analyzována od 4. 3. do 15. 12. 1986 a dále od 16. 2. do 16. 11. 1987 (tab. IX a X). Složení silic izolovaných z jehličí jedle bělokoré podle našich dostupných standardů bylo následující: α -pinen, felandren, limonen a bornylacetát. Nejvyšší zastoupení během roku 1986 měl limonen 25,9 % v rozpětí od maxima do minima 16,1 %. Na druhém místě je felandren od maxima

Datum odběru	α -pinen	β -pinen	felandren	myrcen	limonen	bornylacetát
	obsah [%]					
1987						
16. 2.	9,4	14,3	7,0	2,0	9,4	7,1
2. 3.	11,3	13,2	7,8	1,9	8,8	6,2
13. 4.	14,6	19,8	10,1	2,1	11,2	6,8
27. 4.	12,4	18,6	8,1	2,2	10,0	4,8
11. 5.	10,4	20,2	5,2	2,2	9,8	5,6
25. 5.	13,8	17,1	7,1	2,0	7,9	6,9
19. 6.	9,4	18,2	6,4	2,3	7,6	7,7
13. 7.	14,8	18,7	4,8	2,0	8,7	10,3
3. 8.	15,1	24,4	7,8	2,6	12,3	11,4
21. 8.	12,5	20,9	8,6	2,8	11,0	9,8
14. 9.	11,0	19,5	7,3	2,7	9,5	7,6
23. 10.	8,7	14,4	5,7	1,9	8,6	6,2
16. 11.	10,1	16,5	4,4	1,8	10,2	7,4

16,7 % po minimum 4,8 %. Na třetím místě je bornylacetát v rozpětí od 12,8 % po 3,7 %. Na čtvrtém místě s nejmenším zastoupením figuruje α -pinen v rozsahu od 12,4 % po 3,1 %. V průběhu roku 1987 má nejvyšší zastoupení opět limonen i když v menším rozpětí. Hodnoty felandrenu a bornylacetátu jsou sumárně takřka stejné s nepatrným převýšením felandrenu. Nejmenší podíl vykazuje opět α -pinen, ale s relativní vyššími hodnotami oproti roku 1986.

Pinus sylvestris L. byla předmětem analytického šetření od 4. 3. do 15. 12. 1986 a od 20. 1. do 16. 11. 1987 (tab. XI a XII). Pořadí jednotlivých složek borové silice je sestaveno podle velikosti jejich podílů v procentech. Rok 1986: limonen 22,6 až 14,8, α -pinen 17,5 až 8,4, β -pinen 13,0 až 5,6, felandren 12,6 až 6,2, bornylacetát 11,2 až 4,1, karene 10,2 až 3,6 a myrcen 3,3 až 1,8. Rok 1987: pořadí zastoupení jednotlivých složek silice zůstalo stejné s výjimkou bornylacetátu, který měl větší hodnotu než v roce 1986 a předstihl tak felandren. Sled je tedy: limonen 25,4 až 13,8, α -pinen 16,8 až 8,6, β -pinen 11,8 až 4,2, bornylacetát 10,0 až 4,8, felandren 8,1 až 4,6, karene 8,0 až 3,6 a myrcen 3,2 až 1,5.

Larix decidua Mill., který má každoročně opadavé jehličí, poskytl analytický materiál pouze ve vegetační době od 8. 5. až 26. 9. 1986 a 19. 6. až 14. 9. 1987 (tab. XIII). Jehličí této dřeviny obsahuje také myrcen. Nejvyšší zastoupení v modřínové silici v roce 1986 měl α -pinen 29,0 až 10,1 %, těsně za ním následoval limonen 24,6 až 15,8 %. Na třetím místě byl felandren 14,5 až 4,3 %, na čtvrtém místě bornylacetát 14,3 až 3,8 % a na posledním pátém místě myrcen 3,2 až 1,2 %. V roce 1987 měl větší hodnoty limonen s těsným rozdílem před α -pinenem. Ostatní relace byly totožné jako v předchozím roce.

Abies grandis (Dougl. ex D. Don) Lindl. byla podrobena analýze od 25. 3. do 15. 12. 1986 a dále 16. 2. a 14. 9. 1987 (tab. XIV). Její silice obsahuje stejné složky jako *Abies alba* a navíc ještě β -pinen. Největší zastoupení v roce 1986 má limonen v rozpětí 27,4 až 19,7. Na druhém místě je α -pinen v rozpětí 16,2 až 9,8 %. Na třetím místě je bornylacetát 14,6 až 6,8 % a dále felandren 11,4 až 7,7 % a poslední

je β -pinen 9,4 až 3,9 %. Údaje za rok 1987 uvádí informativně jednotlivé výsledky u února a září.

Pseudotsuga menziesii (Mirbel) Franco byla analyticky šetřena v období od 25. 3. do 15. 12. 1986 a od 12. 2. do 16. 11. 1987 (tab. XV a XVI). V obou letech bylo determinováno šest složek zkoumané silice. V roce 1986 bylo jejich pořadí a procentické rozpětí následující: β -pinen 21,4 až 12,1, limonen 19,4 až 8,8, α -pinen 15,4 až 7,4, felandren 13,6 až 4,2, bornylacetát 10,3 až 2,7, myrcen 2,9 až 1,2. V následujícím roce 1987 byl α -pinen četnější než limonen, takže jejich pořadí se změnilo takto: β -pinen 24,4 až 13,2, α -pinen 15,1 až 8,7, limonen 12,3 až 7,6, bornylacetát 11,4 až 4,8, felandren 10,1 až 4,4 a myrcen 2,8 až 1,8.

Z množství citovaných údajů vyplývá, že každá ze zkoumaných dřevin má svoje charakteristické a signifikantní znaky, jež je třeba znát a respektovat při jejím hodnocení a utilizaci.

ZÁVĚR

Lesy jsou národním bohatstvím v hospodářském i kulturním smyslu a musí být zachovány i pro příští generace. V kontradikci s tím však jsou lesy ohrožovány znečišťováním životního prostředí a nemírnou exploatací. Spotřeba dřeva stále roste a přitom se s ním neúnosně plýtvá. Proto je třeba racionálně využívat i slabé sortimenty stromů včetně klestu. Z toho důvodu jsme také vědeckovýzkumné výsledky finalizovali až do formy tří patentů, které se týkají využití silic z klestu jehličnatých dřevin. V této souvislosti je důležité znát výtěžnost silic ze zpracovávané dendromasy, stejně jako její složení.

K tomu účelu jsme založili víceleté výzkumy, kdy jsme analyzovali hospodářsky významné jehličnaté dřeviny. Z domácích dřevin to byly smrk, jedle, borovice a modřín. Z introdukovaných dřevin pak jedle obrovská a douglaska. Výtěžnost byla sledována pět let. U smrku ztepilého se procento výtěžnosti pohybovalo od 0,04 do 0,27 %, u jedle bělokoré od 0,54 do 0,82 %, u borovice lesní od 0,19 do 0,43 % a u modřínu opadavého od 0,00 do 0,21 %. Z exot u jedle obrovské činila výtěžnost silice hodnotu od 0,49 do 1,09 % a u douglasky od 0,33 do 1,15 %. Jak patrně z domácích konifer má relativně největší výtěžnost jedle bělokorá, po ní následuje borovice, smrk a modřín. Z praktického hlediska má však význam co do potenciálního množství biomasy smrk a borovice. Pokud se týká posuzovaných exot jedle obrovské a douglasky, jež obě dosáhly maximální výtěžnosti přes 1 %, jejich masové využití nepřichází pro malou četnost v úvalu.

Kvalita silice závisí od mnoha faktorů, které ovlivňují život stromu a silice každého druhu má svoje charakteristické vlastnosti. Při rozbořech na plynovém chromatografu jsme pomocí dostupných standardů zjistili, že v silici smrku převládá limonen a α -pinen, v jedli limonen a felandren, v borovici limonen a α -pinen, což platí i pro modřín. Stejně tak je tomu u jedle obrovské, kdežto u douglasky má největší zastoupení β -pinen, následovaný α -pincem a bornylacetátem. V silicích je samozřejmě mnoho dalších složek, které i při menším zastoupení mají často signifikantní význam. Proto je třeba i nadále rozvíjet komplexní výzkum biologických, chemických i dalších vědních oborů v zájmu poznání této bohaté přírodní studnice a jejího účelného užívání pro lidskou společnost.

- CVRKAL, H. — JANÁK, J.: Anwendung der Gaschromatographie zur Identifizierung einiger Terpene aus ätherischen Ölen von Nadelbäumen (Coniferae). Collect. Czech. Chem. Commun., 24, 1959, 1967–1974.
- DEAN, J.A.: Chemické dělení metody. Praha, SNTL 1974.
- DOOL, H.: Standardisation of gas chromatographic analysis of essential oils. Rotterdam, 1974, 172 s.
- FARNOV, H.: Gas-Chromatographie. Holzminden (Dragoco), 1965 a.
- GILDEMEISTER, E. — HOFFMAN, F.: Die ätherischen Öle. Band IV, Akademie-Verlag, Berlin, 1956.
- GLASBY, J.S.: Encyclopedia of the Terpenoids I, II. John Wiley & Sons, New York, 1982.
- GUENTHER, E.: The essential Oils. New York, 1952.
- HANDCOCH, W.V. — SWAN, E.P.: The petroleum ether soluble extractives of British Columbia coastal and interior — type Douglas fir. Phytochemistry, 4, 1965, s. 791–798.
- HEROUT, V. — BLÁHA, K.: Chemie přírodních látek. Edice MAKRO, řada N, svazek N-8-ČSAV, Praha, 1982.
- HUTTUNEN, S. — LAINE, K. — TORVELA, H.: Seasonal sulphur contents of pine needles as indices of air pollution. Ann. Bot. fenn., 22, č. 4, 1985, s. 343–361.
- CHAIVA, F. — FRATTINI, C. — MARTELLI, A.: Unusual essential oils with aromatic properties. III. Volatile components of gentian roots. Zeitschrift für Lebensmittel — Untersuchung und Forschung, 182, č. 3, 1986.
- CHALCHAT, J.C. — GARRY, R.P. — MICKET, A. — REMERY, A.: The essential oils of two chemotypes of *Pinus sylvestris*. Phytochemistry, 24, č. 10, 1985, s. 2443–2444.
- JIRST, E. — PFLANZER, F. — TREPKOVÁ, E. — VONÁSEK, F.: Látky vonné a chuťové. Praha, SNTL 1964.
- JUVONEN, S.: Über die ätherischen Öle von *Pinus sylvestris*. Ber. 23, Int. Kong. Pharm. Wiss. Münster (Westfalen), 1984, s. 185–191.
- KONDRACKIJ, A.P. — SOKOLNIKOV, N.P.: Rukovodstvo dlja laborantov efiromasličnych predpriatij. Moskva, 1958, 127 s.
- KORBELÁR, J. — ENDRIS, Z.: Naše rostliny v lékařství. Praha, Avicenum 1970.
- LEIMBACH, R. — BOURNOT, K.: Die ätherischen Öle. Verlag Halle, Knapp Wilhelm, 1951.
- LOFFLER, J. — POŠTA, J. — KUNST, A.: Destilace a rektifikace. Praha, SNTL 1956.
- MIKEŠ, O. a kol.: Laboratorní chromatografické metody. Praha, SNTL 1980.
- PURNELL, H.: Plynová chromatografie. Praha, SNTL 1966.
- SCHANTZ, M. — JUVONEN, S.: Chemotaxonomische Untersuchungen in der Gattung *Picea*. Acta bot. fenn. 73, 1966, 51 s.
- SUKH, D. — NARULA, A.P.S. — YADAV, J.S.: Handbook of Terpenoids. I. Monoterpenoids. CRC Press Inc. Boca Raton (Florida), 1982, 272 s.
- UHER, J. — GRÉGR, V.: Průmyslová výroba lihovin. Praha, SNTL 1964.
- UHER, J. — UHROVÁ, H.: Silice biomasy lesních dřevin a možnosti jejich izolace. Lesnictví, 26, č. 10, 1980, s. 883–891.
- VALENTA, S.: Výzkumná zpráva VŠCHT za r. 1983–1984. Praha, 1985.
- VYSKOT, M.: Aerial biomass of silver fir (*Abies alba* Mill.). Acta Univ. agric. (Brno), Řada C, 41, 1972, č. 3–4, s. 243–294.
- VYSKOT, M.: Root biomass of silver fir (*Abies alba* Mill.). Acta Univ. agric. (Brno), Řada C, 42, č. 3–4, 1973, s. 215–261.
- VYSKOT, M.: Biomass of the tree layer of a spruce forest in the Bohemian Uplands. Academia, Praha, 1981, 400 s.
- VYSKOT, M.: *Larix decidua* Mill. in Biomass. Rozp. Českoslov. Akad. Věd, Řada MPV, 92, č. 8, 1982, 162 s.
- VYSKOT, M.: Young Scotch Pine in Biomass. Rozp. Českoslov. Akad. Věd, Řada MPV, 93, č. 4, 1983, 148 s.
- VYSKOT, M.: Adult Silver Fir in Biomass. Rozp. Českoslov. Akad. Věd, Řada MPV, 1989 (v tisku).
- ZAVARIN, E. — SNAJBERK, K.: Chemotaxonomy of the genus *Abies* I. Survey of the Terpenes present in the *Abies* balsams. Phytochemistry, 4, 1965, s. 1941–1948.

Došlo dne 8. 11. 1989

VYSKOT, M. — ЦОУФАЛИКОВА, Я. (Институт систематической и экологической биологии при АН ЧССР, Брно): Изолирование и выход эфирных масел из биомассы хвойных пород. Lesnictví, 36, 1990 (8) : 675–692.

Загрязнение среды, чрезвычайные катастрофы и лесозаготовка угрожают лесам и, значит, человеческому обществу. Потребление лесоматериала постоянно растет, расточительство становится непосильным. Вот почему необходимо лучше использовать источники дендромассы, включая все ее применимые составляющие. С этой целью мы разработали монографию о балансе и утилизации лесной биомассы с учетом развития лесовосстановления, что сведено к 3 патентам по производственной реализации. В ходе переработки листовой биомассы хвойных можно успешно получать эфирные масла, служащие для целей пищевой и фармацевтической промышленности, для косметики, продукции красителей и лаков и пр. В связи с этим необходимо знать выход и состав этих масел. В 1983—87 гг. определяли выход нужных для хозяйства хвойных пород: *Picea abies* (L.) Karst., *Abies alba* Mill., *Pinus sylvestris* L., *Larix decidua* Mill., *Abies grandis* (Dougl. ex D. Don) Lindl. и *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco. Образцы брали у молодых насаждений по группам лесотипов дубово-буковых посадок. Хвою дистиллировали водяным паром, а полученное эфирное масло далее перерабатывали по вакуум-дистилляции и анализировали на газовом хроматографе. В ходе 5-летних работ установили выход эфирных масел у ели в размере 0,04—0,27 %, у пихты белокорой 0,54—0,82 %, у сосны 0,19—0,43 % и у лиственницы 0,00—0,21 %. Выход из пихты калифорнийской составил 0,49—1,09, а из дугласки 0,33—1,15 %. Как видно, он наибольший у пихты и дугласки, однако хозяйственно значимы прежде всего ель и сосна. С помощью газового хроматографа установлено, что в эфирном масле ели преобладают лимонен и β -пинен, в пихте — лимонен и фелландрен, в сосне лимонен и α -пинен, что действительно также для лиственницы и пихты калифорнийской, тогда как дугласка содержит больше всего β -пинена, α -пинена и борнилацетата.

биомасса; хвойные породы; эфирные масла; выход

VYSKOT, M. — COUFALÍKOVÁ, J. (Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Brno): *The isolation and yields of volatile oils from the biomass of coniferous species*. Lesnictví, 36, 1990 (8): 675-692.

Air pollution, great natural catastrophes and exploitation of natural resources are menacing the forests and in this way the human society. Timber consumption is increasing and timber is being wasted tremendously. This is the reason why it is necessary to make better use of dendromass resources, including all its available parts. Therefore monographies were written about the balance and utilization of forest biomass, considering the development of the forest resource; their essential ideas were included into three patents to be applied in practical conditions. Volatile oils, which are used in the food, pharmaceutic and cosmetic industries, and for the production of paints and varnishes, can be recovered during the processing of coniferous biomass. In this connection it is necessary to know the yield and composition of volatile oils. In 1983 to 1987 the yield of volatile oils in the following commercially important conifers was investigated: *Picea abies* (L.) Karst., *Abies alba* Mill., *Pinus sylvestris* L., *Larix decidua* Mill., *Abies grandis* (Dougl. ex D. Don) Lindl. and *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco. The samples were taken in young stands in the group of forest types *Querceto-Fagetum*. The needles were steam-distilled. The recovered volatile oils were vacuum distilled and then analyzed on a gas chromatograph. The five-year investigation brought about the following yields of volatile oils: 0.04 to 0.27% in spruce, 0.54 to 0.82% in silver fir, 0.19 to 0.43% in pine and 0.00 to 0.21% in larch. The yield in grand fir made 0.49 to 1.09% and in Douglas fir 0.33 to 1.15%. It can be seen that the relatively highest yield was obtained in silver fir and Douglas fir. But mainly the spruce and pine are commercially important. The gas chromatography revealed that limonene and β -pinene are prevailing volatile oils in spruce, limonene and phellandrene in fir, limonene and α -pinene in pine; the same volatile oils prevail in larch and grand fir, while Douglas fir has the highest contents of β -pinene, α -pinene and bornylacetate.

biomass; coniferous species; volatile oils; yield

VYSKOT, M. — COUFALÍKOVÁ, J. (Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Brno): *Isolierung und Ausbeute ätherischer Öle aus der Biomasse der Nadelholzarten*. Lesnictví, 36, 1990 (8): 675-692.

