

1/17
VĚDECKÝ ČASOPIS

LESNICTVÍ

V
11

ROČNÍK 17 (XLIV)
PRAHA,
LISTOPAD 1971
CENA 12 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

LESNICTVÍ

Redakční rada: člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskoč, DrSc. (předseda), Ing. Zdeněk Bludovský, CSc., prof. Dr. Ing. Václav Douša, CSc., prof. Dr. Ing. Ján Halaj, DrSc., Ing. Jan Jindra, CSc., člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Augustin Kalandra, DrSc., prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., prof. Ing. Adolf Priesol, CSc., prof. Ing. Vítězslav Zásněta.

Vedoucí redaktorka Ing. Milena Staňková

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1971

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

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

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

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

LESNICTVÍ publie les traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de science forestière, études et analyses. Publié par l'Institut des renseignements scientifiques et techniques. Paraît une fois par mois. Rédaction Praha 2, Slezská 7.

■ Znečištění ovzduší začíná vystupovat jako významný faktor při rozvoji civilizace. Jeho vliv na přírodní prostředí se přesouvá z poměrně omezených lokalit koncentrací průmyslových zdrojů na velké plochy a nabývá globálního charakteru. Tato změna rozsahu a dosahu působení vyplývá jak z obrovského růstu zdrojů imisí, tak i dosavadní koncepce řešení, která se zatím převážně soustřeďovala na rozptýl pomocí vysokých komínů. Doklady o globálním charakteru znečištění ovzduší vyplývají jak z teoretických modelů (Reiquam 1970), tak z výsledků měření (Köhler, Fleck 1970) i z dalších pozorování (u nás Macků a kol. 1950).

Hodnotíme-li znečištění ovzduší ve vztahu k živé přírodě, musíme si být vědomi, že jde o jev velmi komplikovaný. Jednak již zdroje znečišťující ovzduší jsou velmi různorodé. Vedle klasických a nejrozšířenějších zdrojů — topenišť na pevná paliva, s produkcí převážně kysličníku siřičitého a s menším podílem dalších plyných látek podle původu paliva a způsobu spalování (F, HCl, N oxyd.) a produkcí popílku, přichází dnes do ovzduší velké množství látek vznikajících při spalování nafty a jejich produktů (opět SO₂, kysličníky dusíku, organické látky, kysličníky olova), velké množství nejrozličnějších látek z chemické výroby, z nichž některé mají až hormonální charakter a mohou ovlivňovat rostliny v nepatrných koncentracích, jiné obsahují toxické prvky (arzen, rtuť, fluór) a různé prachy. Část těchto látek prodělává pak v ovzduší další změny; vzájemným působením, vlivem vzdušného kyslíku, vlivem energie slunečního záření probíhá řada reakcí, při nichž se vytvářejí další látky, namnoze velmi nepříznivě ovlivňující rostliny (ozón, peroxyacetylnitrát). Mechanismus působení a intenzita vlivu na rostliny, vnější obraz poškození, to vše se liší podle toho, o jakou látku jde i v jaké kombinaci s jinými látkami se vyskytuje a pochopitelně i v závislosti na koncentraci, délce působení, stavu rostliny a podmínkách prostředí.

Je známo z minulosti, že lesní dřeviny jsou na působení znečištěného ovzduší velmi citlivé a že zejména porosty jehličnatých dřevin velmi citlivě reagují na přítomnost toxických látek v ovzduší. Lesní hospodářství je také odvětvím, které první pociťuje ztráty v poškozených oblastech. To lze dokumentovat i na vývoji u nás. První upozornění na negativní vliv průmyslových exhalací v ovzduší Severočeského kraje vzešlo v prvních letech po druhé světové válce z lesnických kruhů (Höning 1948), první doloženou studií z této oblasti je Němcova studie o poškození krušnohorských lesů (Němec 1952), obdobně tomu bylo i v oblasti Trutnovska, Sokolovska, Frýdlantského výběžku a dalších lokalit.

Rozsah ztrát v lesním hospodářství ČSR je velmi značný. Není ale zatím ještě možno předložit souhrnná čísla, protože plocha poškozených porostů je v trvalém vývoji; jsou metodické problémy při vymezení ovlivněných a postižených oblastí a mnohdy je velmi obtížné zjistit všechny ztráty, kterými je lesní hospodářství postiženo, a ekonomicky je vyjádřit. Určitým měřítkem postupu škod jsou údaje o těžbách vzniklých kouřovou kalamitou. Podle údajů provozu stoupily těžby od roku 1964 do roku 1970 ze 120 000 plm na 206 000 plm. V posledních dvou letech zůstávají těžby na přibližně stejné úrovni. To nelze považovat jen za doklad toho, že se postup škod zpomalil, lze to přičíst i té skutečnosti, že v některých oblastech již byla vytěžena podstatná část poškozených porostů (např. LZ Janov). Mimoto tento ukazatel reprezentuje jen poměrně malou část celkově vznikajících škod. Evidovány jsou jen stromy odumřelé a je tedy zachyceno až poslední stadium vývoje poškození stromu, kterému předchází většinou několikaleté postupné oslabování s poklesem přírůstu. Tento pokles přírůstu postihuje pochopitelně nejen stromy odumírající, ale celé porosty vystavené působení imisí, a to i tehdy, není-li poškození patrné na jejich vzhledu. Hospodářské ztráty jsou způsobeny tedy nejen odumíráním stromů, ale i poklesem přírůstu na velkých plochách a řadou dalších škod (odumírání kultur, znemožnění přirozené obnovy, zhoršení stanovištních podmínek, zabuření a zamokření půdy, ztížení těžebních a pěstebních prací, zvýšení nákladů na ochranu kultur a lesa vůbec atd.). Zatím není možno postihnout ztráty na mimoprodukčních funkcích lesa. Proto je i dosud uváděný odhad škod ve výši 180 až 200 mil. Kčs ročně (Koncepce ochrany čistoty ovzduší ČSR — MZLVH 1971) velmi střízlivým a opatrným odhadem. Jen za menší část uvedených škod je možno požadovat od průmyslových podniků náhrady podle platných vyhlášek.

Velmi nepříznivý je i další výhled. Podle zmíněné koncepce má činit zvýšení imisí plynných látek mezi rokem 1970 a 1980 0,4 mil. tun a dosáhnout 2,8 mil. tun. Zvýšení imisí bude však pokračovat až asi do roku 1985. Poněkud příznivější je výhled ve vývoji pevných imisí, ty by se do roku 1980 měly zvýšit pouze o 0,1 mil. t, opět na 2,8 mil. t ročně. Za současné situace prakticky v žádné naší kouřové oblasti není ještě dosaženo rovnováhy mezi stupněm poškození a hladinou znečištění ovzduší; to znamená, že i bez zvýšení obsahu toxických látek v ovzduší se bude poškození porostů dále zhoršovat. Proto další zvýšení imisí znamená i podstatné zvýšení ztrát v lesním hospodářství a zmnožení problémů, které bude nutno řešit.

Jediným zásadním řešením je odlučování látek znečišťujících ovzduší už u jejich zdrojů nebo takové změny v technologiích, způsobech získávání energie, v dopravě, které by vůbec vznik toxických odpadních látek vylučovaly. Kritická situace, do které se řada vysoce industrializovaných zemí v posledních letech dostává, nutí je vynakládat velké prostředky na hledání těchto možností. I když bylo v řadě dílčích úseků dosaženo významného pokroku — to platí zejména o odlučování prachů, ale i některých plynných látek — jsou zatím technicky nedorozřešeny některé základní problémy, z nichž především odlučování kyslíčnicku siričitého a dalších plynných látek, které vznikají při spalování fosilních paliv (uhlí, ropa). Jsou sice již vypracovány postupy, které by mohly snížit např. imise kyslíčnicku siričitého z tepelných elektráren, jde ale o zařízení velmi nákladná a velmi objemná, kterých se zatím nikde ve světě pro velké elektrárenské kapacity nepoužilo. Nehledě na to, že jejich uplatnění by výrazně zdražilo cenu proudu a tomu se pochopitelně výrobci energie brání. Řada potíží by vznikla i s využitím produktů vzniklých při odlučování. Tyto skutečnosti velmi zřetelně potvrdily výsledky Mezinárodního symposia o zneškodňování a využí-

vání SO₂ a popílků ze spalín velkých tepelných elektráren, které se za velké mezinárodní účasti konalo koncem roku 1965 v Liblicích. Není tedy ani pravděpodobné, že by nějaké nové zásadní řešení ztvárnilo nepříznivý trend vývoje znečištění ovzduší v příštích deseti až patnácti letech.

Je tedy nezbytné, aby také lesní hospodářství hledalo možnosti a prostředky jak snížit poškození lesních porostů. Pro lesní hospodářství v českých zemích je situace zejména svízelná, protože při vysoké koncentraci průmyslu v mnoha oblastech a při dalším rozvoji výstavby velkých tepelných elektráren bude znečištění ovzduší působit na porosty složené téměř výlučně z jehličnatých dřevin - smrku a borovice - velmi citlivých vůči kyslíčnicku siřičitému i dalším plyným zplodinám. I s přihlédnutím k této tíživé situaci je nutno, aby se lesní hospodářství v oblastech, které již dnes jsou postiženy, a tam, kde tyto problémy narostou v příštím desetiletí, snažilo o udržení lesa, který by mohl poskytovat co nejvyšší přímý hospodářský efekt, a teprve tam, kde nepříznivé stanovištní podmínky současně s vysokou hladinou znečištění ovzduší udržení hospodářského lesa vyloučí, vybudovat alespoň takové porosty, které by plnily svou funkci půdoochrannou, vodohospodářskou, ev. funkci předkultury pro obnovu hospodářskými dřevinami až se intenzita působení imisí sníží. Současně s tím je třeba sledovat postup poškození a ohrožení porostů, hodnotit vznikající škody a předkládat požadavky o jejich náhradu průmyslovým podnikům a energetice. Je otázka, zda je k dispozici dostatek poznatků, skutečností, abychom tyto úkoly zvládli.

Je pravda, že lesnický výzkum se zabývá problematikou tzv. kouřových škod již více jak sto let a že je k dispozici velké množství poznatků. Jejich hodnota je však značně snížena tím, že byly získány za odchylných podmínek imisí, v době, kdy většinou působily potíže vysoké koncentrace na poměrně malých plochách a kdy převládal typ akutního poškození. Také zaměření výzkumu odpovídalo tehdejšímu požadavkům; šlo především o to dát k dispozici průkazný materiál pro soudní spory. A konečně úroveň výzkumu kouřových škod byla i je těsně spjata na jedné straně s vývojem měřicí techniky, tj. s kvalitou a citlivostí přístrojů k měření jednotlivých složek znečištění ovzduší, na druhé straně s rozvojem rostlinné biochemie, fyziologie a dalších základních disciplín, s vývojem pěstování lesů, hospodářské úpravy lesů, dendrometrie aj. Proto je nezbytné poměrně rozsáhle doplňovat poznatky, aby bylo možno různé problémy vyplývající z narůstající kalamity zvládnout. Přitom si musíme být vědomi, že jsme ve velké časové tísní, protože vývoj poškození rychle postupuje, a proto jen rychlé uplatnění nových poznatků může znamenat pomoc při záchraně ohrožených lesů. Je tedy velmi důležité posuzovat naléhavost řešených úkolů a pečlivě vážit jejich zaměření.

Skutečnost, že znečištění ovzduší dostává globální charakter, i výstavba nových zdrojů v některých oblastech nutí k tomu, aby se zavedla trvalá kontrola kvality ovzduší. Zatím měřila ve větším měřítku koncentraci některých složek hygienická služba, především ve městech, od roku 1968 zahájila laboratoř ochrany ovzduší při HMÚ provoz sítě měřicích stanic v Severočeském kraji, která zahrnuje Podkrušnohoří a areál Krušných hor, síť byla postupně rozšířena na Frýdlantsko a na Ostravsko a počítá se s dalším rozšiřováním. Výsledky měření se běžně publikují a jsou cenným podkladem i pro lesní hospodářství v těchto oblastech. Pro řešení některých specifických lesnických problémů je v provozu od roku 1966 několik stanic v Krušných horách, od roku 1969 síť stanic ve Slavkovském lese, která se v dohledné době rozšíří na západní křídlo Krušných hor a okolí Sokolovské pánve. Za typicky účelové lesnické měření je

možno označit i měření koncentrací kysličníku siřičitého v okolí elektrárny v Poříčí u Trutnova, které posloužilo i pro vypracování soustavy hospodaření pro tuto oblast (T e s a ř 1962). Cílem měření v těchto lesnických účelových sítích je průběžná kontrola úrovně znečištění ovzduší, sledování jak se hlavní zdroje imisí podílejí na znečištění ovzduší v lesních komplexech a konečně řešení vztahů mezi hladinou znečištění a poškozením porostů.

Dalším úkolem tohoto účelového měření je sledovat hladinu znečištění ovzduší v oblastech, kde se plánují nebo budují nové zdroje; získané výsledky měření poslouží v budoucnosti jako doklad až bude lesní hospodářství požadovat náhrady za poškození porostů imisemi. Že tato síť má zejména význam tam, kde les plní ještě další významné funkce, je zřejmé. To je právě případ Slavkovského lesa, který je zázemím západočeských lázní. Vývoj tohoto účelového měření pro lesnické potřeby je podmíněn vybavením sítě vhodnými přístroji, které registrují i krátkodobé výchyly koncentrací. Měří se zatím především koncentrace kysličníku siřičitého. Této látce je i do budoucnosti nutno věnovat hlavní pozornost, i když nelze pominout ani ostatní látky. Jde zejména o fluór, jehož obsah byl prokázán ve srážkách v některých kouřových oblastech.

Výsledky měření jsou jedním z článků řetězu, který je nutno trvale sledovat. Toto sledování počíná kontrolou imise zdroje (Česká technická inspekce ochrany ovzduší), měřením přízemních hodnot (imise), sledováním příjmu látek rostlinami, poškození rostlin a zjištěním hospodářských ztrát na jedincích i porostech. Dokonalé poznání všech článků tohoto procesu je nezbytným předpokladem objektivního posouzení příčin poškození porostů, které dává pak možnost hájení zájmů lesního hospodářství proti těm, které znečištění ovzduší způsobují, na druhé straně k řešení situace lesnickými prostředky.

Příjem toxické látky z ovzduší je počátek procesu ovlivnění jejich biochemických a fyziologických funkcí. Vliv vnějších podmínek i vnitřního stavu rostliny na rozsah příjmu je otázka zajímavá nejen teoreticky, ale má i svůj praktický význam (K n a b e 1968). Ukázalo se, že je možno rozsah příjmu poměrně snadno ovlivnit a současně s tím snížit rozsah poškození. Je zatím velmi málo známo o tom, jaký je vlastní mechanismus vlivu jednotlivých toxických látek, jak se zapojují do biochemických procesů a jak je narušují. To platí zejména o lesních dřevinách, které jsou málo vhodným modelem pro tyto studie. Některé biochemické a fyziologické poznatky z poslední doby postihují změny vyvolané při akutním poškození (N i k o l a j e v s k i j 1966, 1967) a lze je proto použít v našich podmínkách jen v malém rozsahu.

Ovlivnění asimilace kysličníku uhličitého imisemi je již jedním z výsledných účinků. Podrobnější rozbor toho, jak k tomuto ovlivnění asimilace dochází, zatím chybí. Je ale velmi žádoucí pro poznání vztahu mezi koncentrací toxické látky v ovzduší a poškozením i pro rozvoj diagnostických metod.

Od počátku výzkumu vlivu znečištěného ovzduší na lesní dřeviny je otázka zjištění toxické koncentrace jednotlivých složek v popředí zájmu a obsáhle se studovala především v laboratorních podmínkách. Výsledky těchto studií nesporně přispěly k tomu, abychom si učinili obraz o vztazích mezi koncentrací toxické látky v ovzduší a akutním poškozením rostlin. Přesto teprve aparatury registrující krátkodobé hodnoty umožňují podrobněji analyzovat vliv nízkých koncentrací (např. pod $1 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ vzduchu), které vyvolávají chronické poškození. Pro lesní dřeviny, u nichž je vývoj poškození v našich podmínkách obvykle dlouhodobý proces (zejména u smrku při vlivu SO_2), máme v podstatě hodnověrné údaje teprve z poslední doby. Výsledky měření v Krušných horách významně posunuly předpokládanou hranici toxicity ze $0,5 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ na

hodnotu kolem 0,05 mg (Materna 1966, Dässler, Stein 1968). Nezdá se však, že jde o konečnou hodnotu, protože v dlouhodobém záměrném pokusu se ukázalo, že výškový přírůst smrku může být snížen při dlouhodobé průměrné koncentraci SO_2 kolem 0,01 mg. Podrobná analýza vztahů nejen pro kysličník siřičitý, ale i pro další toxické látky, které u nás přicházejí v úvahu, tj. především sloučeniny fluóru, kysličníku dusíku, chlóru, je velmi naléhavá. Na přesnosti tohoto poznání závisí i spolehlivost prognózy vlivu imisí v okolí nových zdrojů, kde jsou pro rozptyl exhalací k dispozici výpočty očekávaných přízemních koncentrací. Protože vývoj poškození lesních dřevin imisemi je dlouhodobý proces, mimoto jsou zřetelné rozdíly v citlivosti ke vlivu toxické látky mezi mladými a dospělými porosty, nemohou krátkodobé laboratorní pokusy dát jasnou odpověď a je nutno kombinovat měření v terénu s dlouhodobými záměrnými pokusy i krátkodobými testy.