Die Verunreinigung der Umwelt, extreme Naturkatastrophen und Exploitation bedrohen die Wälder und dadurch auch die menschliche Gesellschaft. Der Holzverbrauch steigt dauernd und das Holz wird auf unerträgliche Weise verschwendet. Es ist deswegen notwendig die Quellen der Dendromasse einschließlich aller ihrer disponiblen Komponenten auszunutzen. Zu diesem Zwecke haben wir eine

Monographie über die Bilanz und Nutzung der Waldbiomasse mit Rücksicht auf die Entwicklung des Waldfonds erarbeitet und ihr Wesen haben wir in drei Patente zur Produktionsrealisierung zusammengefaßt. Bei der Verarbeitung der Blattbiomasse von Nadelhölzern können zweckmäßig auch ätherische Öle gewonnen werden, die für die Nahrungsmittelindustrie, für die pharmazeutische und für die kosmetische Industrie sowie für die Herstellung von Farben und Lacken us. notwendig sind. In diesem Zusammenhang muß die Ausbeute und die Zusammensetzung der ätherischen Öle bekannt sein. Deswegen haben wir auch in den Jahren 1983 bis 1987 die Ausbeute wirtschaftlich bedeutsamer Koniferen *Picea abies* (L.) Karst., *Abies alba* Mill., *Pinus sylvestris* L., *Larix decidua* Mill., *Abies grandis* (Dougl. ex D. Don) Lindl. und *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco untersucht. Die Proben wurden aus Jungbeständen in der Waldtypengruppe der Eichen-Buchenwälder gewonnen. Die Nadeln wurden mit Wasserdampf destilliert. Das gewonnene ätherische Öl wurde weiter durch Vakuumdestillation bearbeitet und dann der Analyse mit Hilfe des Gaschromatographs unterzogen. Durch fünfjährige Untersuchungen wurde festgestellt, daß die Ausbeute ätherischer Öle bei der Fichte 0,04 bis 0,27 % beträgt, bei der Weißtanne 0,54 bis 0,82 %, bei der Kiefer 0,19 bis 0,43 % und bei der Lärche 0,00 bis 0,21 %. Die Küstentanne wies eine Ausbeute von 0,49 bis 1,09 % auf und die Douglasie 0,33 bis 1,15 %. Es ist offenkundig, daß die relativ höchste Ausbeute die Tanne und die Douglasie aufweisen. Allerdings haben die größte wirtschaftliche Bedeutung vor allem Fichte und Kiefer. Mit Hilfe des Gaschromatographen wurde festgestellt, daß im ätherischen Öl der Fichte Limonen und β -Pinen überwiegen, in der Tanne Limonen und Phelandren, in der Kiefer Limonen und α -Pinen, was auch für die Lärche und für die Küstentanne gilt, während bei der Douglasie β -Pinen, α -Pinen und Bornylacetat überwiegen.

Biomasse; Nadelholzarten; ätherische Öle; Ausbeute

Adresa autorů:

Akademik prof. dr. ing. Miroslav Vyskot, DrSc., PhMr. Jana Coufalíková, Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Botanická 8, 60200 Brno

FOREST NUTRITION MANAGEMENT

VÝŽIVA LESNÍCH POROSTŮ

D. Binkley, New York 1986

Výživa lesních porostů se stává předmětem zájmu lesníků v mnoha zemích světa, v neposlední řadě také ve střední Evropě i u nás. Souvisí to především se stále častějšími případy, kdy je právě nedostatečná nebo nevyvážená výživa příčinou snížené stability a poklesu produktivity lesních stanovišť.

Narušení výživy je důsledkem stále výraznějšího působení antropogenních škodlivin z ovzduší, ale i postupující intenzifikace lesní výroby, která s sebou nese i výrazné poškození lesních půd se značným dopadem na jejich produktivnost a úrodnost.

Dalším důvodem zvýšení zájmu o optimální výživu lesních porostů je stále větší poptávka po dřevní surovině a její omezené zdroje. Lesníci hledají cesty zvýšení produkce, mimo jiné i prostřednictvím řízení výživy a hnojení.

V domácí literatuře chybí dílo, které by se zabývalo dostatečně komplexně výživou a hnojením v současných ekologických a hospodářskotechnických poměrech, třebaže výzkum dílčích otázek výživy lesních dřevin a hnojení lesních porostů má u nás dlouhou tradici (viz práce Němce, Mařana, Materny, Lhotského a dalších). Překlenutí této mezery vyžaduje značně rozsáhlou práci, experimentální i exercepční. Dříve než bude provedena, naskytá se možnost studovat podobné syntézy cizího původu a využívat v nich obsažené obecně platné zákonitosti, přístupy a metody. Jedno ze špičkových děl poslední doby zabývající se zmíněnou tematikou představuje kniha amerického autora Dana Binkleyho *Forest Nutrition Management*. Jeho vynikající kvalitu potvrzují i vysoce kladné recenze v renomovaných zahraničních časopisech (např. *Forestry Chronicle*, *Soil Science* aj.). Absence adekvátní syntetické práce domácího původu a nakonec i nedostupnost titulu v našich knihovnách pak představovaly důvody pro podrobnou excerpci a rozsáhlou recenzi této mimořádné knihy.

Publikace, která vyšla v nakladatelství J. Wiley, podává ucelený přehled současného stavu poznatků, týkajících se výživy lesních dřevin, a využití těchto znalostí pro zvýšení produkce biomasy a tvorbu zisku v lesním hospodářství. Pozornost je věnována především lesům mírného pásma Severní Ameriky.

Autor na 289 stránkách uvádí základní údaje o živinách a jejich dynamice v lesních ekosystémech, dále o hnojení a jeho historii, strategiích a výsledcích. Zvláštní pozornost je věnována dusíku, jeho koloběhu a biologické fixaci. Jsou popsány i dopady lidské činnosti na výživu lesních porostů. Autor se okrajově zabývá i lesními školkami, plantážemi lesních dřevin, využitím komunálních odpadů a odpadních vod, rekultivací devastovaných ploch i dopadem imisí na výživu porostů. Publikaci vhodně ilustruje 25 přehledných tabulek, 98 názorných grafů a doplňuje seznam 355 položek citované literatury.

Cílem celé práce je využití všech poznatků pro ekonomický efekt. Toho se dosahuje důkladným ekonomickým rozbořem a užitím metod rozhodovací analýzy. Ekologické otázky nezůstávají stranou, naopak, jsou pečlivě sledovány

a ekologické poznatky jsou maximálně využívány. Závěr je věnován modelům výživy porostů a jejich optimalizaci. Celý obsah knihy je rozdělen do 10 kapitol.

V první kapitole, *The Context of Forest Nutrition Management*, se autor zabývá optimalizací výživy lesních porostů v systému lesního hospodářství a jeho ekonomiky. Výživa je jeden z faktorů, určujících produktivitu stanoviště, přitom ji lze poměrně snadno ovlivňovat v pozitivním i negativním smyslu. Hospodářská opatření se zde prolínají s přirozenou dynamikou ekosystémů a celý komplex je možno uvážlivě řídit s maximálním užitekem pro vlastníka lesa. K tomu patří samozřejmě i zachování produktivity stanoviště.

Základem je poznání charakteru životního cyklu lesních dřevin a v souvislosti s tím i cyklů jednotlivých živin. Hlavní biogenní prvky – uhlík, kyslík, vodík – nejsou nikdy limitující. Nedostatečné bývá zásobením některým z makroelementů – dusíkem, fosforem, draslíkem, vápníkem, hořčíkem nebo sírou – případně i několika makroelementy současně. Klíčový význam má poznání koloběhu dusíku, neboť právě on je živinou, nejčastěji limitující produkci lesních ekosystémů. U jednotlivých živin jsou popsány formy jejich výskytu v ekosystému, hlavní funkce a charakteristické lokality s nedostatečnou výživou. Autor uvádí i základní poznatky o některých mikroelementech, konkrétně o manganu, železe, chlóru, mědi, zinku, bóru, molybdenu a kobaltu.

V další části této kapitoly je stručně popsán vývoj představ o hnojení a výživě rostlin s důrazem na hnojení lesních dřevin. Rozebírají se zde i nejčastější příčiny poruch ve výživě porostů. Na závěr jsou uvedeny hlavní otázky, jejichž řešení povede v dalším období k rozvoji hnojení a k optimalizaci výživy porostů.

K nim patří určení míry využití živin obsažených v hnojivu rostlinami, doba reakce porostů na hnojení, způsob jakým rostliny hnojivo využívají, důležitost biologické fixace dusíku, bilance okyselujících látek při hnojení a příjmu živin a určení porostů s příznivou reakcí na hnojení. I když přesné odpovědi na tyto otázky nebudou ještě dlouho k dispozici, přece jen je možno i s velkou mírou neurčitosti efektivně využívat opatření, ovlivňující výživu porostů.

Druhá kapitola, *Nutrient Cycling*, je věnována obecným otázkám, jež se týkají koloběhu živin v lesních ekosystémech. Základem pro tvorbu organické hmoty je fotosyntéza a s ní spojené chemické reakce. Pro úvahy o energetice životních procesů je důležitý koloběh elektronů mezi reagujícími látkami, oxidační a redukční děje a s tím spojený tok energie. Koloběh látek je spojen s koloběhem energie. Jako jeho počáteční bod uvažuje autor uvolňování živin z půdní organické hmoty, neboť množství živin, které jsou takto během roku recyklovány, je mnohem větší, než vstupy živin do ekosystému zvenčí. Při rozkladu organických látek je část živin poutána v tělech mikroorganismů. Imobilizovaný podíl a podíl přístupný pro dřeviny závisí do velké míry na složení organické hmoty a tedy i opadu. Ke kořenům se živiny dostávají tokem vody využívané pro transpiraci, difuzí v půdním roztoku a přímým kontaktem s rostoucími kořeny – tzv. kořenovou intercepcí. Relativní podíl těchto pochodů na zásobení dřevin živinami je dán nároky dřevin, přístupností živin a jejich chemickými vlastnostmi. Jelikož kořeny mohou pro čerpání živin využít jen omezený prostor, je biomasa kořenů závislá i na přístupnosti živin v půdě. Je zdůrazněna energetická a ekologická přednost symbiózy s mykorrhizními houbami. Díky zhruba polovičnímu průměru hyf oproti kořenovému vlášení dřevin jsou houboví symbionti schopni využívat půdní prostor s mnohem menšími nároky na stavební látky a energii. Aktivní příjem živin prostřednictvím symbiotických hub, konkrétně fosforu, je také diskutován, dosavadní výsledky však zatím naznačují, že zvýšený příjem fosforu je zabezpečen spíše díky zvětšení využívaného prostoru.

Důležitá je otázka recyklace živin v rostlinách při stárnutí asimilačních orgánů. Zatím nebylo doloženo, že by míra recyklace byla přímo závislá na přístupnosti živin v půdě, více závisí na pohyblivosti živin a jejich sloučenin v listech a jehlicích. Např. množství dusíku, přemístěného před opadem asimilačních orgánů do jiných pletiv, závisí na podílu „lehce pohyblivých látek“ a rostliny s lepší dusíkatou výživou tak mohou regulovat větší množství této živiny.

Recyklace znamená pro dřeviny značnou energetickou úsporu. Pokud zůstaneme u dusíku, pak příjem a metabolické využití 1 g půdního dusíku vyžaduje 15 až 20 g glukózy, použije-li se k témuž účelu 1 g recyklovaného dusíku, činí energetické náklady 1 až 2 g glukózy. Míra recyklace je různá u jednotlivých dřevin, liší se pro jednotlivé živiny a mění se i s věkem porostů. Zatímco u 14leté *Pinus elliotii* byl recyklován 1 kg dusíku na ha a žádný draslík, u 26letého porostu to bylo 16 kg N a 2,5 kg K.

Opadem rostlinných součástí se vnitřní oběh v ekosystému uzavírá. Poměr živin přijatých rostlinou a uvolněných opadem závisí na mnoha ekologických a porostních faktorech, zejména na druhu dřeviny, věku porostu, hustotě a zápoji, dále do velké míry i na chemických vlastnostech konkrétní živiny a na její přístupnosti v půdě. V každém případě je čerpání živin a opad rostlinných součástí důležitou formou působení rostlin na půdu. Ty ovlivňují cykly živin velmi účinně, jak kvalitou opadu, tak specifickými požadavky na výživu. Druhovému složení porostu tak může přístupnost živin v půdě a půdní vlastnosti značně ovlivnit.

Také vstup živin do ekosystému a jejich ztráty hrají důležitou roli, zejména z dlouhodobého hlediska. Pro vstup je určující množství živin uvolněných zvětváváním a dále obsažených ve srážkách. Práce ze Severní Ameriky a z Evropy dokládají velice proměnlivé hodnoty, které souhrnně uvádí tab. I.

Závěr kapitoly je věnován metodám získávání údajů o koloběhu živin v lese. Měření jsou vždy zatížena značnou chybou. Poměrně přesné, byť náročné, je určení živin v biomase. Zachycení dynamiky pohybu živin je však mnohem složitější. Zahrnuje měření obsahu živin v opadu, srážkách, v půdě, uvolněných zvětváváním a odnášených prosakující půdní vodou. Konečným výsledkem je odhad živin přístupných pro rostliny a pro tvorbu přírůstu. Schodky ve výživě je možno vhodně doplnit hnojením, případně jinými hospodářskými zásahy.

Třetí kapitola, *The Major Nutrient Cycles*, popisuje cykly hlavních živin. Každou živinu charakterizuje specifický typ koloběhu, který závisí na jejích vlastnostech, formách přítomných v půdě i v rostlinách a na konkrétních nárocích jednotlivých porostů.

Nejjednodušší je koloběh draslíku, neboť tento prvek se vyskytuje pouze ve formě ionu K^+ , a to v půdě i v rostlinách. V obou případech je vysoce pohyblivý. Rychle přechází do půdního roztoku, buď mineralizací organických látek v půdě, nebo je ještě před opadem vyplaven z asimilačních orgánů a krycích pletiv – uvádí se i polovina jeho obsahu v listech. V půdě může být výměnně poután, rychle a účinně je přijímán rostlinami, značné jsou ale i ztráty vyplavením prosakující vodou. Důležitým zdrojem draslíku je atmosférická depozice (nejčastěji 1 až 5 kg $\cdot$ ha⁻¹ ročně) a především zvětvávání minerálů (nejčastěji 5 až 10 kg $\cdot$ ha⁻¹ ročně).

Ve většině případů jsou vstupy draslíku do lesního ekosystému větší než ztráty, draslík však může být limitující živinou na písčích, organogenních půdách a vývojově starých půdách se silně zvětralým minerálním podílem.

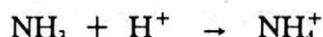
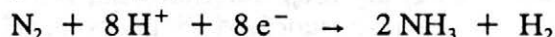
Složitější je koloběh fosforu. Jediná forma fosforu, důležitá z hlediska výživy rostlin, je fosfátový ion. Z organické půdní hmoty je fosfor uvolňován enzymy, zvanými fosfatázy, mikrobiálního i rostlinného původu. Jejich výzkum je

v počátcích, prozatím se prokázala souvislost mezi aktivitou fosfatáz, půdními a stanovištními typy; těsný vztah s fosforem přístupným pro rostliny však prokázán nebyl.

Fosfáty se vyskytují v půdě ve čtyřech formách, jejichž podíl závisí na půdním pH. V lesních půdách (pH 4 až 6) převažuje forma H_2PO_4^- (do pH 2,5 je to H_3PO_4 , při pH 7 až 12 HPO_4^{2-} , přes 12 pak PO_4^{3-}). Na rozdíl od draslíku je fosfor značně nepohyblivým prvkem. V půdě je po mineralizaci rychle imobilizován mikroorganismy, účinně přijímán dřevinami, srážen jako sůl (v závislosti na pH) hliníku, železa a vápníku a poután jako anion selektivně i neselektivně. Jen zcela nepodstatný podíl je vyplavován. Na kyselých horninách je vstup zvětráváním minerálů rovněž nepatrný, stejně tak je zanedbatelný atmosférický spád a tak dobrá výživa porostu je závislá především na účinnosti jeho vnitřního oběhu v ekosystému.