Dalším krokem při sledování příčinné souvislosti mezi přítomností toxické látky v ovzduší a poškozením rostlin je průkaz její přítomnosti v rostlinných pletivech a prokázání změn specifických pro působení dané látky v metabolismu. První postup se obvykle označuje v užším pojetí jako listová analýza, je velmi často používán a je také významným prvkem při diagnóze poškození lesních porostů. Je pochopitelné, že jeho hodnota je významnější tehdy, jde-li o působení látek, které v rostlinných pletivech nejsou běžně přítomny nebo jen v nepatrných množstvích. Tak např. je možno dobře prokázat vliv fluóru, jehož normální obsahy ve smrkovém jehličí se pohybují řádově v mikrogramech, jestliže v okolí např. sklárny tento obsah vzroste na řádově stovky mikrogramů. Podstatně obtížnější je to u prvků, které jsou obsaženy v rostlinách v poměrně vyšších koncentracích. Prokázat např. zvýšení obsahu síry vlivem kysličníku siřičitého v asimilačních orgánech smrku je obtížnější, protože i při trvalém působení vyšších koncentrací je vzrůst hladiny nejvýše 3–4násobný. Podobně je tomu u některých dalších sloučenin (čpavek, kysličníky dusíku). U některých látek není možno prokázat listovou analýzou jejich přítomnost v ovzduší vůbec (ozón, kysličník uhelnatý). V poslední době se listové analýze na úseku kontroly znečištění ovzduší věnuje po metodické stránce vzrůstající pozornost (Stefan 1968, Guderian 1970) a je pro celou problematiku průkazu vlivu imisí na rostliny velmi žádoucí, aby její teoretické odůvodnění bylo hlouběji propracováno a podmínky praktického použití zpřesněny. Zejména, aby se zhodnotilo do jaké míry a za jakých okolností ji lze použít u hlavních lesních dřevin k odhadu koncentrace imisí.

Druhou skupinu tvoří diagnostické metody vycházející ze změn, které se projevují v rostlinném organismu vlivem imisí. Jde o řadu metod získaných vesměs empiricky, které se neopírají o základní poznání, jak je metabolismus rostliny pod vlivem imisí narušen, přesto jsou však pro zjištění vlivu užitečné (např. Härtelův test). Další vývoj i těchto metod je velmi žádoucí, protože obvykle s průkazem pomocí jedné metody nevystačíme. Dá se však očekávat, že ke skutečně specifickým metodám dospějeme až teprve na základě podrobných znalostí mechanismu vlivu jednotlivých složek imisí na rostliny.

Je nutno si uvědomit, že postupem času, jak se bude vyvíjet síť stanic měřících znečištění ovzduší a metody měření, bude diagnóza poškození rostlin ztrácet na svém dominujícím postavení při průkazu vlivu imisí a stávat se doplňkovým kritériem. To zejména platí o metodách, které jen sumárně mohou hodnotit existenci znečištěného ovzduší, aniž by byly blíže schopny analyzovat, která látka v něm převažuje nebo rozhoduje o poškození rostlin. Proto je snaha i u metody fytoindikátorů doplnit posuzování změn ve vnějším vzhledu rostlin

o objektivní chemické analýzy (Scholl 1970). Naopak v komplikovaných případech, kdy působí současně několik látek, může použití fytoindikátorů lépe než chemické metody prokázat, že znečištění ovzduší dosáhlo biologicky závažného stupně (Schönbeck a kol. 1970).

Jakmile budou podrobněji vyjasněny vztahy mezi koncentrací jednotlivých látek v imisích a poškozením lesních dřevin, bude možno podle výsledků měření odhadnout pravděpodobný stupeň ovlivnění porostů, i když nelze počítat s tím, že by výsledky měření mohly sloužit jako jediné kritérium pro odhad snížení výnosů jako v zemědělství (Vyhláška MZVŽ 1969). Vztah mezi koncentrací toxické látky a poškozením porostů je ovlivněn řadou dalších faktorů prostředí, a proto nelze u lesních dřevin při dlouhodobém působení imisí posuzovat poškození porostů a ztráty na produkci dřeva jen podle úrovně znečištění ovzduší určitou látkou. Přesto je žádoucí tyto vztahy podrobněji analyzovat, protože mohou být podkladem kvalifikovaných podkladů jak pro hodnocení současného stavu, tak i pro prognózu.

V současné době je již k dispozici obsáhlý materiál především z Krušných hor, na jehož základě je možno hodnotit vztahy mezi vnějším poškozením smrkových porostů a snížením přírůstů (Vinš 1966). V dohledné době, až bude k dispozici dostatečně dlouhá řada měření imisí kyslíčniku siřičitého, bude možno podrobněji hodnotit i vztah mezi imisí a snížením produkce a hodnotit i další ekologické faktory, které vliv imisí zesilují nebo oslabují. Je žádoucí urychleně v tomto směru pokračovat, protože vzhledem k rychlému postupu „globálního znečištění ovzduší“, bude obtížné později získat odpovídající srovnávací základnu. Již dnes existují u nás oblasti, kde dospívají do mýtného věku porosty, které celý vývoj prodělaly pod vlivem exhalací (např. Kladensko, Ostravsko). V těchto případech není vůbec možné přímo zjistit celkovou ztrátu na produkci.

Stejně žádoucí je vyjasnit, do jaké míry trpí vlivem znečištěného ovzduší listnaté porosty. Zatím zde není známo, zda u nich dochází k poklesu přírůstu, i když na jejich vnějším vzhledu nejsou patrné následky působení imisí, proto se u nich nepožaduje ani náhrada za snížení produkce.

Ztráty na produkci jsou hlavní složkou ztrát, za které průmysl podle současného stavu je nucen poskytovat finanční náhrady. Mimoto je však řada dalších ztrát, kterými je přímo postiženo lesní hospodářství a řada ztrát, které nese přímo společnost nebo jiná odvětví. Jsou to především změny vodohospodářské funkce porostů a podstatné omezení nebo vyloučení možnosti využít těchto porostů pro rekreaci obyvatelstva.

To je přehled o některých důležitých problémech při prokazování příčinné souvislosti mezi imisí toxických látek a ztrátami v lesním hospodářství. Pro další řešení situace a snížení škod je dnes již jasné, že izolovaná, dílčí opatření nemají naději na přiměřené omezení ztrát v lesním hospodářství. Je nutno vycházet z velkoryse koncipované soustavy, která přihlédne k předpokládanému vývoji.

Základem je pokud možno spolehlivě vypracovaná prognóza, jak pro existující kouřové oblasti, tak pro ty, ve kterých se po výstavbě nových zdrojů imisí dá očekávat takový vzrůst znečištění ovzduší, který ohrozí zájmy lesního hospodářství. Podkladem pro tyto studie je spolehlivá metoda hodnocení rozptylu imisí, která se studuje ve státním komplexním úkolu Výzkum znečišťování ovzduší.

V současné době již Energoprojekt pro posuzování vlivu nových velkých tepelných elektráren propočítává hodnotu a dávky imisí pro referenční body vo-

lené podle potřeby hygieny, lesního hospodářství nebo zemědělství. Dále jsou podkladem výsledky řešení vztahu mezi imisemi a poškozením porostů i zjištěním vlivu dalších faktorů. Na to navazuje nezbytnost rozboru, jak analyzovat míru ohrožení lesních porostů imisemi s přihlédnutím k uvedeným faktorům i ke dřevinné skladbě a celkovému stavu porostů v oblasti. To musí být základem jak rekonstrukce porostů již narušených nebo rozvrácených, tak i těch, které budou postiženy v budoucnosti. Již při budování elektráren v chomutovské oblasti se ukázalo, že taková prognóza je možná. Jde o dvě věci, jednak vylišit oblast lesů, které budou imisemi významněji zasaženy, jednak rozlišit v lesních komplexech, kde se dá očekávat přibližně stejné zatížení ovzduší imisemi, lokality, kde soubor stanovištních činitelů (zamokření, exponovanost) zvyšuje citlivost porostů. V těchto zónách pak je třeba odstupňovaně uplatňovat ty možnosti, které má lesní hospodářství, aby hospodářská funkce lesních porostů byla co nejméně snížena a aby nedošlo k narušení ani ostatních funkcí lesních porostů.

Dosavadní výsledky jsou zatím povzbudivé, i když se opírají o poměrně omezený okruh základních poznatků (Materna 1966, Jirgle, Kučera 1967).

Jedním a v podstatě rozhodujícím opatřením je záměna dřevinné skladby. Všechny výsledky měření, prognózy i všechna pozorování svědčí o tom, že převážná většina poškozených porostů spadá do kategorie chronického poškození a že i v budoucnosti bude tento typ podstatně převažovat nad akutním. V tomto rozsahu je možno volit při přeměně poškozených jehličnatých porostů listnatými dřevinami druhy listnatých dřevin především s ohledem na přirozené stanovištní podmínky. To znamená, že např. problém přeměny porostů v Krušných horách není problémem volby listnatých dřevin odolných vůči imisím, ale těch, které snesou drsné podmínky Krušnohorského hřebene. To platí v této oblasti i pro modřín a některé introdukované jehličnaté dřeviny. Obdobné problémy mohou vzniknout i v některých oblastech při obnově porostů poškozených imisemi na degradovaných půdách. Způsob řešení těchto problémů je v lesním hospodářství již propracován. Zatím však není dostatečně propracována možnost praktického využití individuální odolnosti citlivých dřevin (smrk, borovice), i když se ukazuje jako velmi nadějná (Rohmeder, Schönborn 1967, Pelz, Materna 1964).

Současně s tím je nutno doplnit znalosti o vztahu mezi výživou a poškozením porostů. Výživa je jedním z faktorů, který může ovlivnit míru působení imisí na rostliny (Materna 1963, Trillmich 1969, Björkman 1970). Zatím není dostatek obecných znalostí, aby bylo možno doporučovat vhodný systém regulace výživy a pouze tam, kde jde o úpravu stanovištních podmínek pro pěstování náročnějších listnatých dřevin, je možno dát obecnější zásady.

Úspěch těchto dílčích opatření závisí na vhodně uplatněném obnovním systému, na správně stanovených obnovních cílech a systému přizpůsobených pěstebních turnusech. To je také daleko důležitější než jednotlivosti ve vlastní technologii zalesňování (Tesař 1970, Sobocký 1969). Výsledky dosavadního výzkumu (Tesař 1970) dávají dobrou perspektivu. Rozdíly proti hospodaření v nezasažených oblastech nejsou ve využití jiných pěstebních technik, ale v zásadním přístupu k rozpracování obnovy porostů, k jejich výchově; není ještě vyjasněna vhodnost hospodářských způsobů hlavně pro výrazněji postižené oblasti. To platí nejen z čistě lesnických hledisek, ale i proto, že v oblastech se znečištěným ovzduším více než kde jinde je současně s volbou systému

hospodaření nutné přihlédnout i k celkovému utváření krajiny (Wentzel 1967).

Celkové pojetí jak výzkumu, tak i lesnického přístupu k řešení je třeba orientovat na základě skutečnosti, že znečištění ovzduší, jako jedna složka celkového znečištění prostředí, se stává významným ekologickým faktorem, který bude ovlivňovat nejen porosty, ale celé jejich prostředí. Ovlivňuje půdu, složení srážek (látky ze znečištěného ovzduší vstupují do celého koloběhu látek), ovlivňuje složení podrostu, jeho vitalitu, nezůstává bez vlivu na půdní život apod. (Sobotka 1964, Mrkva, Grunda 1968).

Vliv imisí je nutno studovat i z tohoto hlediska a podchytit tak i dlouhodobé účinky, které přetrvávají i tehdy, když by ev. poklesla míra znečištění ovzduší. Zdá se totiž, že původní předpoklad, podle kterého by měla nastat rychlá regenerace porostů, jakmile působení imisí skončí, byl příliš optimistický.

Z uvedených úvah se vycházelo při tvorbě lesnické části státního úkolu, který se týká lesního hospodářství a zemědělství v oblastech se znečištěným ovzduším. Plán zahrnuje i některé otázky nepříznivých následků rozrušení a zhoršení zdravotního stavu porostů (výzkum druhotných škůdců v imisních oblastech a výzkum změn ve vodohospodářské účinnosti lesních porostů poškozených imisemi). Problematika je dále doplněna i o studium vlivu radioaktivity na lesní dřeviny, což je otázka, která se s rozvojem výstavby atomových elektráren může ukázat jako velmi závažná. Formulace úkolů má sice obecný charakter, práce se však soustředí do významných oblastí Krušných hor, Trutnovska a severní Moravy. Jako samostatný úkol je formulován problém Slavkovského lesa a zájmového území Sokolovské pánve, do kterého se soustavně promítají poznatky obecného řešení. Řešení se soustřeďuje především na problematiku, která je pro naše lesní hospodářství nejdůležitější, rozvíjí se smluvně vázaná spolupráce s NDR i SSSR a probíhá soustavná výměna informací s dalšími zeměmi, kde je výzkum stimulován zhoršováním prostředí znečištěním ovzduší.

Došlo dne 1. 7. 1971

Literatura

1. BJÖRKMAN E., 1970, The effect of fertilization on sulphur dioxide damage to conifers in industrial and built-up areas. *Studia forestalia suecica* 78 : 1-48
2. BLATNÝ C., 1970, Přítomnost smogu v našich lesích. *Lesnictví* 16 : 493-495
3. DÄSSLER H. G., STEIN G., 1968, Luftanalytische Untersuchungen im Erz- und Elbsandsteingebirge mit ständig betriebenen SO₂ und Staubmeßstellen. *Luft und Kältetechnik* 7 : 315-318
4. GUDERIAN R., 1970, Untersuchungen über quantitative Beziehungen zwischen dem Schwefelgehalt von Pflanzen und dem Schwefeldioxidgehalt der Luft. *Ztschr. Pflanzenkrankheiten n. Pflanzenschutz* 77 : 200-399
5. JIRGLE J., KUČERA J., 1967, Posudek o vlivu exhalací na lesní porosty SZLZ Kynžvart. *Expertiza*
6. KNABE W., 1968, Experimentale Prüfung der Fluoranreicherung in Nadeln und Blättern von Pflanzen in Abhängigkeit von deren Expositionshöhe über Grund. *Materialy VI. Miedzynarodowej konferencji „Wplyw zanieczyszczeń powietrza na lasy“* Katowice 101-116
7. MACKŮ M., PODZIMEK J., ŠRÁMEK L., 1950, Results of chemical analysis of precipitation collected on territory of Czechoslovak Republic in IGY. *Práce Geofyzikálního ústavu ČSAV* 124 : 441-519
8. MATERNA J., 1966, Pravděpodobný vliv exhalací elektráren budovaných na Chomutovsku na lesní hospodářství. *Zprávy lesnického výzkumu* 12 : 14-19