Cyklus dusíku považuje autor za nejdůležitější faktor výživy lesa. Dusík je nejčastěji deficitním prvkem, jeho obsah do velké míry určuje dynamiku organické hmoty a s tím je spojena celá řada přímých i nepřímých dopadů na výživu lesních dřevin, ať už je to uvolňování živin při mineralizaci nebo ztráty kationů doprovázejících vyplavované nitráty. Dusík se vyskytuje ve více formách, daných různým stupněm oxidace a redukce. Celkový cyklus určuje šest hlavních procesů:

1. fixace dusíku, při níž je atmosférický dusík redukován na čpavek. Ten v půdním prostředí přijímá H^+ a mění se na amonný ion:



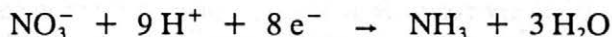
Celá reakce je energeticky dotována oxidací karbohydrátů;

2. asimilace amonného ionu rostlinami. Při ní je ion H^+ zpětně uvolněn do půdního roztoku;
3. amonifikace – uvolňování NH_4 z mineralizované organické hmoty. Amonium může být imobilizováno, přijato rostlinami, výměnně poutáno v půdě nebo nitrifikováno;
4. nitrifikace, mikrobiální oxidace na nitrát:



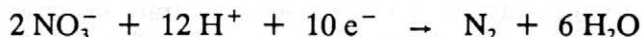
Mezistupněm je produkce nitritů (bakterie rodu *Nitrosomonas*) a až dalším stupněm je přeměna nitritů na nitráty (*Nitrobacter*);

5. redukce nitrátů, předchází využití nitrátu rostlinami a mikroby:



Tato reakce spotřebovává energii;

6. denitrifikace:



Reakce způsobuje ztráty dusíku z ekosystému a je podporována anacrobními podmínkami.

Ve většině lesních ekosystémů je dusík jako limitující živina velmi účinně poután a jeho ztráty jsou minimální. Jinak tomu může být při hospodářských zásazích, jako je těžba, příprava půdy, hnojení, vápnění, pálení těžebních zbytků a změna druhové skladby porostů. Významná je i atmosférická depozice, přesahující v některých oblastech $20 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ročně.

Cyklus síry je snad nejsložitější z hlediska forem této živiny a jejích reakcí v ekosystému. Dynamika oběhu v některých fázích připomíná fosfor, jindy dusík. Zahnuje organické i anorganické sloučeniny síry ve všech skupenstvích a velmi silně závisí na půdní mikroflóře. Sulfáty jsou značně pohyblivé (na rozdíl od fosfátů) a jejich ztráty vyplavováním jsou značné. Výživa sírou je úzce spojena s výživou dusíkem, oba prvky jsou důležitou složkou proteinů. Dusíkaté hnojení bylo v mnoha případech účinnější, aplikovalo-li se současně menší množství sulfátu. Zásobené sírou je však ve většině případů dostatečné, neboť porosty spotřebují ročně pouze 5 až 10 kg síry a toto množství je takřka vždy k dispozici. Zejména v průmyslových oblastech je ve spadu obsaženo i několikanásobné množství síry v různé formě. Ta podléhá v půdě změnám a konečný produkt – sulfáty – mohou podléhat vyplavování; pokud jsou fixační schopnosti půdy vyčerpány, nese to s sebou celou řadu problémů nejen v lesnictví, ale i v ochraně životního prostředí.

Dynamika H^+ ionů integruje cykly všech živin a podílí se na vytváření půdního chemismu jako celku. Určuje především aciditu půdy a stav sorpčního komplexu, ale i mnohé další půdní vlastnosti. Hospodářskými zásahy dochází k rozsáhlému ovlivňování pohybu vodíkových ionů v půdě a rostlinách. To vše se musí brát na zřetel při uvažování vlivu různých zásahů na půdní úrodnost, aby z krátkodobého, ale ani z dlouhodobého hlediska nedošlo k poklesu produktivity stanoviště.

Koloběhem dalších živin, zejména vápníku a hořčíku, se autor nezabývá.

Čtvrtá kapitola, *Forest Nutrition Assessment*, se zabývá možností určit stav výživy porostu a předvídat jeho reakci na hnojení. Prvním krokem k tomu je výběr kritérií určujících stav výživy porostů. Nejčastěji zvoleným ukazatelem je růstová reakce porostu na hnojení a základem pro její stanovení je série pokusů s aplikací různých živin. Další krok je výběr charakteristik stanoviště, jež jsou v korelaci s růstovou reakcí a třetí, poslední krok je hodnocení souborů stanovišť z hlediska vybraných stanovištních charakteristik, tady vlastní výběr porostů vhodných pro hnojení. Každá z těchto etap v sobě skrývá mnoho neurčitostí a nevyřešených otázek.

Při založení pokusů je nutno vhodně zvolit typická stanoviště, uspořádání pokusu, počet opakování, způsob získání údajů a vyhodnocení výsledků. Dále je nutno určit rozsah a způsob, jak získané výsledky aplikovat v praxi. Obtížný je výběr znaků, podle nichž se hodnotí vliv hnojení. Mají být snadno změřitelné a přitom mají mít velkou výpovědní hodnotu. Reakce na hnojení se hodnotí samozřejmě změnou růstu, ovšem výběr charakteristik stanoviště, vhodných jako podklad pro hnojení, je mnohem složitější. Jak půdní charakteristiky, tak rozbor asymilačních orgánů lze použít jen v jednotlivých, omezených případech, situace je v každém porostu jiná. Autor rozebírá řadu metod půdních i listových analýz a uvádí příklady, kdy se potvrdila oprávněnost výběru jednotlivých charakteristik.

Hydroponickými pokusy se např. určil optimální obsah živin v jehlicích některých jehličnanů, jednalo se ovšem o sazenice a obsahy živin se měnily s věkem i při přenesení do půdy.

Různými metodami se podařilo určit, který obsah konkrétní živiny je pro danou dřevinu limitující, optimální hodnoty se však pro volně rostoucí dřeviny stanovit nepodařilo.

Pozornost je věnována i Timmerově metodě, umožňující odhad živiny, na jejíž dodání bude rostlina příznivě reagovat. Při jejím užití se po jarní aplikaci hnojiva na podzim vyhodnotí obsah živiny v jehlicích, jejich hmotnost a porovná se s kontrolou. Měnit se ovšem může i obsah živiny v jednotce hmotnosti jehlic, tedy

její koncentrace. Z těchto změn se usuzuje na růstovou reakci v příští vegetační sezóně. Způsob vyhodnocení uvádí tab. II.

Ani tato metoda není však plně spolehlivá. Výběr porostů pro hnojení je tedy obtížný a závisí i na poměru nákladů a ekonomického efektu, na jakou míru neurčitosti můžeme přistoupit. Ve většině případů je i při vysoké neurčitosti hnojení ekonomicky výhodné a problémy (nikoli nerespektování) vědců a výzkumníků nebrání jeho úspěšnému využití.

V páté kapitole, *Fertilization*, se autor zabývá vlastním hnojením lesních porostů. Praktická opatření, používaná ve světě, se navzájem značně liší, neboť nároky dřevin závisí na jejich druhu, stavu a typu půdy, věku porostu a na vlastnostech konkrétního stanoviště. Stejně jako nároky porostů se mění i technika a technologie aplikace.

Ruční hnojení se používá ojediněle, třebaže finanční nároky jsou relativně nízké a přesnost aplikace hnojiva nejvyšší. Nevýhodou je vysoká pracnost a nízká produktivita práce. Stanoviště s malým sklonem jsou nejčastěji hnojena pozemními mechanizačními prostředky, které aplikují hnojivo rovnoměrně po celé pojížděné ploše. Na nepřístupných plochách je však nutná letecká aplikace. Použití plošníků je relativně laciné, nevýhoda je velká nepravidelnost rozptýlu hnojiv. Koeficient variace pravidelnosti rozptýlu látek dosahuje až 110 %, což při dávce 200 kg . ha⁻¹ znamená, že 10 až 20 % plochy obdrží dvojnásobnou dávku a stejná rozloha nebude zasažena vůbec. Poněkud přesnější je aplikace vrtulníky, koeficient variace dosahuje asi 25 %. Rozmáhá se však používání radarových systémů, které umožní díky přesnější navigaci rovnoměrnější rozptýl hnojiv a jejich značné úspory.

Ne všechny otázky, spojené s aplikací, příjmem a účinností hnojiv jsou jasné. Pouze 10 až 20 % živin je přijímáno dřevinami a další podíly jsou poutány v půdě, přízemní vegetaci nebo jsou vyplaveny.

Liší se i reakce různých dřevin a reakce na aplikaci různých živin. Například účinnost dusíku je většinou krátkodobá, nepřesahuje obvykle 10 let, zato hnojení fosforem se projevuje i po desetiletích. Souvisí to patrně s různým obsahem obou živin v ekosystému a s nároky dřevin. Zatímco 100 kg N . ha⁻¹ představuje asi pětiletou hodnotu akumulace v biomase dřevin a přebytečný dusík je rychle imobilizován nebo vyplaven, 50 kg P . ha⁻¹ je hodnota akumulace na 25 let a zbylý fosfor je převeden do nepohyblivých, rostlinám však částečně přístupných forem. Reakce porostů na hnojení ostatními živinami je prozkoumána prozatím nedostatečně.

Dřeviny mohou na zvýšenou dodávku živin reagovat trojím způsobem: vývojem většího asimilačního aparátu, zvýšenou účinností fotosyntézy a užitím většího dílu produktů asimilace na růst nadzemní části v důsledku menší nutnosti vytvářet rozsáhlý kořenový systém. Hnojené porosty reagovaly prokazatelně všemi třemi způsoby. První z uvedených možností však naráží na omezenou kapacitu stanoviště, při určité maximální hustotě porostu je další vývoj korun umožněn jen odumíráním slabších jedinců. U rozvolněných porostů byly zjištěny jednoznačné korelace mezi hnojením, růstem asimilačního aparátu a přírůstem porostu. Bylo prokázáno i zvýšení přírůstu na jednotku hmoty listů či jehliček. Zvýšené využití asimilátů pro růst nadzemní části bylo prokázáno jen při současném dobrém zásobení vodou, neboť intenzivněji rostoucí porost klade i vyšší nároky na její zdroje.

Hnojení výrazně mění porostní charakteristiky – výšku a tloušťku a jejich rozdělení, hustotu a mortalitu a v některých případech dokonce i bonitu stanoviště. Podstatně zesiluje účinnost probírek a naopak, probírky často umožňují lepší využití živin a vody pro tvorbu žádoucí produkce.

Pro aplikaci hnojiv je důležité stadium vývoje hnojeného porostu. Ve stadiu kultur jsou nároky dřevin mnohem menší, než je nabídka ze strany stanoviště. Hnojení může poněkud urychlit odrůstání z dosahu buřeně a zapojení korun. V dalším období je růst a poptávka po živinách největší. Množství, jež je pro porost k dispozici je však dosud dostatečně velké, aby byly požadavky dřevin pokryty. V kombinaci s probírkami však můžeme hnojením vývoj porostu dále urychlit i v tomto případě. V posledním stadiu vývoje porostu jsou přístupné živiny do velké míry vyčerpány, akumulovány v biomase dřevin a v nepřístupných formách v půdě (sur. humus). Schopnost porostu reagovat na hnojení je v tomto případě největší.

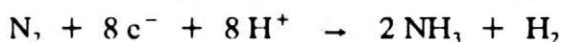
Ekonomický efekt hnojení je výraznější, než se na základě přírůstové reakce zdá, neboť jeho vlivu je nutno připsat zisk nejsilnějších sortimentů. Změny stavby dřeva, zvýšení podílu lehkého a měkkého jarního dřeva, kratší vlákna a větší podíl juvenilního dřeva náchylného k praskání, nejsou odběrateli zohledňovány a tak jediným produkčním efektem hnojení je zvýšení produkce silnějších sortimentů.

Vliv hnojení, zejména na chudších stanovištích, je zesilován i přípravou půdy, která odstraňuje konkurenční vegetaci a vytváří příznivější fyzikální podmínky pro výsadbu. Zvyšuje se, až na výjimky, i odolnost vůči škůdcům hmyzím a v případě stanovištně vhodných dřevin i houbovým. Nejsou-li zasaženy přímo vodní zdroje, je i dopad na kvalitu vody při správném dávkování minimální. Lze předpokládat, že rozsah hnojení lesů v budoucnosti silně vzroste.

Šestá kapitola, *Biological Nitrogen Fixation*, se zabývá biologickou fixací dusíku. Biologická fixace probíhá ve všech ekosystémech, ty se liší pouze zastoupením dusík asimilujících organismů a jejich výkonností. Také v lesích hraje fixace dusíku významnou roli. Některé druhy dusík fixujících dřevin mohou být přímo dřevinami cílovými, jako třeba akát a některé druhy olší, jindy jsou příměsí, která dodává dusík pro ostatní složky porostu. Zda převládá kladný vliv zvýšené nabídky dusíku nebo negativní dopad kompetice mezi rostlinami, to záleží vždy na konkrétních vlastnostech porostu a stanoviště.

První pokusy s meliorací stanoviště a zvýšením přírůstu borových výsadeb s pomocí lupiny byly založeny v Litvě roku 1894, krátce po objevu fixace dusíku vıkvovitými rostlinami. Od té doby bylo založeno a vyhodnoceno mnoho experimentů s lupinou, zejména na chudých a degradovaných stanovištích. Účinnější a levnější se však v mnoha případech ukázalo přímé minerální hnojení, které klade též menší nároky na lesníka a proto záhy získalo převahu. Pouze v některých případech se kultivace lupiny projevila jako vhodnější a v kombinaci s hnojením vykazovala větší efekt, než aplikace jednotlivých opatření.

Fixace vzdušného dusíku je zabezpečována specifickými enzymy – nitrogenázami, které redukuji vzdušný molekulární dusík na čpavek:



Teoretická hodnota spotřebované energie je $35 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ N}$, což představuje asi 20 g uhlovodíků (produktů fotosyntézy) na 1 g dusíku ve formě NH_3 . Enzymy jsou navíc velmi citlivé na přítomnost kyslíku a vysoké energetické požadavky se zde kryjí s potřebou ochrany před kyslíkem. Proto je nejúčinnější symbiotická fixace dusíku baktériemi a aktinomycetami (*Rhizobium*, resp. *Frankia*) v kořenových hlízkách vıkvovitých a některých jiných rostlin, kde jsou oba předpoklady splněny. Symbiotické systémy mohou poutat 100 až 200 kg $\cdot \text{ha}^{-1}$ ročně, zatímco typy dusík fixujících organismů, heterotrofní volně žijící bakterie (např. rod *Clostridium* nebo *Azotobacter*) a autotrofní sinice, nemohou vázat větší množství dusíku než několik kg $\cdot \text{ha}^{-1}$ ročně.

I v symbiotických systémech je množství poutaného dusíku velmi proměnlivé. Fixace závisí na intenzitě světla, dostatečné půdní vlhkosti, teplotě a odpovídající minerální výživě, zejména fosforem. Nebyla prokázána vazba mezi obsahem dusíku v půdě a jeho další fixací. To má za následek i značné ztráty nejen dusíku (až 50 kg · ha⁻¹ ročně), ale i bází, neboť dusík je vyplavován ve formě nitrátů. Dusík fixující rostliny tak mohou způsobit značné ochuzení ekosystému a acidifikaci půdy, k nedostatkům ve výživě však jejich pěstování většinou nevede, neboť značná část bází je právě jimi účinně recyklována.

Na bohatých stanovištích bylo prokázáno zvýšení zásob dusíku v porostech s rostlinami fixujícími dusík oproti čistým jehličnatým lesům, zároveň však kleslo pH o 0,5 stupně a zásoby půdního vápníku na 1/3. Na chudých stanovištích stoupl obsah dusíku též, pH však zůstalo beze změny a obsah vápníku výrazně stoupl. Tyto výsledky podporují myšlenku využít symbiotickou fixaci dusíku na chudých a degradovaných stanovištích.

Autor uvádí několik způsobů, jak lze využít rostliny fixující dusík. Jejich vhodnost závisí velmi silně na charakteru stanoviště a místních zkušenostech.

1) Některé dusík asimilující dřeviny mohou být i dřevinami cílovými, např. olše a akát, jindy tyto rostliny pouze dodávají dusík hlavním dřevinám. To se může dít při:

2) současné kultivaci, pěstování směsi cílových dřevin a dusík fixujících rostlin, nebo

3) při střídání kultur cílových dřevin a dusík poutajících rostlin.

V prvním případě dochází k silné fixaci dusíku po celou dobu obmýtí, hodnota produkce však nemusí být vysoká jako při pěstování jiných dřevin. V druhém případě je poutání N slabé a probíhá pouze do zapojení porostu cílových dřevin. Může dojít k vzájemné konkurenci a snížení produkce. V posledním případě je perioda pěstování cílových dřevin střídána s obdobím kultivace poutačů dusíku s velkou výkonností. I zde může dojít ke snížení produkce, pokud dočasný výpadek produkující plochy není vyvážen rychlejším růstem následného porostu.