9. MATERNA J., 1966, První výsledky soustavného měření koncentrací kysličníku siřičitého v ovzduší v oblasti Krušných hor. Sborník ČSVTS Vliv průmyslových exhalátů na lesní porosty. Jánské lázně : 14-29
10. MATERNA J., 1963, Zvyšování odolnosti dřevin proti účinkům kouřových plynů hnojením. Práce výzkumných ústavů lesnických 26 : 209-235
11. MRKVA R., GRUNDA B., 1968, Einfluß von Immissionen auf die Waldböden und ihre Mikroflora im Gebiet von Südmähren. Acta Universitatis Agriculturae 38 : 247-270
12. NIKOLAJEVSKIJ V. S., 1966, Vlivanie sernistogo angidrida na fermentnuju aktivnost listjev drevesnych rastenij. Rastitelnost i promyšlenyje zagraznenija V. : 19-25
13. NIKOLAJEVSKIJ V. S., 1967, Vlivanie sernistogo gaza i sernoj kisloty na fiziologobiochimičeskije processy v listjach rastenij. Uč. zap. gosudarstvennogo universiteta A. M. Gorkovo 175 : 12-18
14. NĚMEC A., 1952, Příspěvek k otázce odumírání smrku v Rudohoří se zvláštním zřetelem ke kouřovým škodám. Práce Výzkumných ústavů lesnických 1 : 167-221
15. PELZ E., MATERNA J., Beiträge zum Problem der individuellen Rauchhärte der Fichte. Arch. f. Forstw. 13 : 177-213
16. REIQUAM H., 1970, Sulfur: Simulated long range transport in the atmosphere. Science 170 : 318-320
17. ROHMEDER E., SCHÖNBORG A. L., 1967, Die Züchtung der Fichte auf erhöhte Abgasresistenz. XIV. IUFRO-Kongres, Mnichov
18. SCHOLL G., 1970, Ein biologisches Verfahren zum Nachweis von Fluorverbindungen in Immissionen. VII. Internationale Arbeitstagung Forstlicher Rauchschadensachverständiger Essen
19. SCHÖNBECK H. a kol., 1970, Biologische Meßverfahren für Luftverunreinigungen. VDI Berichte Nr. 149 : 225-236
20. SOBOCKÝ E., 1969, Výskum lesných porastov v zamorených priemyselnými imisiami (fluór) so zreteľom na ich obnovu a rekonštrukciu. Závěrečná zpráva VÚLH Zvolen
21. SOBOTKA A., 1964, Vliv průmyslových exhalátů na půdní živěnu smrkových porostů Krušných hor. Lesnický časopis 10 : 987-1002
22. STEFAN K., 1968, Über den natürlichen Schwefelgehalt von Fichtennadeln und seine Bedeutung für die Rauchschadendiagnose. Materialy VI. Miedzynarodowej konferencji. „Wplyw zanieczyszczeń powietrza na lasy“ Katowice : 297-312
23. TESAR V., 1962, Škody způsobené lesnímu hospodářství kouřovými exhalacemi na Trutnovsku. Lesnictví 8 : 927-940
24. TESAR V., 1970, Výzkum systému hospodářských opatření na modelovém příkladu Trutnovska a v hlavních kouřových oblastech. Závěrečná zpráva VÚLHM
25. TRILLMICH H. D., 1969, Düngung von Mischbeständen in einem Rauchschadengebiet des Erzgebirges. Wiss. Ztschr. T. U. Dresden 18 : 807-816
26. VINŠ B., 1966, Pokles přírůstků v porostech poškozených průmyslovými exhalacemi. Zprávy lesnického výzkumu 12 : 4-8
27. WENZEL K. F., 1967, Die Belastung der Forstwirtschaft durch Immissionen und ihre technischen raumplanerischen, waldbaulichen und rechtlichen Folgen. Forst u. Holzw. 22 : 421-426

Лесное хозяйство и загрязнение атмосферы

Загрязнение атмосферы в СССР сильно влияет на состояние здоровья лесонасаждений, на их продуктивную и внепродуктивную функцию на крупных площадях. В предстоящий период 10—15 лет можно ожидать дальнейший рост загрязнения атмосферы, главным образом, двуокисью серы со стороны крупных тепловых электростанций. Нельзя ожидать, что до того времени будет найдено такое принципиальное решение, которое позволило бы воспрепятствовать этому тренду. Поэтому задачей лесного хозяйства должно стать стремление сохранить в максимальной мере на территориях с загрязненной атмосферой лесную продукцию с учетом важных внепродуктивных функций, которые лес в этих местах обычно имеет, и лишь там, где влияние имиссий слишком сильное, сохранить лесонасаждение хотя бы из-за почвозащитного и водохозяйственного значения.

Для решения этой задачи следует расширить круг сведений о влиянии имиссии на древесные культуры и насаждения и о возможностях исправительных мероприятий. К основным требованиям относится изучение уровня загрязнения атмосферы в важных лесовод-

ческих и подвергнутых имиссии областях, решение отношений между концентрацией токсических веществ в атмосфере и реакцией лесных пород по отношению к экологическим условиям, так как на этой основе можно составить прогноз влияния имиссии как обязательный отправной материал для лесного планирования как в поражаемых областях, так и там, где строятся новые источники энергии. Уточнение диагностических методов (как листового анализа, так и установление подходящих специфических методов и дальнейшая разработка фитоиндикации) позволит лучше оценить масштаб поражаемых имиссией территорий и защищать интересы лесного хозяйства. На этой основе затем можно применить и систему исправительных мер, главная из которых — выбор устойчивых видов, сортов пород и размножение устойчивых экземпляров. Параллельно с этим следует изучать и дальнейшие возможности технических вмешательств, направленных на снижение влияний имиссии, — прежде всего удобрений. Эти исправительные мероприятия следует включить в подходящую систему хозяйств, основой которой является расчленение территории на площади с разной интенсивностью имиссионной деятельности. Обсуждаются также новые задачи, которые надо решить в рамках упомянутой проблематики, сообщается о способе формулирования соответствующего задания.

Forestry and Air Pollution

Air pollution in Czechoslovakia significantly affects the health of forest stands and their productive and other functions on large areas. A further increase of air pollution caused mainly by sulfur dioxide from large heat and power plants may be awaited within the next 10-15 years. However, it must not be expected that such a principal solution, which would stop this development will be found within this period. It is therefore a crucial task of forestry to make all efforts for the maintenance of maximum timber production in the polluted areas and, at the same time, to respect the other usual functions of forest, and to maintain the forest stands because of their soil-protective and hydrological significance only here, where the influence of exhalations will be too heavy.

For making it possible to solve this task, it is necessary to extend the knowledge concerning the effect of immissions on woody plants and the possibilities of remedies. It is of basic importance to study the level of air pollution in the areas significant from the viewpoint of forestry and in the areas jeopardized by exhalations, to solve the relationship between the concentration of toxic matters in the air and the reaction of woody plants under various ecological conditions, because on this basis it is possible to work out a prognosis of the influence of exhalations as a necessary basis for forestry planning both in the contaminated areas and even in those where the new sources are built. The improvement of diagnostic methods, i. e. proper leaf analysis, finding of suitable specific methods and further improvement of phyto-indication will make it possible to appreciate better the extent of affected areas and to defend more effectively the interests of forestry. On this basis it will be also possible to apply a system of remedies, consisting mainly in the choice of resistant species and varieties and in the propagation of more resistant individuals. At the same time it is necessary to study further possibilities of technical treatment aimed at the reduction of exhalations, especially by fertilizing. All these improvement measures must be incorporated into a suitable management system based on the territorial division into the areas with various intensity of hazard. The paper includes some other problems to be solved and an information on the approach to the formulation of the pertinent task.

Die Forstwirtschaft und die Verunreinigung der Atmosphäre

Die Verunreinigung der Atmosphäre in der ČSSR beeinflusst in bedeutendem Maße den Gesundheitszustand der Waldbestände und ihre Produktions- und außerhalb der Produktion stehenden Funktionen auf Großflächen. Für die kommenden 10-15 Jahre kann eine weitere Steigerung der Verunreinigung der Atmosphäre, vor allem durch Schwefeldioxid von großen Wärmekraftwerken erwartet werden. Man kann nicht erwarten, daß man bis zu dieser Zeit eine derartig grundlegende Lösung, die die Entwicklung unwandeln könnte, ausfindig machen würde. Aus diesem Grund ist die Aufgabe auch der Forstwirtschaft, bestrebt zu sein, in den Gebieten mit

verunreinigter Atmosphäre die Holzproduktion in einem Höchstmaße zu erhalten, mit Rücksicht auf bedeutende, außerhalb der Produktion stehende Funktionen, die in diesen Gebieten der Wald in der Regel besitzt; erst an solchen Stellen, wo der Einfluß der Immissionen zu stark sein sollte, sind die Waldbestände zumindest für ihre bodenschützende und wasserwirtschaftliche Bedeutung zu erhalten.

Um diese Aufgabe lösen zu können, ist der Bereich der Erkenntnisse über den Einfluß von Immissionen auf die Holzarten und Bestände und über die Möglichkeiten der Verbesserungsmaßnahmen zu erweitern. Unter die Grundanforderungen gehört die Beobachtung des Verunreinigungsniveaus der Atmosphäre in forstwirtschaftlich bedeutsamen Gebieten und in Gebieten, die von Immissionen bedroht werden, die Untersuchung der Beziehung zwischen der Konzentration toxischer Stoffe in der Atmosphäre und der Reaktion der Holzarten in Beziehung zu ökologischen Bedingungen, denn auf dieser Grundlage kann man eine Prognose des Einflusses von Immissionen als unumgängliche Unterlage für forstliche Planung in betroffenen Gebieten und auch dort, wo neue Verunreinigungsquellen aufgebaut werden, erarbeiten. Eine Präzisierung der diagnostischen Methoden, und zwar sowohl der Blattanalyse selbst, als auch die Auswahl von geeigneten spezifischen Methoden und weitere eingehende Bearbeitung der Phytoindikation wird ermöglichen, den Umfang der beeinflussten Gebiete besser zu beurteilen und die Interessen der Forstwirtschaft zu verteidigen. Auf diesen Grundlagen kann man sodann auch das System der Verbesserungsmaßnahmen geltend machen. Die wichtigste Maßnahme bleibt die Auswahl von widerstandsfähigeren Arten und Sorten der Holzarten und die Vermehrung von widerstandsfähigeren Individuen. Gleichzeitig ist es notwendig, weitere Möglichkeiten der technischen Eingriffe zwecks Herabsetzung des Einflusses von Immissionen, vor allem die Düngung, zu untersuchen. Diese Verbesserungsmaßnahmen müssen in ein geeignetes Wirtschaftssystem eingegliedert werden, dessen Grundlage die Verteilung des Gebietes in Flächen mit verschiedener Gefährdungsintensität sein soll. Man diskutiert auch weitere Aufgaben, die bei der angeführten Problematik zu lösen sind. Eine Information über das Herantreten an die Formulierung der betreffenden Aufgabe wird wiedergegeben.

Adresa autora:

Ing. Jan Materna, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Zbraslav-Strnady

■ Semikvantitativní indikace znečištění ovzduší a plošné vymezení oblastí relativně stejně zasažených imisemi je nepochybně velmi aktuálním problémem, jímž se lesní hospodářství v oblastech postižených imisemi musí zabývat. Kartograficky zpracované výsledky takovýchto šetření jsou totiž nezbytné jak pro plánování ochrany a nápravných opatření na zmírnění škod, tak i v neposlední řadě pro vymáhání náhrad škod podle platných právních předpisů.

Na příkladu semikvantitativního vymezení oblastí zasažených imisemi na LZ Jablunkov chceme proto předvést použitelnost a vhodnost několika vcelku běžných metod indikace a zároveň nově navrženého způsobu indikace pomocí výskytu dvou vybraných druhů lišejníků. Při indikaci a vymezení oblastí byly použity tyto metody: Sumační stanovení SO_2 pasivní sorpcí na 20 lokalitách, krátkodobé měření koncentrací SO_2 pomocí polarograficko-coulometrického analyzátoru na 1 lokalitě, stanovení obsahu síry v sušině smrkového jehličí, Härteľův zákalový test, šetření o intenzitě poškození smrkových porostů a již zmíněná indikace pomocí hodnocení intenzity výskytu lišejníků *Lecanora conizaeoides* Nyl. a *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.

DOSAVIDNÍ POZNATKY

Plošné vymezení oblastí zasažených imisemi, jakož i diagnózy poškození lesních porostů se doposud většinou prováděly současně několika způsoby. Při konečném hodnocení se pak jednotlivé výsledky navzájem konfrontovaly, neboť není dosud známa metoda, která by selektivně a specificky indikovala vliv imisí a umožnila ho semikvantitativně na ploše vylišit. Teoreticky by se sice dislokace imisí dala zjistit např. pomocí velkého počtu kontinuálně měřících analyzátorů SO_2 , avšak zvláště v členitém horském terénu tato představa zůstane patrně navždy utopii.

V našich podmínkách byla např. v Krušných horách vymezena oblast zasažená imisemi pomocí šetření o poškození smrkových porostů a stanovením obsahu síry v sušině smrkového jehličí. Tato šetření byla doplněna měřením koncentrací SO_2 (Materna 1966). V okolí Trutnova provedl Tesař (1967) vymezení oblasti rovněž pomocí poškození smrkových porostů, Härteľova zákalového testu a pomocí měření SO_2 sumační i aspirační metodou. Stejně se postupovalo i na Slovensku při indikaci a vymezení oblasti zasažené fluorovodíkem v okolí

Žiaru n. Hronom. Zde také bylo sledováno poškození lesních porostů a fluór stanoven sumačně (S o b o c k ý 1966).

Obdobná situace je i v zahraničí. Rovněž zde se nejčastěji používá k vy-
mezení oblastí zasažených imisemi poškození citlivých lesních dřevin a tato šetře-
ní se doplňují měřeními SO_2 v ovzduší. Rovněž byly učiněny pokusy s dalšími
způsoby indikace jako je Härtelův zákalový test, stanovení síry v asimilačních
orgánech, v borce stromů, v půdě nebo ve srážkových vodách apod. O způsobech
indikace všeobecně pojednává Pelz (1964), jako příklady konkrétních šetření
můžeme uvést práce Steina (1965), Steina a Dässlera (1968),
Wentzela (1967), Luxe (1965), Lampadiuse (1962) a dalších
autorů.

Indikace znečištění ovzduší pomocí lišejníků byla doposud prováděna hlavně
v okolí měst, v několika málo případech také ve větších krajinných celcích, avšak
bez komplexnějšího hodnocení. Pro indikaci znečištění ovzduší v lesnaté krajině
nebo pro širší využití v diagnostice poškození lesních porostů imisemi nebyly
lišejníky dosud použity. Pro značný počet publikovaných prací, týkajících se
této problematiky, odkazujeme pouze na shrnující nebo obsáhlejší práce Bark-
mana (1958), Gilberta (1965), Le Blanca-Rao (1966), Skye
(1968), De Sloovera a Le Blanca (1968) a Sobotkové (1969).

PRACOVNÍ POSTUP A METODIKA

S pracemi v šetřené oblasti bylo započato v roce 1968, kdy proběhla první terén-
ní šetření o poškození lesních porostů a byly vybrány lokality pro stanovení SO_2 .
Vlastní měření proběhlo v roce 1969 a šlo o stanovení SO_2 metodou pasivní sorpce
podle Ubla (1966). Krátkodobě byly též měřeny koncentrace SO_2 pomocí polaro-
graficko-coulometrického analyzátoru (typ 641).

Poškození smrkových porostů IV.—VI. věkové třídy bylo hodnoceno jednak
podle metodiky ÚHÚL v Brandýse n. L. (blízké okolí zdroje), jednak podle Pelze-
-Materny (1964). Stanovení obsahu síry v sušině jehličí bylo provedeno podle
metodiky VÚLHM ve Zbraslavi-Strnadlech. Vzorky byly odebrány během září 1969.
Tytéž vzorky 2. ročníku jehličí byly rovněž využity pro indikaci tzv. Härtelovým
zákalovým testem podle metodiky uvedené Pelzem (1958) a Steinhübelem
(1957).

Indikace pomocí lišejníků proběhla v letech 1969 a 1970, kdy byl již ukončen
základní výzkum. Na stupeň znečištění ovzduší bylo usuzováno z četnosti výskytu,
absence nebo vzájemného poměru toxitolerantního korovitého lišejníku *Lecanora
conizaeoides* a toxifóbního lupenitého lišejníku *Hypogymnia physodes*. Výskyt obou
lišejníků byl hodnocen numericky posouzením denzity a frekvence výskytu na 10-
20 vyšetřovaných smrcích starších 70 let, které se nalézaly na dostatečně světlých
okrajích porostů nebo v porostech se zápojem pod 70 %. Denzita byla hodnocena
pomocí stupnice:

- 0 — lišejník se nevyskytuje;
- 1 — roztroušený výskyt jednotlivých, často poškozených stélek obvykle pouze na
bázích kmenů;
- 2 — výskyt jednotlivých malých plošek stélek do velikosti dlaně;
- 3 — nesouvislý výskyt větších plošek stélek;
- 4 — víceméně souvislý porost na části obvodu kmene;
- 5 — souvislý porost do značné výšky na části obvodu kmene;
- 6 — souvislý porost do značné výšky, zpravidla po celém obvodu kmene.

Průměrná hodnota udávající denzitu byla násobena frekvencí, tj. % podílem
kmenů, na kterých se lišejníky vyskytovaly a dělena 100. Výsledná hodnota o roz-
sahu 0 — 60 udává výskyt, jenž se dá relativně porovnávat.

Získané údaje nebo hodnoty byly zakresleny do mapy, z níž je pak po vzájem-
ném srovnání velmi názorně patrné, jaká je pravděpodobná přesnost jednotlivých
způsobů indikace.

Oblast šetření se nachází v severovýchodní části Beskyd. Osu území tvoří široké údolí vedoucí směrem od Třince k Jablunkovu, jímž protéká řeka Olše. V jižní části za Jablunkovem je údolí rozděleno masivem Girové (840 m n. m.) na dvě stoupající užší údolí, z nichž jedno vede směrem jižním k Jablunkovskému průsmyku, druhé směřuje téměř k východu do Polska. Směrem k Třinci se údolí rozšiřuje a přes mírně zvlněnou pahorkatinu přechází do Slezské nížiny a Ostravsko-karvinské pánve. Z obou stran je ohraničeno horskými masivy s řadou bočních širších nebo úzce zaříznutých údolí. Na východ se rozprostírají Těšínské Beskydy, které ohraničují kotlinu — prakticky čs.-polskou hranici — hřebenem vedoucím směrem od severu po vrcholech Babí hora (492 m n. m.), Ostrý (708 m n. m.), Vel. Čantoryje (995 m n. m.), Vel. Sošov (886 m n. m.), Stožek (978 m n. m.) a Kyčera (990 m n. m.).

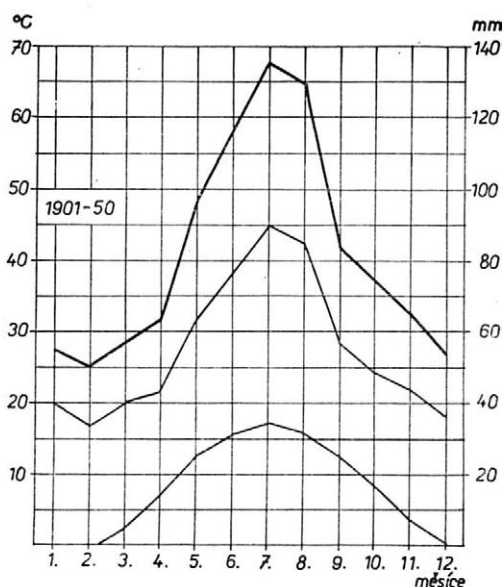
Na západ od kotliny se rozprostírají Moravskoslezské Beskydy, které směrem od severu začínají masivem Javorového (1032 m). Horizont kotliny pak běží po hřebenech, obklopujících dlouhé boční údolí Tyry směrem na Smrčinu (1012 m n. m.), Ostrý (1044 m n. m.) a Vel. Kozinec (805 m n. m.). Dále na jih probíhá hřeben přes Kozubovou (982 m n. m.) na Malou Kyčeru (742 m n. m.), kde je přerován bočním údolím Dolní Lomné. Směrem k Jablunkovskému průsmyku jsou pak boční svahy údolí tvořeny vybihačím masivem Vel. Polomu (1068 m n. m.).

Šetření byla konána na ploše téměř 300 km² značně členitého terénu v rozmezí nadmořských výšek od 300 do 1068 m.

Roční úhrn srážek i průměrné roční teploty kolísají s ohledem na nadmořskou výšku od 961 mm a 7,4 °C (Jablunkov, 401 m n. m., klimadiagram na obr. 1) až po hodnoty 1100—1200 mm a 4—5 °C, na něž lze usuzovat z hodnot uváděných jinými meteorologickými stanicemi v Beskydech. Jde tedy o oblast extrémně humidní, avšak vzhledem k nepříliš drsným podmínkám a hlavně nepříliš nízkým průměrným teplotám s vysoce biologicky účinným podnebím (Matějka 1967).

Meteorologické poměry a zvláště proudění vzduchu, které zásadním způsobem spolu s reliéfem terénu ovlivňují dislokaci imisí, jsou v šetřené oblasti značně složité a málo známé. Určitou představu o proudění imisí si můžeme učinit porovnáním směrů větrů z meteorologických stanic Třinec, Jablunkov a z vlastního měření na Pasekách. Ve všech případech jde o šetření relativně krátkodobá. V místě hlavního zdroje znečištění ovzduší, v Třinci, jsou převládajícími větry západní a jihovýchodní (tabulka I).

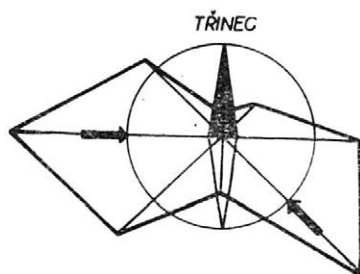
Nepochybně závažný vliv na



1. Klimadiagram z meteorologické stanice Jablunkov. — Climate diagram from the meteorological station Jablunkov

I. Četnosti směrů větrů na vybraných meteorologických stanicích. — Wind direction frequencies in the selected meteorological stations

Meteorologická stanice	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	Bez- větří	Období
Ostrava	10,5	10,1	1,9	0,9	4,4	22,2	9,7	6,3	34,0	1946—54
Ostrava-Zábřeh	16,7	7,9	2,5	2,6	10,6	24,9	11,5	12,5	10,8	1961—67
Karviná	8,3	5,4	12,3	2,8	8,6	19,7	9,0	9,8	24,1	1902—11
Stonava	9,6	11,9	5,3	5,1	10,7	34,5	6,8	12,1	4,0	1961—65
Žermanice-Lučina	11,7	10,2	3,9	12,8	15,6	24,8	8,4	11,7	0,9	1961—65
Čes. Těšín	11,8	5,8	11,5	2,6	27,4	10,4	22,1	5,3	3,0	1886—95
Lysá Hora	12,1	5,2	5,4	7,0	20,9	9,1	21,6	8,9	9,8	1946—53
Třinec	2,4	5,1	14,8	20,9	6,2	14,1	22,6	11,5	2,4	1957—61
Paseky	7,9	8,2	8,6	19,0	11,4	10,4	2,5	5,8	26,1	1968—70
Jablunkov	11,4	1,9	12,0	8,3	11,1	5,5	15,6	13,0	21,2	1950—52



2. Četnosti směrů větrů na lokalitách Třinec, Bystřice - Paseky a Jablunkov. — Wind direction frequencies on the localities Třinec, Bystřice - Paseky and Jablunkov

usměrnění toku vzdušných mas má protáhlé Jablunkovské údolí, které nasává a stáčí větry severozápadní i severovýchodní. Takovéto situace jsme sami pozorovali v několika případech na kouřových vlečkách. Proudění v samotném údolí je pak logicky usměrněno reliéfem terénu. Již poblíž ústí kotliny směrem od Třince na stanici Paseky je patrná změna hlavních směrů na jižní, jihovýchodní a severní. Ještě dále v Jablunkově je pak usměrnění proudění ještě výraznější, zároveň jsou patrné vlivy bočních údolí (tabulka I, obr. 2).

Z popisu situace tedy plyne, že severní část území LZ Jablunkov je zasažena při převládajícím západním proudění; do údolí směrem k Jablunkovu se dostávají imise při severozápadních a severních větrech. Za inverzních stavů se dobře viditelný červený kouř táhne v nevysoké vrstvě údolím, naplňuje boční údolí a jen velmi málo rozptýlen vytéká Jablunkovským průsmykem na Slovensko nebo údolím Olše na území Polska. Za normálních meteorologických situací se imise dostávají turbulencí do větších výšek, částečně se rozptylují a podle směru proudění buď zasahují hřebeny, nebo se dostávají k zemi až ve vzdálených částech údolí.

Šetřená oblast je mimo hlavní zdroj v Třinci a několik malých zdrojů v Jablunkovském údolí nepochybně také pod vlivem imisí z celé Ostravsko-karvinské pánve, vzdálené průměrně 25—30 km od ústí údolí. Velké množství imisí, které se v této oblasti dostává do ovzduší, ohrožuje zkou-

mané území hlavně při severozápadním proudění, z některých zdrojů v Karvině částečně i při severním proudění.

Přehled o směrech proudění vzduchu na řadě meteorologických stanic v Ostravsko-karvinské pánvi dává tabulka I. Odtud je patrné, že v celé pánvi výrazně převládá jihozápadní proudění a další směry větrů jsou v podstatě méně četné. V řadě případů však vidíme, že právě severní a severozápadní větry jsou co do početnosti na druhém místě.

VÝSLEDKY

ZDROJE IMISÍ A VÝSLEDKY MĚŘENÍ SO₂

Oblast LZ Jablunkov je bezprostředně ohrožena hlavně zdroji znečištění ovzduší v Třinci, z nichž za nejvýznamnější lze považovat Třinecké železářny VŘSR, n. p. Údaje o imisích jednotlivých podniků jsou uvedeny v tabulce II.

Imise z domácích topenišť a dopravy ČSD nejsou evidovány, ale odhadují se na 15 % z celkového množství.

II. Množství imisí znečišťujících ovzduší v oblasti Třince. — Amount of emissions polluting the air in the Třinec area

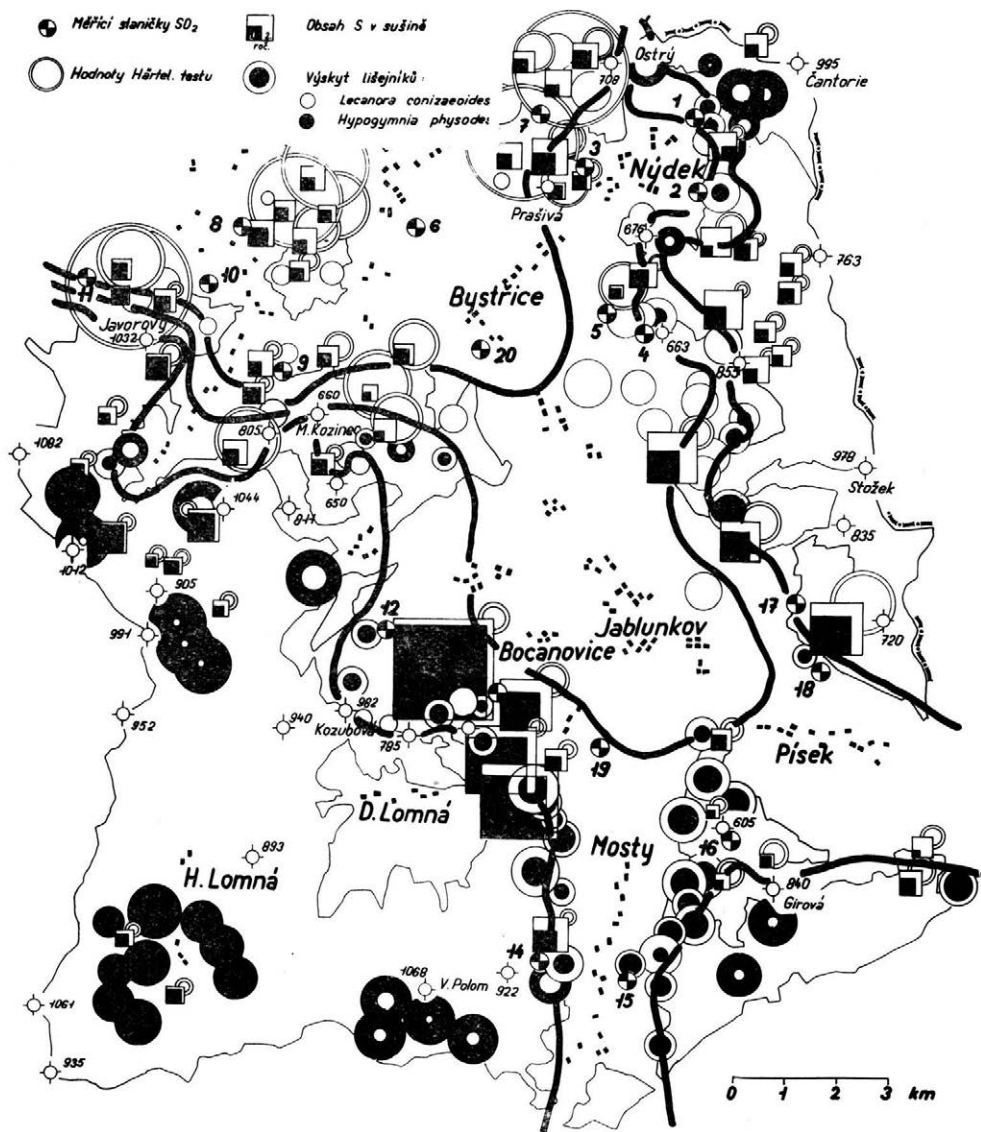
Zdroj exhalací	Exhalace v tunách/rok		Průměrná výška kominů v m	Poznámka
	tuhé	SO ₂		
Třinecké železářny, n. p.	79 103	16 149	38, 85, 73	Rozsáhlý areál, celkem 107 kominů
SM cihelny Bystřice	9	45	27	
Koh-i-noor Jablunkov	28	15	20	
Léčebna TBC Jablunkov	66	27	16	
Nemocnice Třinec	187	160	25	
Domov. správa Třinec	119	149	22	
Celkem	79 512	16 545		

Ve vzdálené oblasti Ostravské a Karvinské je množství imisí podstatně větší. V roce 1968 bylo např. v oblasti města Ostravy produkováno řadou zdrojů celkem přes 100 000 tun SO₂/rok, v oblasti Karviné přes 20 000 tun SO₂/rok. Dá se oprávněně předpokládat, že uvedené velké množství SO₂ se i ve větších vzdálenostech nerozptýlí do té míry, aby nemohlo dojít k poškození vegetace, tzn. aby koncentrace klesla pod 0,05 mg/m³. Můžeme tedy očekávat, že hlavně při severozápadním proudění, jehož četnost je v průměru 10 %, dochází k významnému zvýšení znečištění ovzduší v celé oblasti šetření.

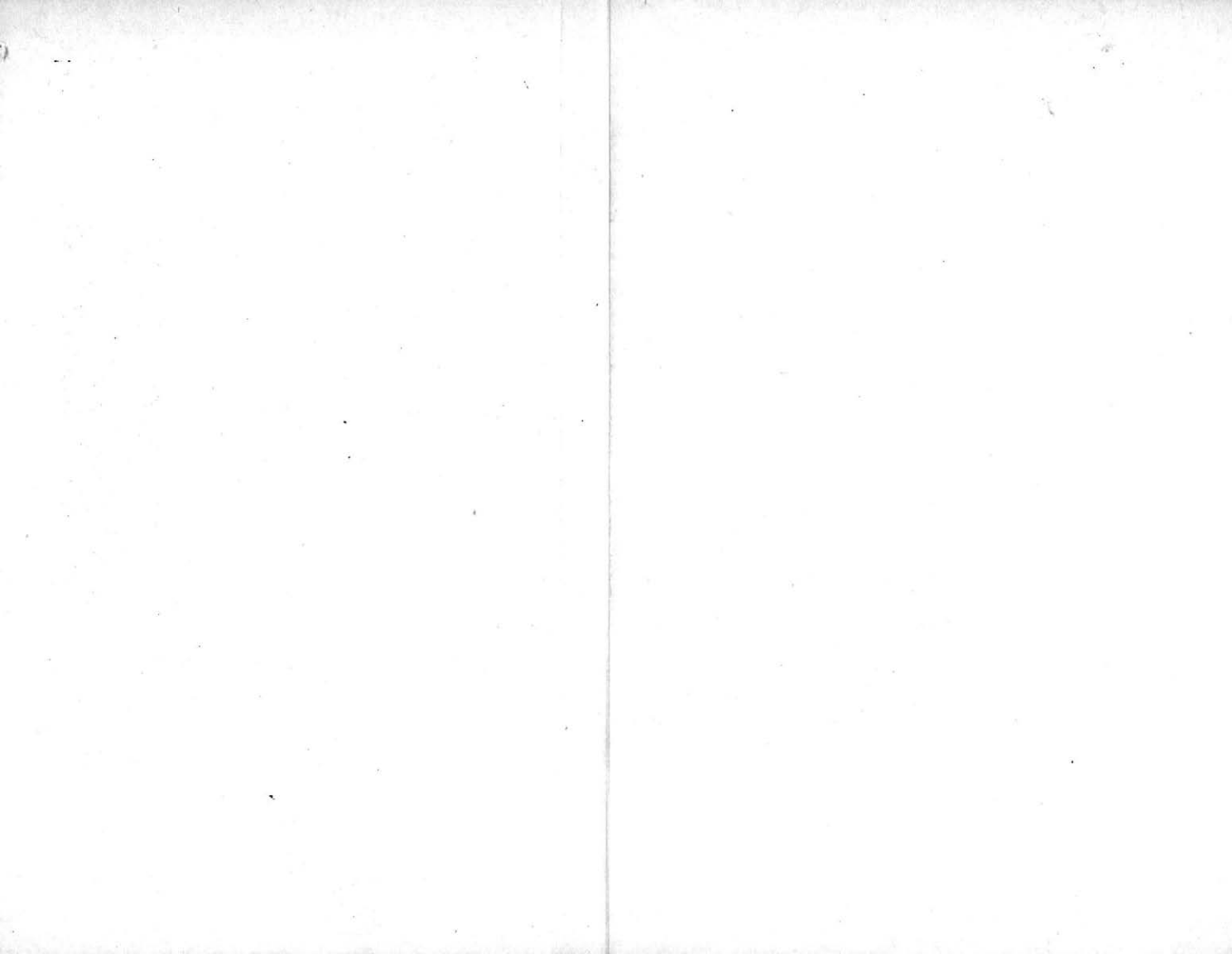
Při sledování dislokace imisí byla hlavní pozornost věnována SO₂, neboť jde o nejvýznamnější látku co do množství i škodlivosti pro vegetaci. Pro vyšetření poměrů na tak rozsáhlém území byla zvolena sumační metoda stanovení SO₂ pomocí pasivní sorpce (Ubl 1966). Celkem bylo v oblasti umístěno 20 stanic, a to jednak poblíž Třince široce po stranách údolí, dále pak podél údolí až po Jablunkovský průsmyk. Výsledky stanovení SO₂ jsou uvedeny v tabulce III, umístění stanic je patrné z obr. 3. Protože se během měření v ně-