Na různých stanovištích je možno využít různé způsoby fixace dusíku, o jejich vhodnosti musí rozhodnout místní poměry a zkušenosti. Na chudých stanovištích se na rozdíl od bohatších ukazuje vhodnost postupů využívajících biologické fixace dusíku, neboť se tak mobilizují jinak nevyužité zdroje stanoviště. Na bohatších lokalitách využívaly dusík poutající rostliny zdroje jinak využitelné cílovými dřevinami a tak snižovaly jejich výnos.

Autor uvádí doklady o tom, že pěstování dusík asimilujících rostlin snižovalo citlivost cílových dřevin vůči kořenovým patogenům, buď přímo, nebo díky „rozředění“ kořenů citlivých k infekci. Ve smíšených porostech byl v některých případech pozorován i snížený okus cílových dřevin býložravci a menší napadení hmyzími škůdci. Zvýšení druhové pestrosti ekosystému je další přínos porostů.

Biologická fixace není v lesnictví běžně využívána. Ve větší míře se aplikují minerální hnojiva, jejichž aplikace je lacinější a výsledky výraznější. Též se vylučuje riziko konkurence buřeně. Lesnický výzkum zatím neuvedl přesné a obecněji platné doklady o tom, kdy je pěstování dusík poutajících rostlin natolik hospodářsky a ekologicky významné, aby bylo využito biologické fixace zajímavé i pro vlastníka lesa.

V sedmé kapitole, *Harvesting, Site Preparation and Regeneration*, uvádí autor doklady o vlivu těžby, přípravy stanoviště a obnovy na výživu následných porostů. Téměř každý zásah do ekosystému lesa je i zásahem do koloběhu živin a do výživy dřevin. Postupy obnovy lesa jsou přitom nejdrastičtější a jejich vliv je nutno sledovat, aby bylo možno předejít nebo alespoň minimalizovat pokles produktivity stanoviště.

I. Množství živin vstupujících do ekosystému lesa ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$)

	N	P	K	Ca	Mg	S
Zvětrávání	—	0,2–3	2–23	19–120	4–10	—
Srážky	2–22	0,1–1,3	0,6–12,1	0,9–21,2	0,7–3,9	5–30

II. Vyhodnocení změn obsahu živin při užití Timmerovy metody

Hmotnosti jehlice	Změna koncentrace živiny	Změna obsahu živiny v 1 jehlici	Vyhodnocení koncentrace
+	—	+	není limitující
+	0	+	není limitující
+	+	+	limitující
0	+	+	není toxická
—	++	±	toxická
—	—	—	působí antagonisticky

Pozn. + zvýšení, — snížení, 0 beze změn

Výrazným zásahem do lesního ekosystému je především těžba. Z hlediska bilance živin se jedná v první řadě o export velkého množství látek, akumulovaných v biomase dřevin. Těžba celých stromů pak ztráty živin ještě více zvyšuje, neboť tenké větve a asimilační orgány se vyznačují většími koncentracemi biogenních prvků. Hodnota navíc získané produkce je přitom relativně nízká a naskytá se otázka, zda je vhodnější využít všeskerou biomasu stromů, nebo ponechat živiny ve formě těžebních zbytků na místě. Ne všechna stanoviště jsou ohrožena ztrátou živin. Export $500 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ má jiný význam na lokalitě se zásobou $10\,000 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ a se $2000 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Velmi záleží na množství živin vstupujících do ekosystému zvenčí, spadem nebo zvětráváním minerálů. V mnoha případech se tak přirozenou cestou mohou vyrovnat ztráty vzniklé těžbou, zejména při větším antropogenním znečištění atmosféry, odebrané látky mohou být doplněny i hnojením.

Těžba však zesiluje ztráty živin i nepřímo, snižuje se jejich množství přijaté dřevinami, díky příznivějším fyzikálním podmínkám se rychle zvyšuje mineralizace a nitrifikace, zvyšuje se i povrchový odtok vody (zejména v kolejkách po mechanizačních prostředcích) a eroze.

Ztráty živin jsou zesilovány i přípravou půdy pro výsadbu následné kultury. Velmi často používaným způsobem odstraňování těžebního odpadu je jeho pálení, které se v USA provozuje na celé ploše paseky bez shrnování těžebního odpadu, suchých netěžených stromů, podrostu a svrchní proschlé, často dosti mocné, hrabanky do hromad. Byly zjištěny značné ztráty živin, jejich velikost úzce souvisela s teplotou spalování a tedy s intenzitou hoření. V případě silného ohně dosáhly ztráty až $980 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, $16 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$, $154 \text{ kg Ca} \cdot \text{ha}^{-1}$, $37 \text{ kg Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a $280 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$. Bylo-li spalování zbytků pečlivě řízeno a jeho intenzita vhodně

omezována, dosáhly ztráty dusíku 10 až 40 kg . ha⁻¹ a pokles zásob ostatních živin nebyl pozorován.

Dalším široce používaným postupem, a to i u nás, je shrnování těžebního odpadu a humusové vrstvy do hromad nebo valů. V mnoha případech, při nasazení dozerů s nevhodnou radlicí, dochází dokonce k odstranění vrchní části minerální půdy, tedy všech vrstev s maximálním obsahem živin. Redistribuce živin má velký dopad na růst kultury. V bezprostřední blízkosti valů je doložen rychlejší růst sazenic, v prostoru mezi valy lze však pozorovat růstovou depresi, která z hlediska celého porostu jednoznačně převažuje. Byl doložen 20 % pokles v bonitě stanoviště (měřené výškou) a 40 % pokles objemového přírůstu. Navíc se silně zvyšuje eroze.

Vhodným opatřením z hlediska částečné regenerace těžbou a dopravou poškozených ploch je užití diskových bran. Zvyšuje se tak provzdušnění svrchní půdy a odstraňuje konkurence buřene. Zvyšuje se však i nebezpečí eroze a růst kultur na ošetřených plochách zaostává za růstem sazenic na těžbou a přípravou půdy nedotčených pasekách.

Jednoznačně se naproti tomu projevuje úprava vodního režimu na lokalitách s vysokou hladinou spodní vody, ať pomocí záhrobové sadby nebo díky odvodnění příkopy. Odstranění buřene má za následek zvýšení přístupnosti živin pro sazenice, ale ty mohou přijmout pouze část a větší díl je vyplaven z ekosystému. Důležité je rychlé zajištění kultury a obnovení intenzivního příjmu živin dřevinami.

Výzkum ještě neodhalil všechny souvislosti mezi obnovou lesa a zachováním jeho produktivity, prozatím se zdá, že optimální postup je ten, který má za následek minimální narušení lesní půdy a koloběhu živin.

Osmá kapitola, *Special Cases in Forest Nutrition Management*, uvádí speciální případy v řízení a ovlivňování výživy lesních dřevin. Zabývá se výživou v lesních školkách, semennými plantážemi a plantážemi vánočních stromků, využitím komunálního odpadu a odpadních vod pro účely hnojení, rekultivaci ploch poškozených těžbou nerostných surovin a dopadem znečištění ovzduší a kyselého deště na výživu lesních dřevin.

V lesních školkách má udržení úrodnosti půdy zvláštní význam, neboť se zde pěstuje cenný sadební materiál, často zušlechťený genetickými postupy. Je nutno udržet optimální půdní fyzikální a chemické vlastnosti, např. vysokou vodní a vzdušnou kapacitu, vhodnou vlhkost, optimální pH (4,5 až 5,5), obsah organické hmoty (3 až 5 %), obsah N (0,20 až 0,25 %) a ostatních živin. Význam neustálé péče zvyšuje skutečnost, že velká množství živin i vlastní půdy jsou každoročně odebírána s produkcí, půda školek je velice aktivní a půdní mineralizační a dekompoziční procesy probíhají velice rychle. Rychle se vyčerpávají zásoby živin i organické hmoty, což s sebou nese vysokou potřebu hnojení, zejména organického. Udržení optimálního obsahu humusu v půdě vyžaduje velká množství rašeliny, kompostů, odpadu vzniklého zpracováním dřeva a jiných pomalu rozložitelných materiálů. Zelené hnojení autor nepovažuje za účinný prostředek zvýšení zásob organické hmoty v půdě, neboť zelená hmota se rozkládá velice rychle s malým dlouhodobým efektem.

Další důležitou otázkou je udržení optimálního pH půdy. Lesní dřeviny dobře snášejí široký rozsah půdní kyselosti, optimální růst a zdravotní stav však vykazují v daleko užším rozmezí. Ke snížení acidity je nejčastěji používán mletý vápennec, ke snížení pH pak síra, měnící se rychle na disociující H₂SO₄. Jiným prostředkem, měnícím kyselost půdy, jsou vlastní minerální hnojiva. Např. při příjmu 1 atomu N-NH₄⁺ je uvolněn i 1 ion H⁺. Je-li amonný ion nitrifikován, uvolní se 2 H⁺ iony. Příjem 1 atomu N-NO₃ naopak spotřebuje i 1 H⁺ ion, při vyplavení nitrátu však

bilance kyselých látek zůstane nezměněna. Také ostatní hnojiva mohou mít vliv na aciditu půdy a mohou být porovnána s množstvím vápence či síry, potřebných k jejich neutralizaci.

Při tom je nutno rozlišovat mezi reakcí hnojiv ve vodním roztoku a v půdě, kde se na výsledku podílí i příjem živin rostlinami. Rozšířením sortimentu hnojiv a jejich vhodným užíváním lze upravovat půdní reakci ve školkách i porostech, při současném poklesu nároků na vápnění půd.

Poměry v lesních školkách připomínají do jisté míry podmínky v zemědělství, zejména agrotechnickými zásahy a větší homogenitou půdy. To uvolňuje prostor pro jednoduché provozní experimenty upřesňující optimální půdní reakci, zásoby živin, vlhkost apod.

Prozatím máme málo dokladů o stimulaci fruktifikace dřevin hnojením na semenných platážích. Některé výsledky jsou však slibné a vysoká hodnota šlechtěného osiva opravňuje značné investice do výzkumu v této oblasti.

Také hnojení výsadeb vánočních stromků není příliš rozšířené. Zvýšení přírůstu není většinou žádoucí a tak je stimulován pouze růst pomalu rostoucích druhů (jedle balzámová) a hnojením (ne dusíkatým) se sleduje zlepšení vybarvení jehličí.

Hnojení odpadní vodou a čistírenskými kaly může být považováno za formu stimulace produkce, doprava a aplikace těchto materiálů je ale natolik nákladná, že je vyšší přírůst nevyrovná. Při důkladném hygienickém dozoru to můžeme považovat za vhodný způsob likvidace těchto látek, představují značné úspory na zpracování a skladování odpadu. Při šetření byla hodnota produkce porostu vyšší o 350 \$/ha, zároveň však úspory na likvidaci odpadů představovaly 3 000 \$/ha.

Odpad ze sídlišť většinou závadná množství těžkých kovů a toxických látek neobsahuje, podstatně odlišná je však situace u odpadů z průmyslových podniků, které je nutno jako hnojiva vyloučit. Hygienicky nezávadné odpady pak mohou být vhodným způsobem likvidovány v lesních porostech, nesmí být ale překročena kapacita stanoviště a vegetace vzhledem k poutání živin v odpadech obsažených. Například při aplikaci 50 mm odpadních vod týdně bylo kulturou douglasky zadrženo 85 %, kulturou topolu 95 %, travním porostem 75 % a půdou bez porostu pouze 35 % ze 400 kg dusíku aplikovaného na 1 ha plochy. Lišily se i koncentrace nitrátů v prosakující vodě, dosáhly 13 mg · l⁻¹ (holá půda), 4,3 mg · l⁻¹ (travní porost), 2,3 mg · l⁻¹ (douglaska) a 0,5 mg · l⁻¹ (kultura topolu). Není-li aplikace odpadních kalů a vod příliš vysoká, nemusí tedy dojít při jejich likvidaci v lesních porostech k ohrožení vodních zdrojů.

Velmi záhy se stala součástí lesnického výzkumu a praxe rekultivace a meliorace stanovišť poškozených těžbou nerostných surovin. Zákony mnoha zemí stanoví těžařským organizacím za povinnost obnovit na devastovaných plochách pokud možno původní ekosystémy, což je ve většině případů obtížný úkol.

Z lesnického hlediska se jedná o obnovu lesního porostu s dynamickým koloběhem látek a energií za krajně nepříznivých půdních (fyzikálních i chemických) podmínek. Substrát je často slabě zvětralý, hrubozrnný, chudý na živiny, především dusík a fosfor, s extrémním chemismem či dokonce obsahem agresivních a toxických látek. Nízká je i kapacita poutání vody a živin. Rekultivace představuje úpravu půdního chemismu, hlavně vápněním, vytvoření zásob organických látek (organickým hnojením, komposty, aplikací kalů, pěstováním melioračních rostlin) a živin v půdě, obnovení půdní biologické aktivity, včetně inokulace mykorrhizními houbami a konečně výsadbou odolných dřevin. Klíčovou otázkou je obnova zásob půdního humusu o odpovídající kvalitě. To vše není záležitost jednorázová a pokud není nový porost stabilizován, vyžaduje neustálý dohled a péči.

V posledním období je vysoce aktuální problém dopadu antropogenního znečištění ovzduší a kyselého spadu na lesní porosty a půdu. Imise mohou poškozovat přímo lesní dřeviny, nebo nepřímo zasahovat do koloběhu živin.

Autor uvádí, že znalosti o účincích plynných součástí imisí jsou dosud nedostatečné. K dispozici jsou dílčí údaje o působení např. oxidů síry, dusíku nebo ozónu, komplexní pohled však dosud chybí.

Poněkud více je prostudován účinek těžkých kovů na metabolismus dřevin a koloběh živin v lesních ekosystémech. Byla prokázána souvislost mezi koncentrací Cd, Pb, Cu, Zn a aktivitou některých enzymů, růstem dřevin a intenzitou rozkladu hrabanky. Výrazné ovlivnění sledovaných procesů však nastávalo až při koncentracích, které se vyskytují jen v největší blízkosti zpracovatelských závodů a podobných průmyslových podniků. Regionální vzestup koncentrace těžkých kovů pak podle autora dosud nedosáhl výše, projevující se výraznými změnami v ekosystémech.

Třetí složkou antropogenních imisí je tzv. kyselý spad. Jeho vliv se mění podle intenzity, typu převažujících složek a charakteru zasaženého stanoviště. Ani zde nejsou plně objasněny mechanismy působení, vysoký kyselý spad je kombinován silným spadem jiných toxických látek (As, F) a vysokými koncentracemi plynných škodlivin (SO_2 , NO_x , O_3). Je doloženo okyselení lesních půd za posledních asi 40 let, především ve střední Evropě (autor uvádí i údaje z ČSFR), přes různou intenzitou kyselého spadu je posun kyselosti podobný v různých podmínkách a v porostech různých dřevin.

Většina kyselého spadu vstupuje do lesního ekosystému jako slabé roztoky kyselin sírové a dusičné. Jejich účinek závisí na interakci s vegetací a půdou. Je-li například ion NO_3^- přijat vegetací nebo mikroorganismem, není bilance kyselé a zásadité působících látek změněna. K jejímu ovlivnění dojde v případě, že nitráty jsou vyplavovány z ekosystému a ion H^+ se před tím zúčastní výměnných reakcí s půdními bázemi. Situace u síry je složitější, neboť nároky porostů jsou mnohem nižší než spad. Naopak je silnější specifické poutání síry v půdě na výměnných místech pro aniony.

Závažná je i otázka okyselení vodních zdrojů. Lesní půda je schopna neutralizovat velké množství kyselých látek, takže iony sulfátů a nitrátů mohou být v půdní vodě neutralizovány bazickými kationy. Situace se změní, je-li pufrací schopnost půdy vyčerpána a aniony jsou provázeny „kyselými kationy“ H^+ a Al^{3+} , nebo v období intenzivního tání sněhu, kdy velká část kyselých vod nereaguje s půdním prostředím.

Další možnost okyselení vodních toků a nádrží spočívá v poklesu jejich alkality, tj. schopnosti neutralizovat kyseliny. Půdní CO_2 vytváří s vodou rychle disociující H_2CO_3 podle reakce:



Je-li H^+ ion neutralizován a ion HCO_3^- vyplaven do vodního recipientu, pokles parciálního tlaku oxidu uhličitého vyvolá zpětnou reakci a z vodního prostředí je odnímán ion H^+ . I při slabém poklesu pH půdy není nadále vyplavován ion HCO_3^- , ale nedisociovaná H_2CO_3 a její rozklad na H_2O a CO_2 ve vodě již nepůsobuje pokles acidity vodního zdroje.

Výzkum vlivu antropogenního znečištění atmosféry na životní prostředí je klíčovou otázkou přítomnosti i budoucnosti a závažnost situace vyžaduje zásadní řešení v oblasti ekonomiky a ochrany přírodních zdrojů.