III. Výsledky stanovení SO₂ v ovzduší metodou pasivní sorpce v období od 30. 5. do 13. 10. 1969 v oblasti LZ Jablunkov (uve-
deno v hodnotách $\mu\text{g SO}_2/100 \text{ ccm/den}$). — Results of SO₂ determination in the atmosphere by the method of passive sorption
within the period from 30. 5. to 13. 10. 1969 in the territory of the forest enterprise Jablunkov (given in $\mu\text{g SO}_2/100 \text{ cu. cm/day}$)

Číslo staničky	Umístění staničky (polesí)	Vzdálenost od Třince v km	Srovnatelná měření (13 ×) $\mu\text{g SO}_2/\text{den}$			Všechna měření (18 ×) $\mu\text{g SO}_2/\text{den}$		
			Ø	min.	max.	Ø	min.	max.
1	Ostrý-Díly	10	50	20	80	50	20	80
2	Ostrý Střelma	10	40	10	200	50	10	200
3	Ostrý-Prašivá	7	100	20	240	110	20	240
4	Ostrý-Paseky	10	100	30	240	110	30	250
5	Nýdek-Bystřice	9	80	20	250	90	20	250
6	Rovina-Vendryně	5	80	20	210	90	20	270
7	Ostrý-Slíž	6	110	40	280	150	40	390
8	Rovina-Rovné	6	80	20	220	70	20	220
9	Rovina-Kozínek	7	180	30	470	160	30	470
10	Tyra-pod lanovkou	5	130	20	290	130	20	290
11	Tyra-Paseky	7	95	20	220	90	20	220
12	Košariska-Milíkov	13	110	20	290	120	20	350
13	Dol. Lomná-Bocanovice	15	100	30	270	110	30	280
14	Mosty-Hájenka Kyčera	20	60	10	230	60	10	240
15	Girová-kóta 610	21	120	30	350	130	30	350
16	Girová-Polanka	19	80	20	180	80	20	180
17	Stožek-Kotelnice	16	80	20	200	90	20	200
18	Složek-Stožek	17	70	20	210	70	20	210
19	Jablunkov-Mosty	17	100	30	240	100	30	240
20	Bystřice nad Olší	8	50	10	190	60	10	190



3. Situační náčrt území LZ Jablunkov s vyznačeným umístěním stanic pro summační stanovení SO₂ a zakreslenými hodnotami obsahu síry v 1. a 2. roč. smrčkového jehličí, hodnotami Härtelova zákalového testu a hodnotami udávajícími intenzitu výskytu lišejníků *Lecanora conizaeoides* a *Hypogymnia physodes*. — Situation sketch of the territory Jablunkov, containing the marked location of small stations for the summation assessment of SO₂, the plotted values of sulfur contents in spruce needles aged 1 and 2 years, the values of Härtel's turbidity test and the values giving the occurrence intensity of *Lecanora conizaeoides* and *Hypogymnia physodes* lichens.



kolika případech nepodařilo objet v témže dni všechny staničky, jsou výsledky sumarizovány odděleně a zvláště uvedena relativně srovnatelná stanovení.

Z provedeného šetření vyplývá, že nejvíce jsou imisemi zasaženy blízké svahy Javorového a Kozince (staničky č. 9 a 10) na polesí Tyra, jakož i svahy Ostrého (stanička č. 7) na polesí Ostrý. Poněkud nižší hodnoty byly zjištěny rovněž na dvou bližších staničkách č. 3 a 4, dále však na řadě lokalit, nacházejících se téměř na dně údolí počínaje stanicí č. 12 až po Jablunkovský průsmyk (stanička č. 15). Nejnížší hodnoty SO_2 byly stanoveny v bočním krytém údolí za Nýdkem a v Bystřici n. Olší (staničky č. 1, 2 a 20). Na všech ostatních lokalitách pak byly zjištěny hodnoty téměř stejné.

Pomineme-li některé nepřesnosti, které princip stanovení SO_2 v sobě skrývá a z nichž, podle našeho soudu, může semikvantitativní hodnocení výsledků nejvíce ovlivnit pouze odlišná rychlost proudění vzduchu, dá se za hlavní výsledek měření považovat indikace nejvíce ohrožených lokalit v blízkém okolí Třince a potvrzení předpokladu, že zásadní význam pro šíření imisí v celé oblasti má Jablunkovské údolí.

Skutečné koncentrace SO_2 byly měřeny polarograficko-coulometrickým analyzátozem v období od 8. 11. 1968 do 11. 3. 1969 pouze na lokalitě Paseky, vzdálené od Třince 10 km, která se nalézá na hřebeni ohraničujícím údolí po východní straně (stanička č. 4 sumačního stanovení SO_2). Výsledky měření sumarizované ve 4–5denních intervalech jsou uvedeny v tabulce IV. Ukázalo se, že i na této lokalitě s nízkými průměrnými koncentracemi se mohou objevit dosti vysoké nárazové koncentrace až do hodnoty $0,40 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$.

INDIKACE POMOCÍ INTENZITY POŠKOZENÍ SMRKOVÝCH POROSTŮ

Uvedený způsob indikace je velmi často používán zvláště proto, že smrky je dřevinou značně citlivou, běžně rozšířenou a reaguje na různou intenzitu vlivu imisí vcelku dobře diferencovanými změnami habitu korun. V neposlední řadě je rovněž výhodné, že zjišťované poškození nám umožňuje učinit si představu o možnosti pěstování této hospodářsky významné dřeviny. Považujeme-li však za cíl fytoindikace co nejobecnější stanovení stupně znečištění ovzduší, pak způsob indikace pomocí poškození smrkových porostů má také mnoho nevýhod, které si je nutno pro správnou interpretaci výsledků uvědomit. Jednou z hlavních nevýhod jsou nespecifické symptomy a průběh onemocnění následkem vlivu imisí. Poškození smrku stejného charakteru může být totiž vyvoláno také řadou exogenních faktorů, na což upozorňoval již W i e d e m a n n (1925). Za zmínku stojí upozornit na vliv sucha, ale i zamokření, vliv trvalých výsušných větrů, vliv silných větrů, škody mrazem, ledovkou a námrazou (tzv. hřebenový syndrom), náhlé uvolnění zápoje a oslunění zvláště na pasečných stěnách apod. V horách a v oblastech nepřítliš silně poškozených imisemi proto stojíme velmi často před problémem rozhodnout, zda jde o poškození imisemi, popř. jakou měrou se imise podílejí na poškození.

Takové potíže vyvstaly právě na území šetření nehledě na to, že v blízkém okolí Třince byly smrkové porosty poškozeny natolik silně, že se zde dalo použít klasifikace podle ÚHŮL v Brandýse, kdežto ve větších vzdálenostech bylo poškození sice viditelné, avšak podle zmíněné klasifikace se již nedalo podrobněji diferencovat. Proto bylo poškození smrkových porostů hodnoceno ještě pomocí šestimístné stupnice uváděné Pelzem a Maternou (1964) jako fáze chronického průběhu odumírání.

Hodnotíme-li přehledně poškození smrkových porostů na celém území, pak

IV. Výsledky měření polarograficko-coulometrickým analyzátozem SO₂ za období 8. 11. 1968 — 11. 3. 1969 na lokalitě Paseky. —
Results of SO₂ measurements by means of polarographic-coulometric analyser within the period from 8. 11. 1968 to 11. 3. 1969
on the locality Bystřice - Paseky

Období	Délka měření v 1/2 h	Trvání imisi v 1/2 h	Překročení koncentrace (počet případů)				Čistý čas trvání imisi o koncentraci v 1/2 h				Průměr. konc. za dobu měření	Průměr. konc. za dobu imisi	Maximální nárazová koncentrace
			0,10	0,30	0,50	0,70	0,10	0,30	0,50	0,70			
8. — 12. 11.	211	103	9	—	—	—	3	—	—	—	0,019	0,03	0,20
13. — 20. 11.	220	105	1	—	—	—	—	—	—	—	0,024	0,02	0,10
11. — 16. 12.	196	42	9	2	—	—	5	1	—	—	0,016	0,05	0,40
17. — 21. 12.	240	147	89	4	—	—	78	2	—	—	0,057	0,07	0,32
22. — 26. 12.	240	109	14	3	—	—	8	—	—	—	0,022	0,04	0,30
27. 12. — 1. 1.	240	64	33	4	—	—	30	2	—	—	0,025	0,04	0,33
2. — 6. 1.	193	89	24	—	—	—	21	—	—	—	0,032	0,04	0,11
7. — 11. 1.	203	67	17	—	—	—	16	—	—	—	0,017	0,03	0,08
12. — 16. 1.	240	60	—	—	—	—	—	—	—	—	0,007	0,01	0,03
17. — 22. 1.	244	97	11	—	—	—	9	—	—	—	0,014	0,03	0,07
23. — 27. 1.	221	28	—	—	—	—	—	—	—	—	0,002	0,016	0,02
2. — 5. 2.	145	4	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0005	0,015	0,02
9. — 13. 2.	181	0	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0
14. — 20. 2.	188	105	76	—	—	—	75	—	—	—	0,056	0,07	0,11
21. — 24. 2.	192	36	—	—	—	—	—	—	—	—	0,004	0,01	0,01
25. — 28. 2.	192	59	9	—	—	—	6	—	—	—	0,012	0,03	0,05
1. — 5. 3.	240	63	—	—	—	—	—	—	—	—	0,005	0,02	0,07
6. — 11. 3.	200	50	2	—	—	—	—	—	—	—	0,007	0,02	0,13

nejsilněji je poškozeno nejbližší okolí Třince, a to jak nižší, tak hlavně vyšší polohy. Ve větších vzdálenostech jsou pak výrazněji poškozeny hlavně porosty na hřebenech a ve vyšších polohách. Silně poškozené a odumírající porosty (stupeň III. a IV. podle ÚHÚL) se tedy nacházejí na svazích a hřebenech Ostrého a v okolí Pasek jihovýchodním směrem od Třince. Dále pak na dně údolí, v části zvané Rovné, na vybíhajícím hřebenu Kozince a na svazích Javorového. Ve větších vzdálenostech v údolí směrem k Jablunkovu jsou smrkové porosty poškozeny slaběji. V údolích a spodních částech svahů obvykle stupněm 2 (podle Pelze, Materna 1964), na bočních hřebenech nebo na hlavních hřebenech, obklopujících údolí, pak vesměs stupněm 3. Ještě silněji byly poškozeny některé porosty, nacházející se ve vyšších polohách masívu Girové, zvláště pak směrem k Jablunkovskému průsmyku.

Fytoindikace pomocí poškození smrkových porostů tedy v hrubých obrysech naznačuje dislokaci imisí a zvláště pak v blízkém okolí Třince, kde bylo zjištěno silnější poškození, koresponduje s výsledky sumačního stanovení SO_2 . Ve vzdálenějších oblastech, kde je poškození již méně výrazné, je indikace viditelně nespolehlivá, protože hlavně ve vyšších polohách nemůžeme rozhodnout, zda je poškození vůbec vyvoláno imisemi, popř. do jaké míry se imise podílejí na poškození.

INDIKACE POMOCÍ STANOVENÍ OBSAHU SÍRY V SUŠINĚ SMRKOVÉHO JEHLIČÍ

Sorpce SO_2 vegetativními orgány lesních dřevin je známa již dávno a v poslední době byla znovu podrobně studována (Materna, Kohout 1963). Umělými zakuřovacími pokusy i terénními šetřeními byla dále zjištěna závislost mezi obsahem síry v sušině jehličí a poškozením jedinců smrku (Materna 1959, 1961; Pelz, Materna 1964). Proto se listové analýzy běžně používá při důkazech vlivu imisí, obsahujících síru, na vegetaci, popř. i k semikvantitativnímu hodnocení vlivu imisí (Materna 1967).

Vzhledem k tomu, že obsah síry v asimilačních orgánech je ovlivněn mnoha exogenními i endogenními faktory, byly stanoveny přesné zásady odběru vzorků, které je nutno dodržet (Schmidt 1921 ex Pelz 1964; Materna 1967; Metodika odběru vzorků 1966). Přesto, že je známa značná variabilita hodnot obsahu síry v jedincích smrku na témže stanovišti a v porostě, odebrali jsme s ohledem na značný počet lokalit vzorky pouze ze dvou úrovněvých stromů v každém porostě. Předpokládali jsme však, že díky většímu počtu lokalit bude možno vyloučit případné odchylky dané variabilitou. Vzorky byly odebrány v porostech nacházejících se na exponovaných lokalitách směrem ke zdrojům imisí a zároveň také na lokalitě Horní Lomná ve vzdáleném bočním údolí, kde se již znatelný vliv imisí, podle výsledků všech dalších indikačních metod, nedal předpokládat. Výsledky šetření jsou graficky znázorněny na obr. 3.

Vzhledem k tomu, že se přirozený obsah síry v asimilačních orgánech jehličnatých dřevin pohybuje mezi 0,1–0,2 % síry v sušině (Materna 1969), je patrné, že prakticky na všech lokalitách byl obsah síry zvýšený. Týká se to i lokality Horní Lomná, kde se obsah síry v 1. ročníku jehličí pohyboval v rozmezí od 0,140 do 0,138 %, ve 2. ročníku od 0,226 do 0,251 %.

Na celém ostatním zkoumaném území se obsah síry v 1. ročníku jehličí pohyboval v rozmezí od 0,089 do 1,226 %, ve 2. ročníku od 0,161 do 1,476 %. Výsledky potvrdily značné kolísání hodnot na jednotlivých lokalitách a naznačily,

že pro podrobnější kvantitativní hodnocení by bylo třeba odebrat větší počet vzorků.

Hodnotíme-li však přehledně trend hodnot směrem od zdroje v Třinci a sumarizujeme-li výsledky z navzájem blízkých lokalit, nezdá se pravděpodobné, že by touto metodou bylo možno vliv imisí hodnotit též semikvantitativně. K podobným závěrům při velkoplošné diagnóze v Krušnohorské oblasti dospěli Stein a Dässler (1968). Výsledky získané popsáním způsobem tedy pouze dokazují, že celá oblast šetření a patrně i široké okolí je pod vlivem imisí obsahujících sloučeniny síry.

INDIKACE POMOCÍ HÄRTELOVA ZÁKALOVÉHO TESTU

Härtelův zákalový test (1953) je jednou z nepříliš náročných metod, která dovoluje kvantitativně zachytit reakci rostlin na poškození. Nejčastěji se jako indikační rostliny používá smrku, avšak dobrých výsledků bylo dosaženo i s jedlí (Pelz, Dellling 1963). I když předpoklad metody vyslovený autorem se ukázal chybný (Materna, Hrnčířová 1960; Pelz, Materna 1964; Kumichel 1962), neztrácí test na hodnotě. Metoda byla v řadě případů úspěšně vyzkoušena a dokázána závislost mezi hodnotou zákalu a poškozením smrků nebo vzdáleností od zdroje (Härtel 1953, 1958; Steinhübel 1957; Pelz, Materna 1964; Tesař 1967).

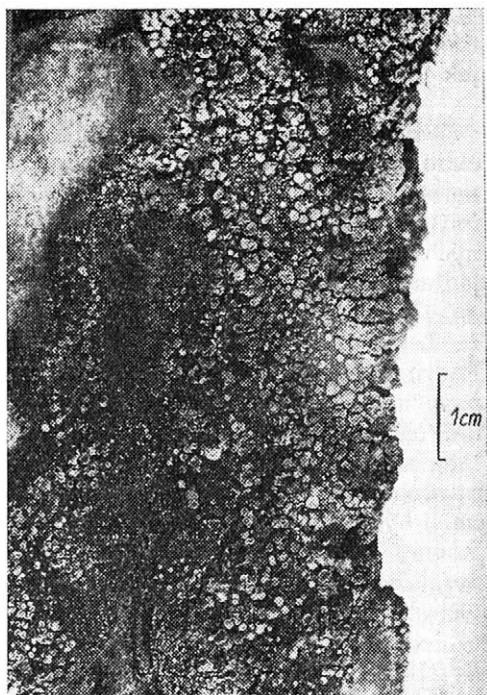
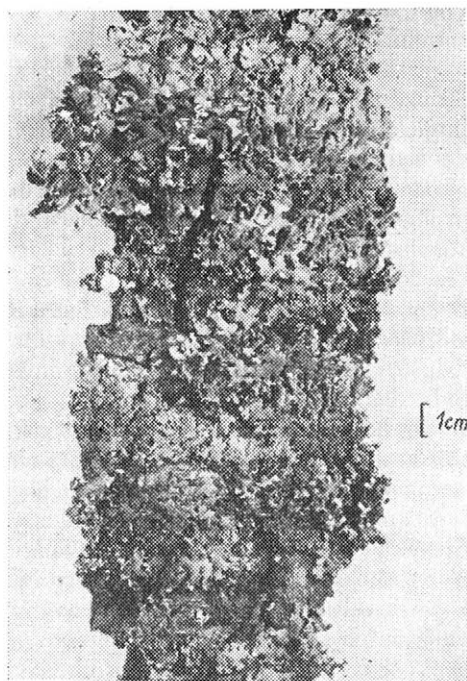
V našem případě byl testován 2. ročník suchého jehličí ze vzorků, které byly odebrány ke stanovení síry. Protože jsme této metody dosud nepoužili, byly jednotlivé vzorky zpracovány podvojně, a tak zjištěna chyba stanovení. Ukázalo se, že variační rozptyl není tak malý, jak jej uváděl Härtel (1953), ale že nemůže výsledky nijak podstatně ovlivnit ($r = 0,979$; $V_R = 6,39 \%$). Výsledky jsou graficky znázorněny na obr. 3 jako hodnoty zákalu. Jako spodní mez pro odstupňované hodnocení vlivu imisí slouží hodnoty z lokality Horní Lomná.

Hodnotíme-li indikaci na celém území, pak vidíme, že nejsilněji jsou zasaženy nárazové svahy a oblasti v nejbližším okolí Třince, menší je zákal na lokalitách v úbočích Jablunkovského údolí a nejmenší hodnoty byly zjištěny na hřebenech údolí, zvláště ve větších vzdálenostech. Velmi silný vliv imisí se dá tedy předpokládat na svazích Ostrého, na severních svazích Prašivé, v údolí pak v oblasti Rovné, zvláště v části bližší Třinci a konečně ve spodní části svahu Javorového. Na svazích Kozince neodpovídala hodnota zákalu předpokládanému vlivu imisí patrně pro nevhodný výběr porostu, který nebyl přímo na svahu exponovaném k Třinci. Výrazně zvýšený zákal byl mimo to pozorován téměř v celé oblasti blízké Třinci a ve spodních částech údolí po obou stranách. Směrem k Jablunkovu a ještě dále k Mostům se hodnoty zákalu zmenšovaly. V oblasti Girové byly pouze mírně zvýšené, kdežto na hřebenech podél údolí byly hodnoty zákalu vesměs stejné, popř. ještě nižší než na srovnávací lokalitě Horní Lomná.

INDIKACE POMOCÍ HODNOCENÍ INTENZITY VÝSKYTU LIŠEJNÍKU

Hypogymnia physodes A *Lecanora conizaeoides*

Citlivost lišejníků na znečištění ovzduší je známa již téměř 100 let a za tu dobu byla v mnoha případech, převážně ve městech, využita k indikaci vlivu imisí. Navržený způsob indikace, který byl ověřen i na několika dalších lokalitách, předpokládá hlavní využití ve volné krajině s porosty lesních dřevin.



4. Lišejník *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. — Lichen *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.
 5. Lišejník *Lecanora conizaeoides* Nyl. — Lichen *Lecanora conizaeoides* Nyl.

Na intenzitu vlivu imisí se usuzuje z absence nebo intenzity výskytu a vzájemného poměru dvou nejběžnějších druhů lišejníků, a to terčovky bublinaté (*Hypogymnia physodes*) a korovitého lišejníku *Lecanora conizaeoides*. První z nich je ve vztahu k imisím značně citlivý, takže pomocí jeho výskytu můžeme indikovat již relativně čisté ovzduší. Druhý je naopak dosti odolný, takže pomocí intenzity jeho výskytu můžeme indikovat ovzduší, s ohledem na některé citlivé lesní dřeviny, již velmi znečištěné. Mimo to je výskyt *Lecanora conizaeoides* dosud ne zcela objasněným způsobem (patrně edaficky) vázán na znečištěné ovzduší. Tato skutečnost umožňuje např. zpětně korigovat indikaci relativně čistého ovzduší, kde by se měla nalézat pouze *Hypogymnia physodes*, neboť v takovém prostředí se *Lecanora conizaeoides* již ve větší míře vyskytuje.

Způsob hodnocení intenzity vlivu imisí názorně vyplývá ze schématu, který představuje reakci citovaných druhů na postupně slábnoucí vliv imisí:

- | | |
|-------------------------|--|
| silný vliv imisí | - lišejníky se nevyskytují, tzv. lišejníková pustina |
| | - potlačený výskyt <i>L. conizaeoides</i> o malé pokryvnosti |
| | - výskyt <i>L. conizaeoides</i> o velké pokryvnosti, ojedinělý výskyt <i>H. physodes</i> |
| | - postupně se zvětšující výskyt <i>H. physodes</i> a doposud silný výskyt <i>L. conizaeoides</i> |
| | - výskyt obou druhů vyrovnán |
| | - opačné narůstání poměru |
| relativně čisté ovzduší | - samotný výskyt <i>H. physodes</i> o velké pokryvnosti |

Naznačené změny tvoří postupný přechod, který se dá velmi dobře kvantitativně vyjádřit numerickým hodnocením intenzity výskytu obou druhů tak, jak je uvedeno v metodice.

Semikvantitativní indikace znečištění ovzduší naznačeným způsobem je ovšem možná pouze při standardizaci ekologických podmínek, v nichž výskyt obou lišejníků zjišťujeme. V našem případě byla intenzita výskytu zjišťována na smrku, a to na velkém počtu lokalit všude tam, kde se dal předpokládat vliv imisí. Výsledky šetření jsou graficky znázorněny na obr. 3 v podobě soustředěných kruhů, jejichž průměry odpovídají absolutním hodnotám numericky vyjádřené intenzity výskytu obou druhů na téže lokalitě.

Hodnotíme-li výskyt obou druhů lišejníků v celé oblasti šetření, pak zjistíme, že *Lecanora conizaeoides* až na lokality v Horní Lomné se vyskytuje všude. Pouze v tzv. Třineckém lese, který již přísluší ÚLZ v Šenově a který téměř navazuje na městskou aglomeraci Třinec byla *Lecanora conizaeoides* silně potlačena, s malými plodničkami a výskytem do hodnoty 10. Směrem k Třinci tato hodnota ještě klesala a na okrajích lesních porostů již byla tzv. lišejníková pustina. Relativně slabý výskyt *Lecanora conizaeoides* následkem silného vlivu imisí byl zaznamenán ještě na svazích Prašivé exponovaných k Třinci a v oblasti Rovné, zvláště na straně bližší Třinci. Silný výskyt *Lecanora conizaeoides*, avšak zároveň absence *Hypogymnia physodes* pak byla zjištěna v části masívu Ostrého, která je bližší Třinci, na Prašivé, ve spodní části svahu Javorového, v přední partii hřebenu Kozince a na mírných bočních svazích údolí až do úrovně Bystřice n. Olší. Slabý, zprvu i potlačený výskyt *Hypogymnia physodes* do hodnoty 10 a zároveň silný výskyt *Lecanora conizaeoides* byl zjištěn ve zbylé části masívu Ostrý až do úrovně Nýdku, dále v nižších polohách svahů exponovaných směrem k Třinci východně i jižně od Nýdku a v celé oblasti Pasek. Na téže straně údolí pak ještě všude ve spodní části svahů až po Jablunkov a na všech příčných hřebínkách a svazích těchto hřebenů exponovaných k Třinci. Na druhé straně údolí byl slabý výskyt *Hypogymnia physodes* zaznamenán v horních polohách Javorového, ojediněle v údolí Tyry, na úbočích svahů Kozince a dále v celém hlavním údolí až po Jablunkov. Ojediněle též na několika vyšších lokalitách, a to na vybiňující výspě Kyčery nad Bocanovicemi a v masívu Girové nad Mosty. Další odstupňované hodnocení slábnoucího vlivu imisí je patrné na obr. 3.

DISKUSE

Při konečném hodnocení výsledků, dosažených použitými indikačními metodami jsme si vědomi toho, že vlastně neexistuje naprosto objektivní podklad pro srovnání např. v podobě výsledků měření skutečných koncentrací SO₂ na větším počtu lokalit. Při hodnocení dislokace imisí a jejich vlivu na celém území se proto vycházelo z kombinace výsledků a kritického hodnocení vcelku známých nedostatků některých metod. Hodnotíme-li navíc i pracnost a použitelnost metod při rozsáhlejších šetřeních, pak dospíváme k těmto závěrům:

Sumační stanovení SO₂ dává rámcovou představu o dislokaci imisí. Podle očekávání se však ukázalo, že zvláště v horských poměrech, kde se mohou na jednotlivých lokalitách vyskytovat podstatné rozdíly v proudění vzduchu, dochází pravděpodobně následkem toho k částečnému zkreslení vzájemných relací. Tak byl např. nepochybně podceněn vliv imisí na lokalitách č. 8, 6, 20 a 5 vesměs v ústí údolí poblíž Třince. K nadhodnocení patrně zase došlo v případech

hodnot z lokalit 13 a 15 téměř na konci údolí a v Jablunkovském průsmyku. Poměrně jednoduchý způsob stanovení se na tak velkém území dá zajistit po delší dobu jen s velkými obtížemi, i když obecněji platné výsledky je možno získat teprve po ročním měření.

Výsledky stanovení síry v sušině smrkového jehličí prokázaly na celém sledovaném území vliv SO_2 , avšak neumožnily semikvantitativní hodnocení vlivu imisí tak, jak se očekávalo. Jde o metodu pracnou a pro přesnější stanovení by bylo zapotřebí počet vzorků podstatně zvýšit. Při šetření na velkém území by se tak stal tento způsob indikace velmi nákladný.

Indikace pomocí poškození smrkových porostů dává specifické výsledky, neboť indikuje nejen vliv imisí, ale i další exogenní vlivy. Evidovat sumovaná poškození má z hlediska pěstování této dřeviny v ohrožených oblastech značný význam, avšak při indikaci stupně znečištění ovzduší je nežádoucí. V oblastech, kde vliv imisí slábne, pak tento způsob indikace často naprosto selhává, neboť sám indikuje převážně jiné vlivy. S určitými korekcemi lze použít lépe tzv. metody ÚHÚL, která klasifikuje porosty podle procenta silně poškozených stromů. Její použití je však omezeno pouze na oblasti již výrazně poškozené, kde je možno vliv imisí diferencovat. Ale i zde dochází obvykle k přecenění stupně znečištění ovzduší na hřebenech a polohách ohrožených větrem, námrazou a le-dovkou. V každém případě je ovšem zvláště silnější poškození porostů nápadným diagnostickým znakem, který nás upozorní na pravděpodobný větší vliv imisí. Je škoda, že nebyly k dispozici dlouhodobé údaje o nahodilých těžbách vzniklých v důsledku působení imisí. Podle našeho soudu jsou totiž právě nahodilé těžby velmi významným ukazatelem dynamiky poškození, zvláště pak v oblasti Beskyd, kde se nachází smrk ve svém ekologickém optimu. Provedení indikace samotné není příliš obtížné.

Téměř souhlasné výsledky dala indikace pomocí Härtelova zákalového testu a výskytu lišejníků. Po konfrontaci s výsledky ostatních metod se dá předpokládat, že oba zmíněné způsoby indikace nejlépe hodnotí znečištění ovzduší i po kvantitativní stránce. Zdá se, že hodnoty zákalu odpovídají velmi dobře pravděpodobné dislokaci imisí. Pokud se vyskytly v několika případech drobné nesrovnalosti, lze je přičíst nevhodné lokalizaci odběru vzorků v terénu. Při správném odběru vzorků je nutno dbát na to, aby zvolená lokalita opravdu reprezentovala větší území, na něž chceme údaj vztáhnout. Laboratorní provedení metody není příliš náročné, nehledě ovšem na určité potíže s odběrem a rychlým transportem vzorků.

Použití lišejníků *Hypogymnia physodes* a *Lecanora conizaeoides* k indikaci znečištění ovzduší se ukázalo velmi nadějně. Oproti jiným rostlinám jde o indikátory, kteří při správném metodickém postupu indikují z větší části pouze znečištění ovzduší, neboť jako epifyti nacházejí na těžce dřevině stejné edafické podmínky. Obdobně, jako v okolí jiných zdrojů imisí se ukázalo i zde, že hodnocení intenzity vlivu imisí pomocí kombinace četnosti výskytu obou druhů lišejníků umožňuje poměrně jemné odstupňování. Protože šetření je velmi málo pracné, můžeme si z velkého počtu záznamů učinit podrobnou představu o dislokaci imisí a o intenzitě jejich vlivu nebo opakovanými šetřeními na blízkých lokalitách vyloučit případné nesrovnalosti. Metoda citlivě reaguje na změny intenzity vlivu imisí v důsledku např. vlivu terénu apod., s čímž je třeba při rámcových šetřeních, kdy zjišťujeme přehledně šíření a vliv imisí, počítat. Naznačený způsob indikace pomocí zmíněných dvou druhů lišejníků je velmi cenný i při diagnostikách kombinovaných poškození v jednotlivých porostech, neboť nám umožňuje snadno rozhodnout o vlivu imisí, a to dokonce kvantitativně.

Na základě hodnocení výsledků indikace jednotlivými metodami bylo možno přistoupit k syntetickému zpracování materiálu a vymezení zón ohrožení (obr. 3). Tyto zóny pak byly charakterizovány takto:

Zóna I — silně ohrožená — byla indikována 1. hodnotami SO_2 , stanoveného sumačně, vyššími než $100 \mu\text{g}/\text{den}$, 2. vesměs špičkovými hodnotami Härtelova testu (hodnoty vyšší než 50), 3. samotným výskytem *Lecanora conizaeoides* místy vlivem imisí potlačeným, 4. smrkovými porosty vesměs silně poškozenými, na lokalitách, kde působí nepříznivě další exogenní vlivy, dokonce odumírajícími.

Zóna II — středně ohrožená — byla indikována 1. hodnotami SO_2 , stanoveného sumačně, kolem $100 \mu\text{g}/\text{den}$, 2. zvýšenými hodnotami Härtelova zákalového testu (hodnoty vyšší než 30), 3. samotným výskytem *Lecanora conizaeoides* bez příznaku vlivu imisí (hodnoty vesměs vyšší než 15), 4. smrkovými porosty většinou středně poškozenými.

Zóna III — slabě ohrožená — byla indikována 1. oproti kontrolním lokalitám v Horní Lomné mírně zvýšenými hodnotami Härtelova zákalového testu, 2. převládajícím výskytem *Lecanora conizaeoides* nad *Hypogymnia physodes*, 3. smrkovými porosty vesměs slabě poškozenými.