Devátá kapitola, *Economics, Energetics, and Decisions*, je věnována ekonomickým, energetickým a rozhodovacím problémům, spojeným s hnojením lesních porostů.

Řízení výživy dřevin představuje ovlivňování ekologických systémů v ekonomickém kontextu. V poslední době je věnována zvýšená pozornost ekonomice lesního provozu, snaha po optimálním využívání obnovitelných zdrojů pak vyvolává potřebu bilance energie do výrobního procesu vložené a využíváním zdrojů získané. Všechny tyto poznatky musí být zahrnuty do rozhodování o způsobu, míře a formě hnojení.

První část této kapitoly uvádí některé metody ekonomické analýzy hnojení demonstračního lesního porostu. Hodnocení ekonomiky tohoto opatření zahrnuje porovnání nákladů na hnojení, velikosti a variability reakce porostu a kvality předpovědi růstové reakce, v širších souvislostech pak i rozlohy hnojených ploch. Ekonomické metody mohou být jednoduché i komplexní, mohou zahrnovat i další faktory – vývoj cen dřeva, podíl sortimentů, různé úrokové sazby a dokonce i způsoby výpočtu daní a odvodů. Všechny ekonomické výpočty se pochopitelně týkají hospodářských podmínek USA, nicméně jsou platné i pro jiné oblasti světa.

Další stať se zabývá ekonomickým hodnocením biologické fixace dusíku; při střídání porostů douglasky a olše, při současném pěstování douglasky i olše a při pěstování čistých porostů obou dřevin. Různé momentální trendy v ekonomice pak mohou zapříčinit zvýšení výhodnosti jednotlivých systémů pěstování lesa, je zde ovšem rozpor mezi okamžitými poměry v ekonomice a dlouhou produkční dobou (minimálně 30 let). Další vlivy představují proměnlivé ceny dřeva a mimoeconomické účinky pěstování druhově pestřejších porostů. Autor uvádí poznatek, že 50 až 100 olší na ha postačí zabezpečit poptávku po dusíku pro celý porost.

Ekonomika těžby celých stromů je též komplexním problémem. Závisí na nákladech spojených s těžbou, dopravou a zpracováním celých stromů a na ceně produktu. V případech, kdy by těžbou celkové biomasy porostů docházelo k ochuzování stanoviště, je nutno započítat i náklady spojené s hnojením.

Druhá část této kapitoly popisuje změny v hospodářských výsledcích, spojené s různou mírou růstové reakce porostů a s různou spolehlivostí jejího určení. Z hlediska lesního hospodářství (velkých vlastníků lesa) je pro stanovení ekonomických důsledků hnojení důležité zjistit, jak velká je reakce, jaká je její variabilita, jaký podíl porostů reaguje na hnojení kladně a jaký nereaguje nebo vykazuje růstové deprese (díky zvýšené mortalitě), jaká je pravděpodobnost, že porost správně zařadíme do některé z těchto kategorií.

S tím je spojeno riziko dvojího druhu:

- že pohnojíme porost nereagující přírůstem, nebo
- nepohnojíme příznivě reagující porost.

Poměr závažnosti obou případů se mění v závislosti na konkrétní situaci. Jsou-li náklady na hnojení malé a reakce silná, vyplatí se hnojit i nereagující porosty. Jsou-li naopak náklady velké a reakce nevýrazná, je nutno přesněji vylišit reagující porosty, nebo se hnojení raději vzdát.

Autor uvažuje i o vhodnosti výzkumu účinnosti hnojení v závislosti na jeho předpokládaných účincích.

- 1) Je-li reakce výrazná a její variabilita malá, je možno hnojit všechna stanoviště bez hlubšího výzkumu a bez nebezpečí velkých ztrát.
- 2) Je-li reakce slabá a variabilita malá, pak bude hnojení pravděpodobně nevýhodné.

3) Je-li reakce slabá a variabilita velká, je možné přesnějším vylišením vhodných porostů zajistit ekonomický přínos hnojení.

4) Je-li konečně reakce velká i variabilita velká, je na místě i značně nákladný výzkumný program, neboť zisk bude též značný.

Poslední část této kapitoly se zabývá energetickými úvahami. Poměr mezi energií vloženou a získanou dosahuje u hnojení lesních ekosystémů hodnoty kolem 1:16 (u obilnin 1:5 až 1:10). Hodnota produkce bude však poněkud odlišná, neboť kvalita energie obsažené ve dřevě je jiná než kvalita energie obsažené v naftě. Nicméně ani z energetického hlediska není hnojení ztrátové, naopak, náklady vynaložené na hnojení lesních porostů je možno pokládat za jeden z nejvhodnějších způsobů investování.

Poslední kapitola, *Models in Forest Nutrition Management*, naznačuje způsob použití modelování v řízení výživy porostů. Modely jako zjednodušený obraz skutečnosti našly v lesnictví použití velmi záhy, především jako růstové a výnosové tabulky, založené na experimentální bázi. S rozvojem počítačů vznikly i dynamické simulační modely, umožňující změnou výchozích podmínek získat představu o účincích jednotlivých opatření na výsledek a vytipování klíčových bodů a procesů ve vývoji porostu.

Přítom dochází pochopitelně ke značnému zjednodušení, jinak by použití matematických modelů nepřineslo žádné výhody, musí však být zachovány charakteristické rysy sledovaného procesu.

Brzy byly vytvořeny i modely simulující dopad různých hospodářských opatření, zejména hnojení, na výživu a růst porostů. Problémem je vždy výběr charakteristik umožňujících odhad reakce na hnojení, různí autoři užívali rozličných kritérií: růst před zásahem, bonitu stanoviště aj., největší rozšíření a zatím i význam mají modely založené na hodnocení přístupného dusíku. Přesnost a věrohodnost dat stanovených těmito modely je proměnlivá, jejich hodnota však nespočívá jen v určení velikosti růstové reakce a přesnosti stanovení. Umožňují i lepší chápání růstových procesů, určení optimálních dávek hnojiva, doby aplikace a nejvhodnějších charakteristik určujících potřebu hnojení porostů.

Autor podává stručnou charakteristiku některých modelů a popisuje jejich vhodnost k simulaci skutečného růstu porostů a reakce na různé hospodářské zásahy včetně hnojení, těžby celých stromů, pálení těžebních zbytků apod. Uvádí jejich omezení na podmínky, pro něž byly vytvořeny. V budoucnu bude modelování různých procesů, probíhajících v lesních ekosystémech, hrát mnohem důležitější roli, nesmíme však zapomínat, že je to jen jedna z pomůcek umožňujících lesnímu hospodáři optimálně rozhodovat o řízení lesní výroby.

Přínos uvedené publikace je především v komplexním přístupu k problematice výživy a hnojení lesních porostů a v detailním rozboru ekologických a fyziologických základů produkce lesa. Významný je i postoj autora k lesnické praxi: téměř všechny rozebírané otázky v sobě skrývají řadu nevyřešených problémů, což však nebrání úspěšnému využívání hnojení a řízení výživy lesních porostů. Lesnická věda a výzkum poskytují dostatek podkladů pro rozvoj lesního hospodářství a tvorbu zisku.

Třebaže se většina problematiky týká poměrů v Severní Americe, obecné přístupy a závěry jsou platné pro širší oblast a v nových ekonomických podmínkách by mohly najít uplatnění a využití i u nás.

Ing. Vilém Podrázský, Výzkumná stanice VÚLHM, 517 73 Opočno

MINIMÁLNÍ VELIKOST LESNÍCH BIOCENTER

Problematika

V této práci se pokoušíme odpovědět na otázku, jakou velikost musí mít přirozená lesní geobiocenóza, obklopená jinými méně přirozenými typy ekosystémů (např. lesními monokulturami nebo bezlesím), aby si mohla udržovat časově neomezenou životaschopnost. V centru naší pozornosti je ekostabilizační působení lesních geobiocenóz, jež spočívají v jejich schopnosti:

- a) odolávat účinkům škodlivých činitelů a nepodlehnout jim,
- b) tlumit vlivy škodlivých činitelů na své okolí, a konečně
- c) vyrovnávat a zahlazovat (jako součást celého inventáře přirozených ekosystémů v krajině) vzniklé poruchy v regionálním měřítku.

Tyto schopnosti lesních geobiocenóz spočívají – velmi obecně řečeno – v jejich schopnosti obohacovat své okolí o autochtonní organismy.

Podle téměř již vžitě konvence lze v člověkem přeměněné krajině označovat každý ekosystém, vybavený ekostabilizační schopností, jako biocentrum. Biocentrem je každý krajinný segment, který svou velikostí a stavem ekologických podmínek umožňuje trvalou existenci druhů i společenstev přirozeného genofundu. U lesních biocenter lokálního významu začíná jejich ekostabilizační funkce ve věku porostu nebo porostní skupiny zhruba od 40 let a končí smýcením nebo rozpadem dřevinného patra. U biocenter regionálního významu se předpokládá nepřetržitá ekostabilizační působení, vycházející z časově nepřetržité existence vyspělých geobiocenóz.

Regionální význam lesního biocentra nezáleží v první řadě od právní ochrany (např. zda je lesem výnosovým s určitými odchylkami od modelů hospodaření, lesem ochranným nebo zvláštního určení, v němž jiné zájmy společnosti vyžadují odlišný způsob hospodaření podle vyhl. č. 40/1956 Sb. či nikoliv), ale především

- od úplnosti a nenarušenosti lesních geobiocenóz v něm a
- od velikosti a reprezentativnosti (od biogeografického významu) přirozených lesních geobiocenóz, v biocentru zastoupených.

Regionální lesní biocentra budou zpravidla lesem výnosovým, tuto funkci však může plnit i chráněné území dostatečné rozlohy.

Naším cílem je odvodit kritickou výměru lesní geobiocenózy jako biocentra regionálního významu, která nesmí být překročena směrem dolů, má-li si lesní geobiocenóza dlouhodobě uchovávat svoji integritu a z toho vyplývající ekostabilizační funkci. Praktický význam dodržení minimální nutné výměry biocenter pro tvorbu tzv. územních systémů ekologické stability i pro plánování chráněných území na lesním fondu je zřejmý. Zájmy ochrany lesa, péče o genofond dřevin, druhové ochrany fyto- a zoocenóz, zájmy územní ochrany přirozených ekosystémů a zájmy péče o krajinu se zde stýkají a mají vyústit v koordinovanou tvorbu jednotného územního systému ekologické stability celé krajiny.

OBEČNÉ POZNATKY OSTROVNÍ BIOGEOGRAFIE

Řešení nemůže opomíjet poznatky biogeografie ostrovů, především:

- a) zmenšování velikosti ostrova pod určitou hranici vede k zákonitě redukci počtu druhů v důsledku nerovnosti mezi jejich vymíráním a imigrací;
- b) větší ostrovy mají (za předpokladu rovnosti ostatních faktorů, tj. bez vlivu rostoucí diverzity abiotických podmínek – topografických, geologických a nebo klimatických) zákonitě větší počet druhů rostlin a živočichů nežli ostrovy menší.

Vnucuje se zřetelná analogie se suchozemskými „ostrovními“ ekosystémy (geobiocenózami), obklopenými „mořem“ intenzivně využívaných ekosystémů, v nichž jejich biota nenachází existenční podmínky. Pokles plochy geobiocenóz přirozeného lesa, obklopeného umělými, zpravidla monokulturami lesními porosty, je obdobou zmenšování ostrovů v moři. Zmenšení výměry pod určitou kritickou hranici a překročení určité vzdálenosti od nejbližšího biocentra vedou nevyhnutelně k redukci druhové garnitury, k jejímu ochuzování a v konečném důsledku k zániku přirozeného ekosystému a jeho náhradě jiným, ekologicky zpravidla méně stabilním.

Těsné korelace předpokládané na základě této analogie mezi velikostí segmentu a bohatstvím druhů však nebyly u přirozených terestrických ekosystémů (geobiocenóz) vždy potvrzeny. Příčinou

může být snad opožďování reakcí geobiocenózy na zmenšení rozlohy a různé trvání její izolace od genofondové základny, schopné dosycovat novými jedinci populace ustupujících druhů; mezi významné faktory je nepochybně nutné počítat vzdálenost takové nejbližší základny. Proto je zásadně nezbytné respektovat, že rovnovážný stav bioty segmentu je především funkcí velikosti biocentra a jeho vzdálenosti od zdroje, schopného nahrazovat případné úbytky jeho bioty (tj. od vzdálenosti od nejbližšího biocentra s druhově nasyceným společenstvem obdobného složení).

Uchování prostředí lesní fytoocenózy závisí v první řadě od splnění ekologických nároků budujících druhů společenstva (edifikátorů), kterými jsou v případě lesa dřeviny stromového růstu. Avšak klasická závislost ostrovní biogeografie mezi velikostí segmentu a počtem druhů se při predikci počtu dřevin nemůže uplatnit především ze dvou důvodů:

1. Počet dřevin regionální dendroflóry je v našich zeměpisných šířkách značně omezený.
2. V sukcesně vyspělém („klimaxovém“) společenstvu počet dřevin proti časově předcházejícím sukcesním stadiím zákonitě klesá vylučováním na světlo náročných „pionýrských“ dřevin.

DOLNÍ EXISTENČNÍ HRANICE PLOCHY LESNÍ GEOBIOCENÓZY

Ostrovní segment lesní geobiocenózy si musí uchovávat specifické lesní fytoklima, na něž jsou odkázány „pravé“ lesní stínobytné rostliny, které rostou jen na zastíněných místech v lesním pokryvném humusu. V okrajích segmentu se vytváří vždy pruh lemových společenstev (tzv. ekoton) s vlastními charakteristickými druhy, které v lesním fyto klimatu nenacházejí existenční podmínky. Prostředí ekotonů vede k relativně většímu druhovému bohatství malých lesních segmentů, v jejichž výměře je velký podíl ekotonů. Příliš malé segmenty se však redukuji na ekotony a „pravé“ lesní společenstvo živočichů a rostlin se v nich nemůže udržet.

Počet druhů lesní zvířeny (druhů vázaných jako konzumenti nebo reducenti přímo či nepřímo na existenci dřevin) není přesně známý, bezpečně však dosahuje několikanásobek (odhaduje se na šesti až sedminásobek) počtu druhů vyšších rostlin. Plošné nároky jednotlivých druhů lesní fauny jsou diferencovány v podstatě podle velikostních kategorií organismů (Heydemann, 1981), přičemž životaschopnost minimálních populací na uváděných plochách nemůže být v případě trvalé izolace zabezpečena:

Typ organismů	Podskupina	Minimální areál
Mikrofauna (<0,3 mm)	—	1 ha
Mezofauna (0,3–1 mm)	—	1–5 ha
Makrofauna (10–50 mm)	přisedlé druhy	5–10 ha
	pohyblivé druhy	10–20 ha
	létavé druhy	50–100 ha
Megafauna	drobní savci	10–20 ha
	plazi, obojživelníci, drobné ptactvo	20–100 ha
	velcí ptáci a savci	100–10 000 ha

Pokud by lesy měly zabezpečovat existenční podmínky pro úplnou druhovou garnituru živočichů lesního biomu včetně velkých, pohyblivých a plachých druhů, dosahovala by nezbytná výměra biocenter velmi vysokých hodnot.

O plošných nárocích životaschopné populace jednotlivých dřevin, které by zaručovaly spontánní životaschopnou populaci, je známo jen málo. Lesnické vědy se jimi začaly zabývat až v situaci aktuálního ohrožení hospodářsky významných lokálních populací dřevin vyhynutím. Proto je účelné sledovat, zda je izolovaný segment geobiocenózy v rovnovážném stavu alespoň ve své rostlinné složce či nikoliv. Nejoperativnějším indikátorem je zde charakteristická druhová kombinace vyšších rostlin příslušného typu geobiocenózy. Vzhledem k pohyblivosti živočišné složky geobiocenózy a neurčitosti jejich plošných nároků je minimální velikost biocentra diktována požadavkem uchovat alespoň geobiocenózu, trvale zabezpečující prostředí pro druhovou kombinaci vyšších rostlin včetně dřevin (a nikoliv jen dočasně uchovat neúplnou sbírku původních druhů, třeba zastoupených několika málo jedinci a kombinovaných s druhy, které jsou danému typu geobiocenózy cizí).

Úplná druhová kombinace vyšších rostlin (dřevin, bylin, mechů a lišejníků) se zřetelně diferencuje podle vegetačních stupňů a ekologických (trofických a hydrických) řad. Podle Ambrose (1988) se počet taxonů v takto vymezených jednotkách ($\pm$ skupin lesních typů) pohybuje v rámci $\pm$ přirozených geobiocenóz od minima 36 taxonů (z toho 5 až 7 dřevin) v oligotrofní řadě a 2.–4. vegetačním stupni až po maximum přesahující 160 taxonů (z toho 34 až 37 dřevin) v bazifilní řadě 1. vegetačního stupně se značným podílem stepních nelesních druhů. Uváděné souborné počty nemusí být v dlouhodobě izolovaných drobných segmentech naplněny.

Potom bude platit, že při narušení charakteristické druhové kombinace vyšších rostlin geobiocenózy daného typu můžeme s jistotou usuzovat na její chátrání; klesá-li v ní počet druhů,

zůstává sice stále ekosystémem ve smyslu funkční jednotky, nemůže však být dokonalým ztělesněním toho typu geobiocenózy, který má být uchován v chráněném území přírody. Ještě závažnější je, že v tom případě se — jak ukazuje zkušenost — sotva může stát zdrojem spontánní rekolonizace okolí druhů autochtonní bioty, což plně platí i pro dřeviny.

Územní podmínky cenotické vyrovnanosti dřevinného patra přirozené lesní geobiocenózy musí zahrnout nejen jeho výměru, ale i stav širšího okolí. Stejně velký segment téhož typu geobiocenózy může mít při malé výměře rozdílnou biotu podle stupně narušení ekologických vztahů v okolní krajině. Potom se vývoj relativně přirozených, ale zcela izolovaných společenstev může vymknout ze zákonitosti druhově nasycených vyspělých geobiocenóz, které si udržují nepřerušené spojení s úplnou druhovou garniturou regionální bioty. Pak mohou ustupující druhy (např. jedle, jeřábek, některé druhy hmyzu atd.) v některých lokalitách se zdánlivě vhodným prostředím zcela chybět a podmínky cenotické vyrovnaného stavu geobiocenóz tím zanikají.

EMPIRICKÉ ÚDAJE O MINIMÁLNÍ VELIKOSTI BIOCENTRA

Zukrigl (1983) zastává v rakouských poměrech názor, že minimální výměra lesního chráněného území pro uchování intaktního jádra 1 až 2 ha je alespoň 4 až 5 ha. Anketa mezi lesníky (KRB Agroprojekt, 1985) vedla k požadavku na minimální nutnou výměru lesních biocenter lokálního významu 3 ha (mimo lužní polohy, kde bylo požadováno alespoň 5 ha) s tímto zdůvodněním: pro uchování lesního fyto klimatu v jádru o výměře 1 ha je třeba při střední porostní výšce 25 m ochranný pás o šířce 50 m, který může dočasně nabývat ekotonový ráz. Požaduje se přírodně blízká porostní skladba a struktura s prodlouženými mytními věky; těžební zásahy nesmí porušit fyto klimu jádra, plochy s nárosty mají být podle potřeby ploceny; žádná myslivecká zařízení, žádné narušování komunikací, žádné pojištění těžkých mechanismů porostem. Uvedené výměry lze akceptovat pro biocentra lokálního významu (a ze zákonných kategorií ochrany pro ČHPV, pro chráněná naleziště podrostových bylin nebo studijní plochy, které mají zabezpečit lesní prostředí po omezenou dobu trvání zapojeného dřevinného patra).

Pro existenci vývojově trvale vyrovnaného celku přirozeného lesa se stabilní dřevní zásobou, tj. pro biocentra regionálního významu je podle dlouhodobých výzkumů prof. Korpela (1978) v našich podmínkách třeba alespoň 30 ha (i to pouze za předpokladu, že je obklopen přirozeným lesem s nevýrazně změněnými porostními poměry). Podle prof. Zlatníka (1975) je optimální lesní výměra lesní rezervace alespoň 50 ha a minimální plocha 5 ha je přijatelná jen v případech, kdy není pro daný typ lesa vhodná větší plocha (tedy z ochranného hlediska vysloveně nouzové řešení). Prof. Zukrigl (1983) udává pro uchování přírodního lesa jako ostrovního biotypu rozpětí minimálních výměr 10 až 20 (50) ha. Toto rozpětí má podchytnout rozdíly mezi typy lesních geobiocenóz, dané různým počtem dřevin, druhově specifickým trváním životnosti dřevin a různou rozmanitostí struktur přírodních lesů. Opět se projevuje zásadní názorová shoda s výsledky ankety KRB (Agroprojekt, 1985), která pro lesní biocentra regionálního významu požadovala (diferencovaně podle vegetačních stupňů) plochu 10 až 50 ha.

Významný požadavek formulovaný Sindelářem (1984) na minimální výměru genových základů lesních dřevin alespoň 100 ha, neboť u lesních částí menší rozlohy hrozí nebezpečí, že správoáním dřevin původních ekotypů s okolními, často geneticky nevhodnými porosty budou vznikat nové dílčí populace intraspecifických hybridů. Podle našeho názoru genové základny lesních dřevin jako vhodně obhospodařované lesy zvláštního určení mohou chránit nejen lesní porosty, ale nepřímo i celé geobiocenózy, a v tom případě se stávají pro ochranu autochtonní bioty efektivnější než drobné rezervace, sebestřísněji chráněné.

Tento neúplný přehled expertních soudů ukazuje, že obecně formulované požadavky se rozcházejí do té míry, až se zdá obtížné najít mezi nimi styčné body. Proto jsme se pokusili obecně udávané minimální výměry biocenter regionálního významu upřesnit pro přirozené až přírodní lesy v různých přírodních podmínkách ČR, a to čtyřmi nezávisle formulovanými postupy, které vycházejí z různých vstupních předpokladů. Zadaná úloha bude sotva kdy řešitelná s jednoznačným a nesporným výsledkem; početní formalizace vede ke zdánlivě jednoznačnému řešení, které ve vztahu ke skutečnosti má spíše povahu jedné z možných alternativ. Různé postupy výpočtu však přinášejí zřejmou výhodu v tom, že nutí obažít intuitivně vnášené vstupní předpoklady, oddělit v diskusi vědecky nesporná fakta od hypotéz a tyto zpřístupnit kritickému hodnocení.

První dva postupy (a — Macků, b — Krix) vycházejí z představy „normálního“ lesa a modifikují platné modely hospodaření (Lesprojekt, 1985) směrem k přirozené druhové skladbě porostů, takže jsou v různé míře využitelné pro stanovení výměry biocenter regionálního významu v kategorii hospodářských lesů.

Druhé dva postupy (c — Míchal, d — Ambros) vycházejí z poznatků o struktuře přírodních nestejnověkých lesů s přirozeným věkem dožitých dřevin, takže jimi navržené postupy se vztahují na biocentra regionálního významu se statutem státní přírodní rezervace nebo kategorie lesa ochranného.

I. Vybrané modelové parametry regionálních biocenter ve srovnání se „standardními“ modely hospodaření
(A – Lesprojekt, 1985; a – Macků, b – Krix, c – Míchal, d – Ambros)

Hospodářský soubor		Cílové porosty		Forma hospodářského způsobu		Průměrný mýtní věk		Věk začínajícího rozpadu	Minimální výměra regionálního biocentra [ha]
Označení	Cílové hospodářství	A	a	A	a	A	a	b c d	a
13	Borové hospodářství přirozených stanovišť	bo	bo	HH	H, N	110–120	130	200	39
19	Lužní stanoviště	db, tp	db	HH	H	140–160	200	300	60
21	Borové nebo dubové hospodářství exponovaných stanovišť	bo	bo	N	N	120	120	200	36
25	Dubové hospodářství kyselých stanovišť	db	db	H, N	H	120–130	150	250–300	45
27	Borové hospodářství oglejených stanovišť	db	db	H, N	H	160	180	250–300	54
29	Olšové hospodářství podmáčených stanovišť	bo	bo	N, H	N	110–120	120	200	36
39	Borové hospodářství podmáčených stanovišť	ol	ol	N, H	N	160	160	300	48
41	Bukové hospodářství exponovaných stanovišť	ol	ol	N	N	60–70	90	100	27
43	Smrkové nebo borové hospodářství středních poloh	bo	bo	N (H)	N (P)	110–120	140	200	42
45	Smrkové nebo bukové hospodářství živných stanovišť	bk	bk	N	P (N)	120	140	150–160	42
51	Smrkové hospodářství exponovaných stanovišť vyšších poloh	sm	sm	H, N	H	100–120	120	160	36
53	Smrkové hospodářství kyselých stanovišť	sm, bo	bo	H, P	P (N)	120–130	160	150–160	42
55	Smrkové hospodářství živných stanovišť	sm	bk	N	P, N	120–130	160	150–160	48
57	Smrkové hospodářství oglejených stanovišť	bk	bk	H	P	120–130	160	150–160	48
71–79	klimaxové smrčiny	sm	bk	H, P	P, N	120	160	150	48
		sm	sm, bo	H, P	H, P	120–130	140	150	42
		sm	sm, bo	N (H)	P, N	100–110	130	150	39
		sm	sm	H (N,P)	N, P	120–140	140	150–200	42

II. Srovnání minimálních plošných nároků na biocentra regionálního významu

Lesní vegetační stupeň	Hlavní (příměšené) dřeviny přirozených lesů	Minimální výměra regionálního biocentra [ha]			
		ve výnosovém lese s upraveným modelem hospodaření		v chráněném území přírodního lesa	
		a	b	c	d
1. Dubový	db (hb, jv, lp)	45–54	80	24	36
2. Bukodubový	db (bk, hb, lp)	45–54	75	32	30
3. Dubobukový	bk (db, jd, lp, hb)	48	59	15	20
4. Bukový	bk (jd, db, lp)	36–48	48	11	12
5. Jedlový	bk, jd (kl, sm)	48	46	33	20
6. Smrkojedlobukový	bk, jd, sm (kl)	42–48	46	35	25
7. Smrkový	sm (jř, kl, bk)	42	45	17	42

VÝSLEDKY

Výsledky všech čtyř postupů podrobíme kritické diskusi:

a) Odvození velikosti regionálních biocenter modifikací standardních modelů hospodaření (a)

Hospodářské soubory (dále HS) vznikly velkorysým slučováním lesních typů jako typů trvalých přírodních podmínek (Lesprojekt, 1985) a jsou dnes základními nástroji hospodářské úpravy lesa. Jako doplnění a zpřesnění vyhl. MLVH ČR č. 13/1978 Sb. jsou pro ně zpracovány modely základních rozhodnutí, které zahrnují především formu hospodářského způsobu, obmýtl, obnovní dobu a cílovou skladbu dřevin (s případnými alternativami a modifikacemi podle přírodních lesních oblastí, podle pásem ohrožením imisemi a podle současného složení porostních typů).

Koncepce biocenter s relativně přirozenou skladbou dřevin jako součást územních systémů ekologické stability vznikala až následně, do jisté míry i jako reakce na „standardní“ modely, v nichž se skladby blízké přirozeným výslovně uplatňují pouze v HS 01 až 03 lesů ochranných na mimořádně nepříznivých stanovištích (celkem 3,5 % lesů ČR, ale 39,0 % celkové výměry chráněných území).

Realizace územních systémů ekologické stability v kategorii hospodářského lesa vyžaduje obecně určité odchylky od tzv. standardních modelů, a to směrem k takové cílové podobě lesa, která bude klást stejný důraz na ekologickou stabilitu: cílová skladba dřevin by se měla přiblížit v zájmu zvýšené odolnosti porostů jejich skladbě přirozené, formu hospodářského způsobu zjemnit s přechodem na podrobný způsob, až výběrový les, průměrný myšlný věk hlavních dřevin oproti „modelovému“ se navrhuje prodloužit o 20 až 40 let. Srovnání parametrů základních rozhodnutí „standardních“ a pro účely biocenter navržených „modifikovaných“ HS umožňuje tab. I. Vymezení územního systému ekologické stability je v rámci obnovy lesních hospodářských plánů svěřeno speciálnímu šetření ochrany lesa a zakotveno v rámcových směrnících hospodaření tak, aby dosahování stanovených obnovních cílů v biocentrech mohlo být kontrolováno jako jeden ze závazných ukazatelů LHP (co do dřevinné skladby a prostorového rozmístění).

Trvalost biocentra regionálního významu ve výnosovém lese vyžaduje normální zastoupení věkových stupňů s tím, že funkčně způsobilé jsou teprve porosty 40leté a starší (genofondová funkce se uplatní až s nástupem plodnosti porostů, tj. zhruba od 60 až 80 let věku porostů). Základním skladebným prvkem je minimální výměra lokálního biocentra 3 až 5 ha, která je ztotožněna s normální výměrou věkového stupně (VS ha). Vynásobena počtem věkových stupňů, odpovídajících průměrnému myšlnému věku hlavních dřevin (n desetiletých věkových stupňů) udává minimální velikost biocentra výnosového lesa s předpoklady trvalé funkce, tj. s regionálním významem.

Výměra regionálního biocentra P (ha) = VS (ha) $\cdot n$ (např. $VS = 3$ ha, $n = 12$ věkových stupňů, $P = 3 \cdot 12 = 36$ ha). Výsledné minimální výměry biocenter regionálního významu, odvozené pro HS tímto způsobem, jsou v tab. I; při podrobném hospodářství (min. 20 % plochy druhé etáže) lze výměru biocentra úměrně zmenšit (až na polovinu).

b) Odvození velikosti regionálních biocentra jako pro normální les se značně prodlouženým obmýtím (b)

Modelem trvale fungujícího biocentra regionálního významu je v tomto případě chráněné území na LPF (státní přírodní rezervace) s maloplošnou strukturou porostních skupin, které ve svém úhrnu dávají plochu 0,30 ha na každou desetinu plošného podílu dřeviny s početním zastoupením; 0,15 ha pro dřeviny vtroušené; vzájemně překrývání věkových stupňů („podsouvání“ etáží) se neuvažuje. V souladu s předpokladem platnosti pro chráněná území se uvažuje s výraznějším prodloužením mytných věků, které se posouvají až k průměrnému věku, kdy horizontálně zapojené porosty ve stadiu optima přecházejí do stadia rozpadu (smrk, jedle 150 let, borovice 200 let, dub a jilmy 300 let, lípy, klen, břík 200 let, buk, jasan 150 let, habr a javor mlec 120 let, olše lepkavá a jeřáb 100 let, břízy a osika 80 let, topoly 60 let, olše šedá a vrby 50 let; srovnání s mytnými věky standardních modelů hospodaření a návrhy podle postupu ad a) umožňuje tab. I.

Pro rámcové stanovení přirozeného zastoupení dřevin v rámci každého souboru lesních typů (a odvozeně pro HS či vegetační stupně) se používá pracovní pomůcka *Plánování obnovy lesa v chráněných územích* (SÚPPOP, Průša, 1986) s případným zpřesněním v rámci lesních oblastí nebo historického průzkumu lesních celků.

Plošné minimální nároky biocentra regionálního významu lze odvodit pro jednotlivé HS (popř. podrobněji až na úrovni souborů lesních typů) z představy normálního lesa jako sumy ploch dřevin přirozené skladby takto:

$$\text{Plocha dřeviny} = \text{počet věkových stupňů} \times \text{velikost skupiny} \times \\ \times \text{zastoupení dřeviny v desetinách plošného podílu.}$$

$$\text{Plocha biocentra} = \text{suma ploch dřevin lesa přirozené skladby (tab. II).}$$

c) Postup s předpokladem maximálního věku dožití dřevin s využitím analogie s hospodářskou skupinou podrostního lesa (c)

Vychází z předpokladu, že minimální výměra biocentra nestejnověkého přírodního lesa by měla zastoupením vývojových stadií (dorůstání, optima, rozpadu) tvořit analogii s normálním hospodářskou skupinou podrostního lesa s „mytným věkem“, odpovídajícím maximálnímu průměrnému věku dožití hlavních dřevin. Potom musí být splněna podmínka, že jednotlivá porostní stadia se na výstavbě biocentra podílejí plochou, úměrnou jejich trvání v celém generačním cyklu hlavních dřevin (tab. III).

Vychází se z předpokladu, že ještě na začátku stadia rozpadu bude hlavní dřevina zastoupena odpovídajícím věkovým stupněm v počtu alespoň 100 jedinců, tj. statistickým souborem reprezentativním pro dendrometrická šetření. Pro odvození jednotné plochy každého věkového stupně pak platí potřebná plocha porostní skupiny na přechodu stadia optima do stadia rozpadu, která je odvozena z údajů pro stejnověké porosty ve vzrůstových tabulkách (Halaj a kol., 1987) při průměrné bonitě uvažovaných stanovišť a při zásobové úrovni 1). V časově navazujícím stadiu rozpadu ubývá stromů horní porostní vrstvy tempem, které je zhruba úměrné trvání stadia rozpadu; na jeho konci stromy téže generace vymírají, ale pod rozpadajícím se porostem už vznikla nová generace (stadium dorůstání).

Omezené možnosti jsou v použití vzrůstových tabulek pro stejnověké porosty na smíšené nestejnověké-přírodní lesy (např. doubravy v nichž se za generační cyklus dubu vystřídají 2 až 3 generace habru nebo jedlové bučiny v nichž se za existence převažujících jedlí mohou vystřídát 2 generace buku apod.). Přitom platí, že krátká obnovní doba má nutně za následek relativně stejnověký dolní porost, relativně dlouhé trvání stadia optima a opět krátkodobý rozpad, vcelku tedy generační cyklus při dolní hranici udaného rozpětí. Naopak dlouhá obnovní doba může být následována relativně krátkým trváním stadia optima a dlouhým rozpadem, není však vyloučeno ani prodloužené trvání stadií optima i rozpadu; to budou případy maximálního trvání generačního cyklu přírodního lesa.