Za hranici této poslední zóny je ovšem stále ještě patrný vliv imisí, který by se dal ještě dále odstupňovat, jak je zřejmé z obr. 3, pouze podle výskytu lišejníků. Podle našeho soudu však tento vliv nemá v současné době hospodářský význam, a proto nebyl při rámcovém šetření vylišen.

Pro takto vymezené zóny se navrhuje alespoň rámcově tato opatření ke zmírnění škod imisemi:

Zóna I — 1. omezit pěstování smrku s přihlédnutím k lokálním podmínkám; 2. na zvláště silně ohrožených lokalitách, kde se v současné době nacházejí odumírající porosty, nahradit zcela smrk odolnými dřevinami (buk, modřín, javor apod.), v údolních polohách odvodnit zamokřelé stanoviště; 3. na exponovaných porostních okrajích vytvořit husté a odolné porostní pláště; 4. podle soudobých znalostí usměrnit pěstební výchovu; 5. věnovat zvýšenou pozornost výskytu podkorního a dřevokazného hmyzu, případná přemnožení včas asanovat.

Zóna II — 1. nepěstovat smrkové monokultury, podle stupně ohrožení dosáhnout příměsí odolných dřevin; 2. věnovat zvýšenou pozornost účelné pěstební výchově a vnější prostorové úpravě smrkových porostů, zvláště s ohledem na vytvoření ochranných plášťů; 3. dodržovat sanitární minimum a pečlivě kontrolovat výskyt kůrovců.

Zóna III — 1. na silněji ohrožených lokalitách dosáhnout přiměřené příměsí odolných dřevin; 2. věnovat péči účelné pěstební výchově a vnější prostorové úpravě smrkových porostů; 3. věnovat pozornost kontrole hmyzích škůdců.

SOUHRN

Semikvantitativní vymezení území zasaženého imisemi je velmi častým problémem, jímž se musí lesní hospodáři v současné době zabývat. Proto na příkladu vymezení oblasti zasažené imisemi na území lesního závodu Jablunkov v severovýchodní části Beskyd ilustrujeme použitelnost a vhodnost jednotlivých indikačních metod, včetně nově navržené metody indikace pomocí hodnocení intenzity výskytu lišejníků *Hypogymnia physodes* a *Lecanora conizaeoides*.

Zmíněná oblast je zasažena převážně imisemi z Třineckých železáren, výrazné pozadí znečištění ovzduší však tvoří i zde rozsáhlá, 20 až 30 km vzdálená Ostravsko-karvinská průmyslová pánev. V úvodní části se popisuje pro bližší

orientaci topografie terénu, podává se klimatická a hlavně meteorologická charakteristika. Samotné vymezení oblasti bylo provedeno na základě konfrontace a kritického hodnocení výsledků použitých metod, a to sumačního stanovení SO_2 pasívní sorpcí na 20 lokalitách, stanovení obsahu síry v sušině smrkového jehličí, Härtelova zákalového testu, šetření o poškození smrkových porostů a již zmíněné indikace pomocí dvou uvedených druhů lišejníků.

Na základě dosažených výsledků a praktických zkušeností je možno uvedené metody hodnotit takto: Sumační stanovení SO_2 dává rámcovou představu o dislokaci imisí. Ukázalo se však, že zvláště v horských poměrech, kde se mohou na jednotlivých lokalitách vyskytovat podstatné rozdíly v proudění vzduchu, dochází pravděpodobně ke zkreslení vzájemných relací. I když jde o poměrně jednoduchý způsob stanovení, dá se měření na tak velkém území a po delší dobu zajistit pouze se značnými obtížemi.

Pomocí stanovení obsahu síry v sušině smrkového jehličí byl prokázán vliv imisí na celém území šetření, dokonce i tam, kde se vliv imisí již viditelně neprojevil. Odstupňované kvantitativní hodnocení vlivu imisí však tato metoda neumožnila.

Úspěšnější byla indikace pomocí intenzity poškození smrkových porostů, a to zvláště v silněji zasažené oblasti. Tato metoda však indikuje nejen vliv imisí, ale i další exogenní vlivy, takže v oblastech jen slabě zasažených nedává věrohodné výsledky. S ohledem na možnosti pěstování této dřeviny v dané oblasti má však zjišťování i těchto sumovaných poškození značný význam.

Téměř stejné výsledky poskytla indikace pomocí Härtelova zákalového testu a indikace pomocí hodnocení intenzity výskytu lišejníků *Hypogymnia physodes* a *Lecanora conizaeoides*. Po konfrontaci s výsledky ostatních diagnostických metod se dá předpokládat, že obě zmíněné metody nejlépe indikují znečištění ovzduší i po kvantitativní stránce.

Indikace pomocí zvolených druhů lišejníků se ukázala, obdobně jako v okolí jiných objektů, i zde velmi nadějná. Kombinace obou druhů, z nichž je *Hypogymnia physodes* toxifóbní a *Lecanora conizaeoides* toxitolerantní a mimo to ještě dosud ne zcela známým způsobem vázána na výskyt imisí obsahujících SO_2 , umožňuje citlivé semikvantitativní hodnocení vlivu imisí. Intenzita výskytu obou lišejníků se zjišťovala na okrajích porostů nebo na silněji prosvětlených místech, tedy za relativně stejných světelných poměrů. Jako vhodný forofyt byl pro tuto oblast zvolen smrk ve věku nad 70 let. Hodnocena byla densita a frekvence obou druhů na 10–20 stromech a jak je uvedeno v metodice, byla intenzita výskytu vyjádřena numericky a pak graficky vyznačena v podobě soustředěných kruhů v mapě.

Výsledky jednotlivých indikačních metod byly synteticky zpracovány a vymezeny zóny ohrožení.

Došlo dne 1. 7. 1971

Literatura

1. BARKMAN I. I., 1958, Phytosociology and Ecology of Cryptogamic Epiphytes. Var Gorcum Co., Assen, Netherlande
2. DE SLOOVER J., LE BLANC F., 1968, Mapping of atmospheric Pollution on the basis of lichen sensitivity. Proc. Symp. Recent Adv. Trop. Ecol.: 42-56
3. ENRERLEIN H., 1962, Welchen Einfluß haben die industriellen Emmissionen auf das Kiefernsterben im Raum d. Bezirkes Leipzig? Wiss. Zschr. d. Techn. Univ. Dresden 11 : 623-630

4. GILBERT O. L., 1965, Lichens as indicators of air pollution in the Tyne Valley. Ecology and the Industrial Society Oxford : 35-47
5. HÄRTEL O., 1953, Eine neue Methode zur Erkennung von Raucheinwirkungen an Fichten. Zbl. ges. Forstwesen, 72, 1 : 12-21
6. HÄRTEL O., 1958, Zur Trennung der Schadenteile gleichzeitig auf die Vegetation einwirkender Abgasquellen. Allg. Forstzeitschrift 13 : 598-600
7. KUMICHEL W., 1962, Neue Erfahrungen mit dem Trübungstest. Wiss. Zschr. d. Techn. Univ. Dresden 11, 3 : 561-565
8. LAMPADIUS F., 1962, Problematik und Methodik großräumiger Luftuntersuchungen. Wiss. Zschr. d. Techn. Univ. Dresden, 11, 3 : 609-616
9. LE BLANC F., RAO D. N., 1966, Réaction de Quelques Lichens et Mousses Epiphytiques à l'Anhydride Sulfureux dans la Région de Sudbury, Ontario. The Bryologist 69, 3 : 338-346
10. LIEBOLD H. E., RANFT H., 1968, Probleme der Forstwirtschaft im Rauchschadgebiet des Staatlichen Forstwirtschaftslehriebetriebes Tharandt. Wiss. Zschr. d. Techn. Univ. Dresden, 17, 5 : 1421-1427
11. LUX H., 1965, Die großräumige Abgrenzung von Rauchschadenzonen in Einflußbereich des Industriegebietes um Bitterfeld. Wiss. Zschr. d. Techn. Univ. Dresden, 14 : 433-442
12. LUX H., 1965, Ergebnisse einer im Lee des mitteldeutschen Industriegebietes durchgeführten Rauchschaaden-Großraumdiagnose. Soz. Forstw. 15 : 14-16
13. LUX H., PELZ E., 1968, Schadzone und Schadstufe als Klassifizierungsbegriffe im rauchgeschädigten Waldgebieten. Soz. Forstw. 18 : 245-248
14. MATEJKA V., 1967, Biologická účinnost podnebí v Československu. Sb. Věd. lesn. úst. VŠZ Praha, sv. 10 : 309-316
15. MATERNA J., 1959, Kieselsäuregehalt in rauchgeschädigten Fichtennadeln. Die Naturwissenschaften 46, 8 : 270-271
16. MATERNA J., 1961, Einfluß der Schwefeldioxyde auf die mineralische Zusammensetzung der Fichtennadeln. Die Naturwissenschaften 48, 23 : 723-724
17. MATERNA J., 1966, Z výsledků výzkumu Krušných hor. Zprávy les. výzkumu 12, 4 : 1-4
18. MATERNA J., 1967, Lesní porosty jako indikátory znečištění ovzduší. Problémy znečišťovania ovzdušia. Sbor. materiálov z II. sympózia o problematike exhaláta na Slovensku. Smolenice : 198-204
19. MATERNA J., 1969, Vliv znečištěného ovzduší na lesní porosty a lesní hospodářství. Ochrana ovzduší 5 : 69-76
20. MATERNA J., HRNČÍŘOVÁ L., 1960, Härtelův zákalový test a benzenová extrakce jehličí jako metody ke stanovení kouřových škod. Sb. ČSAZV Lesnictví 6 : 877-884
21. MATERNA J., KOHOUT R., 1963, Die Absorption des Schwefeldioxids durch die Fichte. Die Naturwissenschaften 50, 11 : 407
22. PELZ E., DELLING W., 1963, Untersuchungen über die Anwendbarkeit des Trübungstest nach Härtel bei der Diagnose von Rauchschäden an Tanne. Wiss. Zschr. d. Techn. Univ. Dresden, 12, 2 : 533-541
23. PELZ E., 1958, Erfahrungen mit dem Trübungstest nach Härtel bei der Rauchschädendiagnose an Fichte. Archiv f. Forstw. 7 : 105-112
24. PELZ E., 1964, Poškození lesů kouřem a prachem. Stud. informace ÚVTI — řada Lesnictví 1/2
25. PELZ E., MATERNA J., 1964, Beiträge zum Problem der individuellen Rauchhärte von Fichte. Archiv f. Forstw. 13 : 2
26. SKYE E., 1968, Lichens and air Pollution. Acta Phytogeogr. Suecica 52, Uppsala, 123 pp.
27. SOBOCKÝ E., 1966, Vplyv imisií na lesné porasty a opatrenia na zníženie ich škodlivého účinku. KDP VÚLH Zvolen
28. SOBOTKOVÁ V., 1969, Bioindikace znečištění ovzduší Ostravska. Spisy pedagog. fakulty v Ostravě, sv. 14 : 1-132
29. STEIN G., 1965, Der forstliche Zustandsvergleich — eine Diagnosemethode in rauchgeschädigten Waldgebieten. Wiss. Zschr. d. Techn. Univ. Dresden 14 : 4
30. STEIN G., DÄSSLER H. G., 1964/67, Die forstliche Rauchschadengroßraumdiagnose im Erz- und Elbsandsteingebirge. Wiss. Zschr. d. Techn. Univ. Dresden 17, 5 : 1397-1404
31. STEINHÜBEL G., 1957, Použitie Härtelovho testu pri diagnóze škod dymovými plynmi. Biológia 12, 8 : 611-617

32. TEICHMAN J., LINHART L., 1969, Problémy znečišťování ovzduší v okrese Frýdek-Místek. OHES Frýdek
33. TESAŘ V., 1967, Příklad průkazu poškození lesních cenóz kouřem v okolí místního zdroje. Čs. ochrana přírody 3 : 77-89
34. UBL Z., 1966, Jednotná analytická metodika pro sledování obsahu škodlivin ve volném ovzduší. Acta Hygienica, příl. č. 1
35. WENTZEL K. F., 1967, Die Belastungen der Forstwirtschaft durch Immissionen und ihre technischen, raumplanerischen, waldbaulichen und rechtlichen Folgerungen. Der Forst- und Holzwirt, 22, 20 : 1-6
36. WIEDEMANN E., 1925, Zuwachsrückgang und Zuwachsstockungen der Fichte in den mittleren und unteren Revieren der sächsischen Staatsforsten. Verlag Laux, Tharandt
37. Metodika odběru vzorků v lesních porostech poškozených průmyslovými exhalacemi. Sbírky pokynů státních lesů, 1966, čl. 28 : 76

Обособление областей, подвергнутых промышленной имиссии, на территории лесхоза Яблунков

Полуквантитативное обособление подвергнутой имиссии территории — частая проблема, которую лесохозяйственные работники должны сейчас решать. Поэтому на примере обособления области, подвергнутой имиссии на территории лесхоза Яблунков, в северо-восточной части Бескидов, мы демонстрируем применимость и пригодность отдельных индикаторных методов, включая новый индикаторный метод, пользующийся оценкой интенсивности распространения лишайников *Hypogymnia physodes*, *Lecanora conizaeoides*.

Упомянутая область подвергается, главным образом, имиссии со стороны Тржинецких металлургических заводов, но на фоне загрязнения атмосферы выступает и здесь обширный, отстоящий на 20—30 км Остравско-карвинский бассейн. Для лучшей ориентировки, в вводной части описывается топография местности, приводится климатическая и, главным образом, метеорологическая характеристика. Выделение же области было осуществлено на основе сопоставления и критической оценки последствий применения следующих методов: суммарного определения SO_2 при помощи пассивной сорбции в 20 местностях; определение серного содержания в сухом веществе хвои ели; тест помутнения Гертеля; исследование повреждения еловых насаждений и упомянутая уже индикация при помощи приведенных двух лишайников.

Результаты и практический опыт позволяют подвести следующий итог методам: суммарное определение SO_2 дает общее представление о дислокации имиссий. Однако в горных условиях, где в отдельных местностях разные воздушные течения, могут произойти искажения взаимоотношений. Хотя этот способ определения сравнительно простой, измерения на таком обширном пространстве и требующие длительное время весьма затруднительны.

При помощи определения серного содержания в сухом веществе еловой хвои доказано влияние имиссии на всей изучаемой территории, даже там, где оно зрительно не проявилось. Однако этот метод не позволил дать дифференцированную количественную оценку влияния имиссий.

Более успешной оказалась индикация при помощи интенсивности повреждения еловых насаждений, особенно в сильно поражаемой области. Однако этот метод показывает не только влияние имиссии, но и другие экзогенные воздействия, ввиду чего в слабо поражаемых областях его результаты не достоверны. Но, ввиду возможности выращивания этой породы в данной области, определение и таких суммарных повреждений имеет немалое значение.

Почти такие же результаты дала и индикация при помощи теста помутнения Гертеля и при помощи оценки интенсивности распространения упомянутых лишайников. После сравнения этих данных с результатами остальных диагностических методов можно предполагать, что оба эти метода лучше остальных определяют загрязнение атмосферы также с количественной точки зрения.

Весьма надежна индикация при помощи лишайников, причем как здесь, так и в районе других объектов. Комбинация обоих видов, из которых *Hypogymnia physodes* токсифобна, а *Lecanora conizaeoides* токситерпима и, сверх того, не совсем известным способом связана с содержащей SO_2 имиссией, позволяет произвести чувствительную количественную оценку влияния имиссии. Интенсивность распространения лишайников

определяли в концах насаждений или на сильно прореженных местах, т. е. в относительно одинаковых световых условиях. В качестве подходящего форофита для данной области была избрана ель в возрасте более 70 лет. Оценивали густоту и частоту обоих видов на 10—20 деревьях, интенсивность их распространения (как сказано в методике) выражена как нумерически, так и графически в виде сосредоточенных кругов в карте.

Результаты индикаторных методов синтетически обработаны, находящиеся под угрозой зоны обособлены.

Delimitation of an Area Affected by Industrial Immissions on the Territory of Forest Enterprise Jablunkov

The semiquantitative delimitation of an area affected by immissions is a very frequent problem with which the foresters meet at the present time. On the example of the delimitation of an area affected by immissions in the territory of the forest enterprise Jablunkov in the northeastern part of the Beskids we illustrate therefore the applicability and suitability of individual indication methods by means of occurrence intensity of lichens *Hypogymnia physodes* and *Lecanora conizaeoides*.