Hledanou teoreticky minimální plochu regionálního biocentra se zastoupením všech věkových stupňů dostaneme vynásobením plochy, zaujaté 100 kmeny na konci stadia optima (s případnou extrapolací údajů vzrůstových tabulek – duby mimo cer 250 až 300 let, buk 150 až 160 let, jedle a smrk mimo smrkový vegetační stupeň 150 let, smrk ve smrkovém vegetačním stupni 200 let, olše lepkavá 100 let) předpokládaným počtem věkových stupňů úplného generačního cyklu (duby mimo cer 400 let, buk 240 let, jedle a smrk mimo smrkový vegetační stupeň 400 let, smrk ve smrkovém vegetačním stupni 300 let, olše lepkavá 100 let).

U smíšených porostů se střídáním dřevin v horizontálně zapojených skupinkách horní úrovně je třeba počítat se součtovou hodnotou pro všechny hlavní dřeviny; u trvale vrstevnatých porostů (např. bohatých doubrav) se minimální plocha regionálního biocentra řídí trváním generačního cyklu hlavních dřevin (např. dub 350 až 450 let) a jejím trvale předpokládaným podílem (např. dub 0,4 až 0,8) (tab. IV).

III. Předpokládané přibližné trvání vývojových stadií přírodních lesů

Stadium přírodního lesa	Dub		Buk		Jedle (smrk ve směsi)		Smrk (ve smrkovém LVS)	
	roků	plocha [%]	roků	plocha [%]	roků	plocha [%]	roků	plocha [%]
Dorůstání do věku (dané světelnými nároky hlavní dřeviny)	20–60	6–13	30–80	17–29	40–150	17–33	40–150	20–37
Optima	200–270	44–60	40–90	14–32	70–120	16–17	50–80	12–20
Rozpadu	70–120	19–27	60–110	33–39	70–180	30–40	80–170	20–42
Generační vývojový cyklus celkem	360–450 (290)	100	180–280 (130)	100	230–450 (180)	100	200–400 (170)	100
Z toho maximální překryv dvou generací*)	40	9–11	80	29–61	150	33–83	(170)	(40–42)

*) Plošný údaj odpovídá předpokládanému podílu ± horizontálně (ve smrkovém LVS vertikálně) zapojených porostů s životaschopnými jedinci hlavní dřeviny v dolní etáži a je dán světelnými nároky hlavních dřevin a tím omezenou dobou jejího přežívání v zástínu + + + + +

d) Odvození na základě indexů diverzity dřevinného patra přírodního lesa (d)

Vychází se z poznatku, že struktura sukcesně vyspělého lesa na určitých typech stanovišť (definovaných zhruba vegetačním stupněm příp. hydrickou řadou) závisí především od světelných nároků dřevin, podléhajících se na jeho specifické výstavbě. Ta se projevuje na porostní diverzitě:

- strukturální (na počtu vrstev a jedinců v jednotlivých vrstvách,
- druhově (na počtu dřevin, trvale se účastnících na porostní výstavbě.

Pro životaschopnou populaci dřeviny je třeba větší plocha:

- při větším počtu vrstev v porostu (při shodných světelných nárocích dřeviny se nutně snižuje počet jedinců v každé etáži);
- při větším počtu dřevin (snižuje se počet jedinců každého druhu ve směsi na jednotku plochy).

Minimální plošné nároky na životaschopnost populace bude mít stinná dřevina, tvořící nesmíšené vrstevnaté porosty. Empiricky odhadnutá minimální výměra regionálního biocentra nesmíšené bučiny 12 ha bude proto vztahnou základnou, rovnou 1. Minimální plošné nároky biocentra s přírodními lesy jiné skladby a struktury jsou stanoveny v relaci k nesmíšené nejstejnověké bučině na základě součtové hodnoty indexů diverzity strukturální (ISD) a druhové (IDD) podle vzorců:

$$ISD = \frac{\text{maximální počet porostních etází}}{\sqrt{\text{střední výška hlavní dřeviny ve věku 100 let}}}$$

$$IDD = \frac{\text{počet dřevinných determinantů}}{\sqrt{\frac{\text{počet kmenů na 1 ha na konci stadia optima}}{\text{ve stejnověkém porostu průměrné výškové bonity}}}}$$

Pro buk v přírůstkovém i ekologickém optimu (4. vegetační stupeň, živná řada, po většinu času přítomnost dvou etází) dostáváme hodnoty ISD 0,36 + IDD 0,06, dohromady 0,42. Tuto hodnotu uplatňujeme jako srovnávací základnu pro ostatní porostní typy přírodních lesů. Jestliže pro přírodní bučinu přijmeme empirickou minimální hodnotu 12 ha, bude to pro ostatní porostní typy vesměs více podle vztahu přímé úměrnosti k jejich součtovým hodnotám ISD + IDD.

IV. Odvození minimální výměry biocenter přírodního lesa v chráněných územích (c)

Lesní vegetační stupeň	Průměrná skladba dřevin Průměrná absolutní bonita	Věk začínajícího rozpadu dřevin	Počet stromů na 1 ha*)	Plocha zaujatá 100 stromy [ha]	Trvání generačního cyklu — po věkových stupních	Minimální výměra biocentra [ha]
1. Dubový	db $\frac{8}{22}$ jlm $\frac{2}{20}$ lp	db 300	db 170 hb 540	0,58 0,18	40 12	30
2. Bukodubový	db $\frac{7}{26}$ bk $\frac{3}{24}$ hb lp	db 250	db 150 bk 336	0,66 0,29	30 20	26
3. Dubobukový	bk $\frac{8}{28}$ db $\frac{2}{28}$ jd lp	bk 160 db 250	bk 256 db 130	0,39 0,55	14 30	20
4. Bukový	bk $\frac{10}{32}$ db jd lp	bk 160	bk 214	0,46	24	11
5. Jedlový	bk $\frac{6}{28}$ jd $\frac{4}{32}$ kl sm	bk 150 jd, sm 150	bk 277 jd 212	0,36 0,47	24 40	25
6. Smrkojedlobukový	bk $\frac{4}{24}$ jd $\frac{3}{30}$ sm $\frac{3}{32}$	bk 150 jd, sm 150	bk 336 sm 298 jd 242	0,29 0,33 0,41	24 40 40	35
7. Smrkový	sm $\frac{9}{20}$ jř l bk kl	sm 200	sm 170	0,58	30	17
1. – 3. Tvrdý luh	db $\frac{4}{30}$ jlm $\frac{2}{28}$	db 300 jlm 160	db 130 jlm 286	0,77 0,34	40 25	58
	js $\frac{2}{30}$ hb $\frac{1}{18}$ lp $\frac{1}{28}$	js 150 hb 120 lp 200	js 252 hb 420 lp 286	0,39 0,23 0,35	20 12 20	
1. – 4. Olšiny	ol $\frac{9}{20}$ js $\frac{1}{24}$	ol 100 js 150	ol 380 js 150	0,26 0,42	10 20	7

*) Halaj, 1987, zásobová úroveň 1, extrapolované odhady

V. Odvození minimální výměry biocenter přírodního lesa v chráněných územích (d)

Lesní vegetační stupeň	Hlavní dřeviny	Věk horizontálně zapojených porostů	ISD	IDD	ΣI	Koeficient $\frac{\Sigma I}{0,41}$	Minimální výměra biocentra [ha]
1. Dubový	db (hb, jv, lp)	160	1,07	0,24	1,31	3,19	38
2. Bukodubový	db (bk, lp, hb)	160	0,78	0,25	1,03	2,51	30
3. Dubobukový	bk (db)	120	0,57	0,10	0,67	1,63	20
4. Bukový	bk (db, jd)	120	0,35	0,06	0,41	1,00	12
5. Jedlobukový	bk (jd)	120	0,57	0,10	0,67	1,63	20
6. Smrkojedlo- bukový	sm (bk, jd)	120	0,69	0,16	0,85	2,07	25
7. Smrkový	sm (jř)	140	1,34	0,09	1,43	3,48	42
	db (js, jlm,						
1.-2. Tvrdý luh	hb, lp)	160	0,73	0,30	1,03	2,51	30
1.-3. Olšiny	ol (vr)	80	0,45	0,09	0,54	1,32	16

Výsledné plošné nároky biocenter regionálního významu shrnuje tab. V.

DISKUSE

Předložené postupy pro stanovení minimální výměry lesního biocentra regionálního významu se v případech (a), (b) vztahují na výnosový les s modifikovanými modely hospodaření, v případech (c), (d) na chráněná území přírody. Tyto odlišné vstupní předpoklady – na jedné straně tzv. normální hospodářská skupina pasečného lesa s prodlouženými mýtními věky, na druhé straně nestejnověký vrstevnatý přírodní les s výrazem překrýváním etází – vyúsťují v řádově odlišné minimální výměře biocenter: v případě biocenter regionálního významu ve výnosových lesích s převahou dubu, buku, jedle a nebo smrku, dosahují v rámci sledovaných jednotek podle (a), (b) 1,5 až 4,3násobek minimální výměry v chráněných územích přírody podle (c), (d). Obdobně zjišťujeme, že minimální výměra regionálního biocentra přírodního lesa v chráněném území se pohybuje od 0,2 do 0,4násobku plošných nároků ve výnosovém lese. Nejmenší rozdíly výsledků dosažených různými početními postupy jsou v rámci 7. smrkojedlobukového vegetačního stupně, největší v rámci 3. dubobukového vegetačního stupně.

Postup (a) je nejpraktičtější, přizpůsobený zvyklostem současné hospodářské úpravy lesů. Diferencující veličinou pro stanovení výměry regionálního biocentra jsou přírodní a růstové podmínky podle HS a jejich parametrů.

Postup (b) byl koncipován pro chráněná území, výpočet však zřejmě počítá s porostní strukturou pasečného lesa. Ve srovnání s postupem (a) předpokládá ještě vyšší mýtní věky dřevin a umožňuje podrobnější diferenciaci podle předpokládané přírodní druhové skladby lesů. Proto jsou výsledné minimální výměry ve srovnání s (a) v průměru téměř o 30 % vyšší.

Postup (c) předpokládá biocentrum se strukturou přírodního lesa a výměru věkového stupně odvozuje od plochy, zaujaté 100 kmeny hlavní dřeviny (hlavních dřevin) na začátku stadia rozpadu. Ve srovnání s postupem (a) dosahují výsledné minimální výměry na analogických stanovištích pouze 0,2 až 0,8násobek výměr, požadovaných pro výnosové lesy.

Postup (d) odvozuje výměru regionálního biocentra podle znaků druhové a strukturální diversity přírodních porostů ve vztahu k empiricky stanovené minimální ploše přírodní bučiny ve vyrovnaném stavu. Ve srovnání s postupem (a) dosahují takto odvozené minimální ploše přírodní bučiny ve vyrovnaném stavu. Ve srovnání s postupem (a) dosahují takto odvozené minimální výměry 0,3 až 1,0násobek. Ačkoliv vstupní kritéria tohoto postupu jsou ze všech čtyř postupů nejabstraktnější, pravděpodobně mezi použitými čtyřmi postupy nejlépe odráží rozmanitost přírodních lesů ČR.

Za hlavní příčinu uvedených rozdílové věku dožití dřevin považujeme zanedbání či respektování dlouhodobého překryvu porostních vrstev, reprezentujících různé porostní generace, který v pasečném lese chybí a při výpočtech podle (a), (b) není uvažován. V aplikaci na podrobné hospodářství se zmenší výměra biocenter až na polovinu.

1. Funkční způsobilost územních systémů ekologické stability, jejichž navrhování je záležitostí hospodářské úpravy lesa, vyžaduje dobudování systému na lokální úroveň účelně rozmístěných porostních skupin. Opěrnými body celého systému budou účelně rozmístěná biocentra regionálního a vyššího významu, jejichž hlavním posláním je ochrana genofondu. Poloha biocenter regionálního a vyššího významu se řídí v první řadě výskytem relativně přirozené skladby porostů.

Územní systémy ekologické stability zahrnou na lesním fondu jako tzv. biocentra:

- vybraná chráněná území přírody podle zák. č. 40/56 Sb.;
- vybrané genové základny lesních dřevin, obhospodařované jako les zvláštního určení a poskytující vhodné prostředí nejen pro regionálně významné populace hospodářských dřevin, ale také pro veškerou autochtonní biotu;
- další vybrané ekologicky významné krajinné prvky a celky výnosových lesů s vyhovující relativně přirozenou druhovou a prostorovou skladbou, vhodně rozmístěné z hlediska ekostabilizačního působení na ostatní krajinu, jako tzv. biokoridory;
- spojovací liniové prvky, na regionální úrovni především lužní stanoviště podél vodních toků, na lokální úrovni především zpevňovací pásy s odolnou, relativně přirozenou dřevinnou skladbou;
- úspěšné trajektorie podle přírodních podmínek.

2. Dosahování modifikovaných provozních cílů ve skladebných prvcích územních systémů ekologické stability by se mělo stát jedním ze závazných ukazatelů výsledků hospodaření. Modelové cílové skladby dřevin podle vyhl. č. 13/1978 Sb. však jsou v zásadním rozporu s předpokládanou přírodní skladbou v rámci hospodářských souborů 27, 43, 51, 53, 55 a 57, které společně zaujmají 53 % lesního fondu státních lesů ČR. Realizace biocenter, resp. stabilizačních prvků ve výnosových lesích těchto hospodářských souborů proto vyžaduje výraznou modifikaci provozních cílů.

3. Plošné nároky celého systému ekologické stability odvisí v první řadě od velikosti biocenter.

4. Minimální výměra biocenter lokálního významu se pohybuje mezi 3 a 5 ha (podle absolutní výškové bonity daného stanoviště – na vzrůstnějších stanovištích musí být v rámci udaného rozpětí větší). Poloha biocenter lokálního významu uvnitř lesních celků se řídí požadavky vnitřní porostní úpravy v návaznosti na zpevňovací pásy (biokoridory lokálního významu) s relativně přirozenou dřevinnou skladbou.

5. Minimální výměra biocenter regionálního a vyššího významu se pohybuje podle předložených propočtů mezi 7 a 70 ha a liší se podle různých vstupních předpokladů, zejména podle stanoviště odpovídající přirozené dřevinné skladby (SÚPPOP – Průša, 1986) a podle toho, zda se jedná o les výnosový nebo o les zvláštního určení.

Hlavním závěrem této studie jsou doporučené zaokrouhlené minimální výměry regionálních biocenter pro sdružené vegetační stupně:

vegetační stupně (Žlatník, 1963)	v chráněných územích podle zák. č. 40/56 Sb.	ve výnosových lesích
1/2	30 ± 10	60 ± 20
3/4	20 ± 5	40 ± 10
5/6	25 ± 5	50 ± 10
7	40 ± 10	80 ± 20

V rámci uvedených rozpětí platí (s ohledem na rozdílnou druhovou diverzitu lesních geobiocenóz) dolní hranice pro oligotrofní řadu, horní pro baziální řadu.

6. Pro potřeby hospodářské úpravy lesů lze takto stanovené minimální výměry na základě předložených propočtů (tab. I až V) specifikovat pro výnosové lesy s modifikovanými modely hospodaření takto:

- v 1. dubovém a 2. bukodubovém vegetačním stupni (HS 13, 23, 25) 60 ± 20 ha;
- v 3. dubobukovém a 4. bukovém vegetačním stupni (HS 23, 43, 45) 40 ± 10 ha;
- v 5. jedlobukovém a 6. smrkjedlobukovém (Žlatník, 1963) vegetačním stupni (HS 53, 55) 50 ± 10 ha;
- v 7. smrkovém vegetačním stupni (HS 73, 75) 80 ± 20 ha;
- v lužní řadě obohacované vodou (půdní kategorie G, L, U):
- v tvrdém luhu (HS 29) 60 ha;
- v olšinách (HS 19) 20 ha.

7. Jako rámcové minimální výměry biocenter regionálního významu doporučujeme v chráněných územích přírody = na klimaxových stanovištích:

- v 1. dubovém a 2. bukodubovém vegetačním stupni 30 ± 10 ha;
- v 3. dubobukovém a 4. bukovém vegetačním stupni 20 ± 5 ha;
- v 5. jedlobukovém a 6. smrkojedlobukovém vegetačním stupni 25 ± 5 ha;
- v 7. smrkovém vegetačním stupni 40 ± 10 ha;

v lužní řadě obohacované vodou:

- v tvrdém luhu 30 ha;
- v olšinách 10 ha.

8. V případě, že dochované porostní soubory přirozené skladby zasahují do více vegetačních stupňů, je pro stanovení výměry jediného regionálně významného biocentra žádoucí sčítat minimální výměry podle bodu (7) (v chráněných územích) nebo bodu (6) (ve výnosových lesích).

9. Za všestranně ideální prostorové uspořádání biocenter regionálního (a vyššího) významu považujeme jádro v chráněném území přírody, obklopeno lesem zvláštního určení se statutem genové základny lesních dřevin o výměře alespoň 100 ha.

Literatura

Agroprojekt 1985, Návod na navrhování územních systémů ekologické stability. Podniková metodika. AMBROS, Z.: Vybrané kapitoly pro „Uživatelskou příručku registru biogeografie ISÚ“. Rukopis pro Terplan Praha 1988.

HALAJ, J. a kol.: Rastové tabulky hlavních dřevin ČSSR. Příroda Bratislava 1987.

HEYDEMANN, B.: Zur Frage der Flächengrößen von Biotopbeständen für den Artenschutz und Ökosystemschutz. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege, 31, 1981, s. 21–51.

KRIX, K.: Síť státních přírodních rezervací a typologie lesů. Památky a příroda 4/2, č. 2, 1979, s. 5–233.

Lesprojekt: Modely hospodaření. Pracovní pomůcka. Brandýs nad Labem 1985.

MÍCHAL, I.: Dynamika přírodního lesa I–VI. Seriál článků v časopise Živa 1983.

SÚPPOP (Průša E.): Plánování obnovy lesa v chráněných územích. Metodická pomůcka. SPEV 906-334-604 L/Z. Praha 1986.

ŠINDELAR, J.: Opatření k záchraně a reprodukci genofondu lesních dřevin v lesním hospodářství ČSR. Lesn. Prův. č. 2, 1984. VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1984.

ZLATNÍK, A.: Die Vegetationsstufen und deren Indikation durch Pflanzenarten am Beispiel der Wälder der ČSSR. Preslia, 35, 1963, s. 31–51.

Ing. Jaromír Macků, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Plantáž 402, 250 44 Brandýs nad Labem
Ing. Igor Míchal, ČS., Ústav pro územní plánování, Platiněská 19, 110 00 Praha 1

STRATEGIE SETRVALÉHO ROZVOJE ČSFR

Pod tímto názvem uspořádala Ekologická sekce Čs. biologické společnosti při ČSAV v Praze ve dnech 31. ledna až 2. února 1990 konferenci, jejichž jednání v sedmi pracovních skupinách proběhlo jednak jako plenární v sále Planetária hlavního města Prahy a jednak v oddělených skupinách na filozofické fakultě Karlovy univerzity.

Předem byl vydán soubor hlavních tézí, zařazených do pracovních skupin. Byly nazvány: *Stav, příčiny a důsledky působení člověka v životním prostředí, Účast veřejnosti při přechodu na setrvalý rozvoj, Ekologická etika, zákony a instituce, Struktura ekonomiky ekonomické mechanismy, Hodnocení ekologických důsledků, Lidé a krajina a Technologie*. Mnohé referáty, které budou dodatečně vydány ve sborníku, se překrývaly problematickým zařazením do té či oné skupiny, to však není podstatné. Účast odborníků ze všech sfér ekologické problematiky včetně početné skupiny lesnického zaměření byla nebyvale velká. Hlavní sál Planetária byl zaplněn jak při začátku, tak při závěrečném vystoupení pověřených vedoucích pracovních skupin, kteří shrnuli jednotlivá vystoupení v diskusích skupiny i při závěrečném plénu, do posledního místa.

Nelze vyjmenovat veškerou ekologickou problematiku, která se nahromadila v posledních desetiletích v Československu i ve světě, bez něhož nemůže být náš stát odtržen po této stránce, ať je to znečišťování ovzduší oxidy síry, dusíku a dalšími látkami a negativní změny v něm, např. skleníkový efekt, zvýšená koncentrace ozónu, výskyt freonu, radionuklidů nebo znehodnocená půda i voda mechanicky i chemicky, v konečném důsledku ohrožení života člověka i závažnými potravinami. První skupině nebylo nic jiného, než všechny tyto jevy rozebrat a definovat je. Ze jsme na „Evropské špičce“ v množství emisí jak v poměru k ploše území, tak v podílu na obyvatele, to již víme a přesvědčujeme se o tom i na špatném zdravotním stavu lesů u nás, v nichž navíc ještě působí neekonomické a neekologické hospodaření. Závažná je zmínka o nutnosti omezit těžký průmysl, který výrobou 15 milionů tun oceli ročně je na předním místě ve světě v přepočtu na počet obyvatel, což je spojeno s velkou energetickou a neekonomickou a s nadměrným vypouštěním škodlivin do prostředí. Odpovídá tomu zbytečně vysoká spotřeba oceli 700 kg na 1 obyvatele za rok a vývoz 3 milionů tun válcovaného materiálu ročně, vyráběného energeticky i materiálově s většinou dost zastaralým zařízením ze surovin, které musíme dovážet. Zde je tak jako i v jiných případech jádro problému, jak pomoci snižovat emise i imise. I v tom bude nepřímý kladný důsledek na zdravotní stav lesů.

O účasti veřejnosti na řešení ekologických problémů není nutné rámcově mnoho diskutovat. O potřebě ekologického myšlení a jednání lidí se ví, otázkou je však praktický přístup, to jest jak to udělat legislativně včetně kontroly a postihů. Tato účast veřejnosti při přechodu na setrvalý rozvoj společnosti je zásadní. Od slov je však nutné přecházet k činům, naplňovat je prakticky, každý na svém místě. V současné době je to také otázka ekologického působení v nových školních osnovách.

Ekologická etika, zákony a instituce předpokládají nejenom určitá pravidla hospodaření, nýbrž především jejich dodržování. Máme dosud málo vydaných zákonných ustanovení, které řeší určité problémy i ekologicky? Máme jich dost. Problémem je jejich plnění. Jestliže i kontrola plnění se přehlíží nebo se vydává i často demagogickým zdůvodněním zákonná výjimka, je to špatně. Pracovní skupina apelovala na odpovídající obsah ústavy Československé federativní republiky.

Čtvrtá pracovní skupina *Struktura ekonomiky a ekonomické mechanismy* připravila a zhodnotila přehledné zásady pro tvorbu ekonomických zdrojů, ekonomické nástroje pro racionální hospodaření s přírodními zdroji a zavádění šetrných technologií včetně způsobů a výše platby odvodů, daní a poplatků, platby za vypouštění škodlivých látek do ovzduší a vod, čímž lze omezit i množství imisí, postihujících lesy. Závěr rozboru této skupiny patřil vyjmenování ekonomických nástrojů, které podporují zlepšení kvality životního prostředí. Jejich výčet není nezajímavý.

Hodnocení vlivů investiční výstavby na kvalitu životního prostředí v posouzení účastníků páté skupiny bylo ze značné části naplněno příspěvky inženýrů architektů, kteří projevovali značnou agilnost, podobně jako i v pracovní skupině šesté s tématem *Lidé a krajina*. Je vítané, že architekti, vytvářející dnes a zejména v budoucnu ráz krajiny městské i vesnické, se snaží vycházet z jiných názorů než těch, které byly poplatné uniformitě posledních desetiletí. Je nutné i zde apelovat na „ekologické vědomí“, které ovšem ztlíží a znáročí práci těch, kteří nové investice budou projektovat i těch, kteří budou realizovat a přetrvávajícími potřebami vhodných materiálů.

Ve skupině *Lidé a krajina* se angažovali také účastníci s lesnickým vzděláním. Oprávněná kritika se týkala dosavadního způsobu hospodaření s lesy. V každém případě, ať již z objektivních či subjektivních důvodů, postrádáme dostatečnou výchovnou péči o mladé lesní porosty, jejichž řádný stav

by jistě pomohl lesům lépe vzdorovat imisím. To ovšem klade na lesní hospodáře velké nároky na jejich svědomitost, odbornost i odvahu postavit se proti devastujícím těžebním předpisům, které dovolí vedle jedné polomové paseky klidně založit holinu druhou pro splnění exportní dodávky kvalitní kulatiny (za minulou pětiletku bylo tak dovoleno u Jihočeských státních lesů přetěžít povolený etát z hospodářského lesního plánu o skoro tři čtvrti milionu m³, přičemž výmluvy na kalamity a „exportní“ povinnosti za devízy je chabým zdůvodněním. V materiálu konference pro tuto skupinu šest jsou konkrétně navrhována opatření jak pro zemědělství, tak lesní hospodářství. Lze je shrnout takto: opustit představy o realitě samofinancování lesního hospodářství, omezit direktivní formy řízení, doplnit výsledky hospodaření o rozumné ukazatele, obnovit funkci nezávislé státní péče o lesy, dosud poplatné vůli vládnoucímu režimu, začlenit mimoprodukční funkci lesů do hospodářského plánování, vytvářet lokální územní systémy ekologické stability a přikročit k jejich urychlenému diferencovanému obhospodařování.

Sedmá pracovní skupina, která byla zahrnuta do pracovního jednání dodatečně, se zabývala *technologemi*, jejichž realizace je v rukou techniků, kteří musí mít ekologické citění a vzdělání a zejména dostatek energie, aby nové technologie, nepoškozující prostředí, prosazovali. Dovolím si k tomu připomenout, že na tomto úseku činnosti je vhodná příležitost k tomu, aby výroba nadbytečné vojenské techniky byla nahrazována výrobou malých mechanismů, která pořád přes velká slova jak v lesním, tak v zemědělském hospodaření citelně postrádáme.

V závěru pléna třetího dne jednání vystoupil i ministr životního prostředí České republiky RNDr. Bedřich Moldan, CSc., který především seznámil s prací a záměry tohoto nového ministerstva. To převzalo jako ústřední orgán státní správy pro Čechy, Moravu a Slezsko péči o ochranu ovzduší, vodní hospodářství, přírodu, pro územní plánování včetně stavebního řádu a o hospodaření s odpady. Má také úkol zabezpečovat informační systém o stavu prostředí a spravovat Fond obnovy životního prostředí. Problém je zatím v tom, že pravomoci, svěřené národním výborům, ne vždy plnily své funkce v těchto záležitostech a že zřejmě bude nutné založit na úrovni okresů „dekoncentrované útvary“, podléhající přímo ministerstvu životního prostředí. Také to, že to není útvar nadresortní, jak si dovoluji poznamenat, bude mu zřejmě dost silně „svazovat ruce“. Chťel bych k tomu také připomenout, že bude záležet na tom, jak dalece budou orgány tohoto ministerstva schopny kontrolovat, tj. ukládat i pokuty, navzdory lokálním zájmům a známostem. Na léta po r. 1991 by měl resort předložit návrh investičního programu pro Čechy, Moravu a Slezsko ve výši 33 mld Kčs. To by mohlo pokrýt potřebu ekologických investic uspokojivým způsobem pro nejbližší dobu. Také si dovoluji poznamenat, že v současné době neexistuje uspokojivá měřicí zařízení pro stanovení obsahu oxidu siřičitého a dalších škodlivin v ovzduší ve všech městech a v ohrožených oblastech imisemi (podobně by tomu mělo být i se stanovením dusičnanů, fosforečnanů a dalších znečišťujících látek ve vodách povrchových i podzemních, podobně i v půdách, které postupně ztrácejí plodivost), které by okamžitě byly schopné registrovat a vyhlásit podle potřeby i okamžitý stav zatížení a podklad ke konkrétnímu protipatření. Ministr Moldan požádal, aby materiál z konference byl v konečné verzi předán jeho ministerstvu, aby se mohl stát součástí jeho programu. Zmínil se také o tom, že v rámci hospodaření se zemědělskou půdou včetně lesní není jasná návaznost na hygienickou a veterinární službu, která není spojena se zařízením ministerstva zemědělství.

Práce ministerstva životního prostředí je vázána na řádný schválený roční rozpočet vládou České republiky a vydané zákony. Také fond životního prostředí by měl být centrální, aby bylo možno podpořit prospěšné akce, na které místní či regionální orgány nebudou mít dostatek prostředků. Dosavadní počet něco přes 200 pracovníků ministerstva životního prostředí České republiky nemůže podle slov ministra Moldana stačit na všechny úkoly. Bude třeba vytvářet komise z řad předních odborníků a poradní sbory s poradci.

Z pléna byl vysloven k vystoupení ministra požadavek, aby Fond životního prostředí byl rozdělen do regionů, které mají větší přehled o okamžité potřebě, např. při výstavbě čistírky, zpracování odpadů atd. Jak vyznělo z vystoupení ministra Moldana, který na četné otázky z publika ihned konkrétně reagoval, ministerstvo životního prostředí má úzký vztah k lesům, jejichž stav a postavení včetně urychlených nápravných opatření nemá jasný výhled, i když bude muset být předmětem řešení v brzké době. Nebude to snadná záležitost včetně primárních opatření, která budou mít vliv na zdravotní stav lesů, tj. zavádění odsířovačů či omezování výkonu tepelných zdrojů na uhlí v době imisního ohrožení (pozn.: ať chceme nebo nechceme, východiskem je v současné době v tomto ohledu pro nás nejspíš nejjednodušší zavádění jaderné energetiky, pokud možno ale v jaderných elektrárnách menšího rozsahu a s lepší technologií než jsou dosavadní tisícimegawattové).

Součástí konference byla v Planetáriu hlavního města Prahy i panelová výstavka mnoha organizací, kolektivů i jednotlivců, kteří informovali tímto způsobem o svých přístupech k řešení různých ekologických problémů formou textů, snímků, projektů, tabulek a grafů. Bohatým materiálem se představil Ústřední ústav geologický, který informoval o souboru základních geologických map 1 : 25 000 a 1 : 200 000 včetně jednotlivých listů pro různá území. Pomocným materiálem pro konferenci byla i volně rozdávaná publikace, kterou napsala JUDr. Eva Kružáková, CSc. z Ústavu státu a práva ČSAV a která byla garantem konference, spolu s JUDr. Václavem Mezříckým, z roku 1989.

Jako recenzent konference, která měla dobrý ohlas mezi shromážděnými odborníky, mohu připomenout, že lesnické problémy nebyly zanedbávány, že však nápravná opatření pro lesy a v lesích musí být co nejdříve jasně stanovena, a to urychleně na základě kontrolovatelných nových zákonných ustanovení, realizovaných v lesnické praxi. Jen tak lze pomoci stavu našich lesů, které jsou naší zásobárnou kyslíku, vody i půdy a bez nichž se nikdo z nás v budoucnu neobejde.

Ing. Miroslav Landa, CSc., Ústav krajinné ekologie CSAV, Na sádkách 7, 375 05 České Budějovice

Jura S., Sequens J., Glomb V.: Results and experience of measuring the tree vitality by an electrical resistivity method	672
Vyskot M., Coufalíková J.: The isolation and yields of volatile oils from the biomass of coniferous species	691
Report	
Podrázský V.: Forest Nutrition Management	693

INHALT

Kula E.: Standörtliche Bedingungen des Vorkommens der Fichtengespinsblattwespe (<i>Cephalcia abietis</i> L.)	642
Supuka J.: Einschätzung der Immissionsbelastung des Siedlungsgrüns der Slowakei mit Hilfe der Nadelanalyse von <i>Pinus silvestris</i> L.	661
Jura S., Sequens J., Glomb V.: Einige Ergebnisse und Erfahrungen mit der Messung der Vitalität von Bäumen mit Hilfe der elektrischen Widerstandsmethode	672
Vyskot M., Coufalíková J.: Isolierung und Ausbeute ätherischer Öle aus der Biomasse der Nadelholzarten	691
Referat	
Podrázský V.: Die Ernährung von Waldbeständen	693



LESNICTVÍ č. 9/1990 je tematicky zaměřeno na ergonomii
a má obsahovat tyto práce:

Kohout V.: Lesnická ergonomie a současnost

Kohout V.: Lesnická ergonomická konference Wien (Gmunden 1990)

Petr J.: Metody výzkumu a interpretace ergonomického subsystému člověk – stroj

Sláma O.: Analýza výsledků vodních chladových testů

Daněk V.: Zdravotní vyšetření budoucích lesářů – dřevorubců v podnikové škole JmSL ve Slavkově

Sláma O., Ondráček K.: Průzkum a autoregulace tělesné hmotnosti pracovníků v lesním hospodářství

Kohout V.: Metodický pokus o predikaci úspěchů žáků lesnických SOU v jejich budoucím povolání na základě vyšetření v ergonomickém kabinetu

Siegelová J.: Zdravotní charakteristika pracovníků v lesním hospodářství

Fil'o P.: Problematika psychické zátěže v profesi operátor odvětvovacího stroje MAK-25

Šemrince J.: Normativní vztahy v sociální vybavenosti lesních závodů

Lesnictví č. 9/1990 stojí 17,- Kčs. Objednávky přijímá

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

Vědecký časopis **LESNICTVÍ** • Vydává Československá akademie zemědělská – Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka RNDr. Marie Forejtová • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 25 75 41 • Vytiskl Economic service CPC, Opletalova 41, Praha 1.

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 2, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS – ústřední expedice a dovoz tisku Praha, administrace vývozu tisku, Kovpakova 26, 160 00 Praha 6.