The mentioned area is prevalently affected by the immissions coming from the iron and steel works in Trinec, whereby the large, 20-30 km distant Ostrava-Karvinná industrial basin forms here an outstanding background of air pollution. The introductory part of this paper describes the topography of this area and gives the climatic and namely meteorological characteristics. Proper delimitation of this area was carried out on the basis of confrontation and critical evaluation of the results of applied methods, i. e. summation assessment of SO₂ by means of passive sorption on 20 localities, determination of sulfur content in dry matter of spruce needles, Härtel's turbidity test, investigation of spruce stands injuries and, finally, already mentioned indication by means of two lichen species.

Basing on the results obtained and practical experience, it is possible to evaluate the mentioned methods as follows: Summation assessment of SO₂ gives a general outline of the dislocation of immissions. However, it was found that especially under montane conditions, where individual localities may show essential differences in air flow, a misrepresentation of mutual relations may probably arise. Despite the fact that this method of determination is relatively simple, the measurements on such a large area may be ensured for a longer time only with considerable difficulties.

Determination of sulfur content in dry matter of spruce needles gave evidence on the influence of immissions over the whole territory under study, even in such places where the influence of immissions was not more perceptible. However, this method gave no possibility to a graded evaluation of the influence of immissions.

Better results were obtained from the indication based on the intensity of injuries caused to spruce stands, especially in the more intensively contaminated areas. However, this method indicates not only the influence of immissions, but also some other exogenous influences, so that it cannot provide reliable results from the areas, which are only slightly contaminated. Nevertheless, with regard to the possibilities of growing this tree species in the given area, the determination of these summated injuries is of great importance.

Indication by means of Härtel's turbidity test and indication by means of evaluation of occurrence intensity of lichens *Hypogymnia physodes* and *Lecanora conizaeoides* gave nearly the same results. After confrontation with the results of other diagnostic methods it may be assumed that the both mentioned methods give the best indication of air pollution even from the quantity point of view.

Similarly to the experience obtained in the surroundings of other industrial plants, the indication by means of chosen lichen species showed to be promising in this case, too. Combination of both species, of which *Hypogymnia physodes* is toxiphobe and *Lecanora conizaeoides* toxitolerant and, moreover, bound in a not yet known way to the occurrence of immissions containing SO₂, makes it possible to carry out a fine semiquantitative evaluation of the influence of immissions. Occurrence intensity of the both lichen species was studied in stand margins and on intensively opened sites, i. e. under relatively equal light conditions. Norway spruce aged over 70 years was chosen as a suitable phorophyte for this area. Density and frequency of both species were evaluated on 10-20 trees and, as mentioned in the

methodological part, the occurrence intensity was expressed numerically and later graphically illustrated in the form of concentrated circles on the map.

The results of individual indication methods were synthetically elaborated and the hazard zones were defined.

Die Abgrenzung des durch Industrie-Immissionen betroffenen Gebietes im Bereich des Forstbetriebes Jablunkov

Die semiquantitative Abgrenzung des durch Immissionen betroffenen Gebietes ist ein oft vorkommendes Problem, mit dem sich die Forstwirte heutzutage zu befassen müssen. Am Beispiel der Abgrenzung des durch Immissionen auf der Area des Forstbetriebes Jablunkov betroffenen Gebietes des nordöstlichen Teils der Beskiden wird die Anwendbarkeit und Eignung der einzelnen Indikationsmethoden, einschließlich der neu vorgeschlagenen Methode der Indikation mit Hilfe der Bewertung der Intensität des Vorkommens des Scharfmooses *Hypogymnia physodes* und *Lecanora conizaeoides* illustriert.

Das erwähnte Gebiet wird überwiegend durch Immissionen aus den Eisenwerken von Třinec betroffen; einen ausgeprägten Hintergrund der Verunreinigung der Atmosphäre bildet jedoch auch hier das ausgedehnte, 20 bis 30 km entfernte Industriebecken von Ostrava-Karviná. Zwecks näherer Orientierung wird einleitend die Topographie des Geländes beschrieben und es wird die klimatische und vor allem die meteorologische Charakteristik wiedergegeben. Die eigentliche Abgrenzung des Gebietes wurde vorgenommen auf Grund der Konfrontation und kritischer Bewertung der Ergebnisse der angewandten Methoden, u. zw. der summarischen Bestimmung von SO₂ durch passive Sorption an 20 Lokalitäten, der Bestimmung von Schwefel in der Trockensubstanz der Fichtennadeln, des Härtel's Trübungstestes, der Untersuchung über die Beschädigung von Fichtenbeständen und auf Grund der bereits erwähnten Indikation unter Heranziehung von zwei angeführten Scharfmoosarten.

Auf Grund der erzielten Ergebnisse und der praktischen Erfahrungen können die angeführten Methoden wie folgt bewertet werden: die summarische SO₂ — Bestimmung ergibt eine Rahmenvorstellung über die Dislokation der Immissionen. Es zeigte sich jedoch, daß insbesondere unter Gebirgsbedingungen, wo auf den einzelnen Lokalitäten wesentliche Unterschiede der Luftströmung vorkommen können, eine Verzeichnung der gegenseitigen Relationen höchstwahrscheinlich eintritt. Wenn auch es sich um eine verhältnismäßig einfache Bestimmungsrat handelt, kann die Messung auf einem derartig großen Gebiet und für längere Zeit nur mit erheblichen Schwierigkeiten gesichert werden.

Mit Hilfe der Bestimmung des Schwefelgehaltes in der Trockensubstanz der Fichtennadeln konnte man den Einfluß von Immissionen auf dem ganzen Untersuchungsgebiet nachweisen, u. zw. sogar auch dort, wo der Einfluß von Immissionen deutlich nicht zum Vorschein kam. Diese Methode ermöglichte jedoch eine abgestufte quantitative Bewertung des Einflusses von Immissionen nicht.

Die Indikation mittels der Intensität der Beschädigung der Fichtenbestände, u. zw. besonders in stärker betroffenem Gebiet, war erfolgreicher. Diese Methode indiziert jedoch nicht nur den Einfluß von Immissionen, sondern auch weitere exogene Einflüsse, so daß sie in den nur schwach betroffenen Gebieten keine glaubenswürdige Ergebnisse repräsentiert. Mit Rücksicht auf die Möglichkeiten der Kultivierung dieser Holzart im gegebenen Gebiet ist jedoch die Ermittlung auch dieser summarischen Beschädigungen von besonderer Bedeutung.

Die Indikation mittels Härtel's Trübungstest und die Indikation mit Hilfe der Bewertung der Intensität des Vorkommens von Scharfmoosarten *Hypogymnia physodes* und *Lecanora conizaeoides* wies fast dieselben Ergebnisse auf. Nach Konfrontation mit den Ergebnissen der übrigen diagnostischen Methoden kann vorausgesetzt werden, daß die beiden erwähnten Methoden die Verunreinigung der Atmosphäre auch quantitativ am besten indizieren.

Die Indikation mit Hilfe der gewählten Scharfmoosarten zeigte sich — ähnlich wie in der Umgebung von anderen Objekten — auch hier als vielversprechend. Die Kombination von beiden Arten, von denen *Hypogymnia physodes* toxiophob und *Lecanora conizaeoides* toxitolerant ist und außerdem auf eine nicht vollkommen bekannte Art an das Vorkommen von SO₂ - haltigen semiquantitative Bewertung des Einflusses von Immissionen. Die Intensität des Vorkommens von beiden Scharf-

moosarten wurde auf den Bestandesrändern oder auf stärker durchlichteten Stellen, demnach unter relativ gleichen Lichtverhältnissen ermittelt. Als geeigneten Phorophyt wählte man für dieses Gebiet die Fichte im Alter über 70 Jahre. Man bewertete die Densität und Frequenz der beiden Arten an 10-20 Bäumen und wie in der Methodik angeführt, wurde die Intensität des Vorkommens numerisch ausgedrückt und sodann in der Karte in Form von konzentrierten Kreisen graphisch dargestellt.

Die Ergebnisse der einzelnen Indikationsmethoden wurden synthetisch bearbeitet und die Gefährdungszonen abgegrenzt.

Adresa autora:

Ing. Radomír Mrkva, CSc., lesnická fakulta VŠZ, Brno

■ Medzi špecifické a veľmi variabilné faktory, ktoré spôsobujú znečistenie ovzdušia s následným poškodením a škodami v lesných porastoch na Slovensku patria okrem plyných imisií aj imisie pevné, z nich najmä magnezitový prach. Z piatich magnezitiek na území SSR do ovzdušia uniká priemerne 12 801 t pevných a 3488 t plyných imisií za rok. Tieto množstvá, v celkovej bilancii imisií na Slovensku zdanlivo nepodstatné, vytvárajú v areáli svojho pôsobenia najextrémnejšie prípady negatívneho účinku imisií na biosféru. Za obdobie 1967 až 1969 uhradili SMZ n. p. 9 253 024 Kčs za porušovanie noriem znečisťovania ovzdušia. Magnezitové imisie zhoršujú životné prostredie v okolí magnezitiek do takej miery, že lokality v zóne maximálneho spadu majú charakter devastovanej krajiny.

Realizácia biologicko-technických opatrení v zóne enormného vplyvu magnetizovaných imisií predpokladá objektívne posúdenie vplyvu faktorov, ktoré poškodenie lesných drevín podmieňujú, resp. spôsobujú, a možností na zníženie výsledného škodlivého účinku imisií.

PRÍRODNÉ POMERY

Magnezitový závod sa nachádza severne od Košíc v orografickom celku č. 5 v tzv. košickej kotline (H r o m á d k a 1956). Najviac poškodzovaná zóna je v tej časti kotliny, ktorá leží prakticky na prechode obvodu xerothermnej panónskej kveteny do obvodu slovenskej predkarpatskej kveteny v bukodubovom vegetačnom stupni (K o l e k t í v 1966). Reliéf patrí svojím charakterom do pahorkatinneho erózne akumuláčného reliéfu. Pôdotvorný substrát tvorí prevažne nespevnená štrkovitá neogénna jazerná výplň (stredný miocén-pliocén) s polygenetickými kvartérnymi sedimentami (soliflukčne premiešaná prímies spráše, štrkov a pod.). Územie odvodňuje rieka Hornád. V extrémne poškodzovanej zóne sa tvorí z úletov na povrchu kôra, na erodovaných plochách sa zas hromadí neodplavený štrk.

Priebeh meteorologických procesov v oblasti lokality je do značnej miery ovplyvňovaný orografiou krajiny. Košice so svojim okolím sa nachádzajú v kotlinnej polohe, os ktorej má severojužnú orientáciu. Orografická situácia ovplyvňuje predovšetkým veterné pomery, ktoré majú značný vplyv na distribúciu imisií z magnezitového závodu. Z hľadiska situovania lokality a transportu úletov sú dôležité najmä vetry s južnou zložkou, ktorých počet narastá od leta k zime. Ich podiel sa zväčšuje aj vo väčších výškach.

Skúmaná lokalita leží v teplej klimatickej oblasti, ktorú definuje viac ako 50 letných dní s maximálnou teplotou 25°C a vyššou (Kolektív 1958). Lokalita spadá do oblasti mierne vlhkej s I_z podľa Končeka 0 až 20, do okrsku A_6 (teplý, mierne vlhký s chladnou zimou a januárovou teplotou od -3°C do -5°C). Priemerná ročná teplota sa pohybuje okolo 8°C a zrážkový normál je 650–700 mm. Hydrometrický koeficient (HTK) letného obdobia, vypočítaný podľa vzorca Seljaninova (Novák in Kolektív 1966) je 1,5, pričom $\text{HTK} = 1-2$ vyjadruje dostatok vlhky a hodnota $\text{HTK} = 1$ je približne hranica sucha, resp. hranica medzi lesom a stepou.

LESNÍCKE OPATRENIA V POŠKODZOVANEJ ZÓNE

PŮDA A JEJ AGROTECHNICKÉ VLASTNOSTI

Pre úspešnú lesnícku rekultiváciu postihnutých lokalít sa ukazuje nevyhnutné poznanie agrochemických vlastností pôdy. Na základe jej analýz môžeme zistiť hĺbku a veľkosť intoxikácie, obsah živín a ich vzájomný pomer v pôde. Z hľadiska zalesňovania sa treba sústrediť na podrobnú pedochemickú charakteristiku tej hĺbky pôdy, do ktorej sa koncentruje koreňový systém, t. j. do hĺbky približne 30–35 cm. Táto hĺbka je aj najviac ovplyvnená a preto sa zamerajú na ňu aj melioračné zásahy.

Najrozšírenejšie pôdne typy na skúmanom území sú illimerizované a pseudoglejové pôdy. Sú geneticky veľmi hlboké, hlinité, dospodu ílovito-hlinité, vo zvršku kypré, smerom dospodu postupne silne ulahnuté a zle prevzdušené, v priebehu roka s nepriaznivo kolísajúcimi vodno-vzdušnými pomermi. I keď pôvodné genetickoprodukčné vlastnosti pôd skúmanej oblasti nie sú známe, môžeme si ich rekonštruovať na základe všeobecných znalostí o daných pôdnych typoch i na základe poznatkov o podobných pôdach v Košickej kotline. Za dôležitú charakteristiku možno označiť nedostatok dvojmocných báz (MgO a CaO) i draslíka. Zásoby fosforu sú tiež nepatrné. Podčiarknuť treba i kyslú reakciu, ktorá sa v pôvodných pôdach smerom do hĺbky znižuje a nízky stupeň sorpčného nasýtenia bázami najmä v povrchových vrstvách pôdy.

Po kontaminácii imisiami z magnezitového závodu, ktorých podstatnú časť tvorí MgO (65–80 %), obsah uhličitanov sa pri povrchu pôdy pohybuje od 11,4 do 19,6 %. Vo väčšej hĺbke nastáva prudký pokles na desatiny až stotiny percenta. Takýto nezvyčajný priebeh i výrazný pokles jednoznačne svedčí o ich sekundárnom pôvode. Podobne priemerný obsah CaO v mg/100 g zeminy je v ornici na ploche 72,7 mg (v hĺbke 25–30 cm) – 3944,2 mg (0–3 cm). V hlbších vrstvách pôdy (40–155 cm) dosahuje tiež relatívne vysokých hodnôt. Obsah ľahkorozpustného horčíka je v ornici nepomerne väčší (251,4–11 803,8 mg). Aj v spodnej časti profilu nachádzame až po dno hlbkej sondy jeho vysoký obsah (260,3–264,4–256,2–195,2 mg). Ak porovnáme uvedené tri vysoko zastúpené a bázycké pôsobiacie zložky (obsah uhličitanov, CaO , MgO), tak musíme konštatovať, že pôda je týmito zložkami, ale najmä horčíkom intoxikovaná. Prejavuje sa to aj v gradiente profilového poklesu, ktorý je najväčší pri karbonátoch a najmenší pri MgO . Kyslíčnik vápenatý má stredné postavenie. Vysoký obsah CaO a MgO dokonale presycuje povrchové vrstvy ($\text{CaO} + \text{MgO} = 2205,2$ mg v 100 g zeminy do 35 cm), ktoré sú najdôležitejšie pre rast sadeníc a v prirodzených fytocenózach spôsobuje ich konvergenciu do monocenóz. Značný vplyv na túto unifikáciu vegetácie má aj narušenie procesov

látkovej výmeny pri nedostatočnom zásobovaní draslíkom, ktorý má v bunkách dispergujúci vplyv. Jeho nedostatok v rastline znižuje využiteľnosť disponibilnej vody zvýšenou transpiráciou. Túto drasticky narušuje aj povrchové zaprášenie listov pevnými imisiami. Odráža sa to v negatívnej vodnej bilancii pestovaných rastlín, ktorú ešte umocňuje nepriaznivý vodný režim daného pôdneho typu, pretože v priebehu roka vodno-vzdušné pomery nepriaznivo kolíšu. V jarných mesiacoch je pôda nasýtená až na plnú vodnú kapacitu, ale koncom leta klesajú zásoby vody pod hranicu fyziologickej prístupnosti (tabuľka I).

I. Príklad agrochemických vlastností pôdy v maximálne poškodzovanej zóne. — An example of the agrochemical characters of soil in the zone exposed to the largest damage

Označenie	Hĺbka v cm						
	0—2	10—15	25—30	40—45	70—75	110—115	150—155
Humus v %	1,03	1,14	1,14	0,52	0,31	0,21	0,10
Uhľičitany v %	17,20	0,41	0,10	0,12	0,08	0,07	0,02
pH v H ₂ O	9,0	8,5	7,8	7,4	6,5	5,2	5,1
pH v KCl	8,8	8,0	7,1	6,5	5,7	4,2	3,8
Rozdiel pH _{H₂O} — pH _{KCl}	0,2	0,5	0,7	0,9	0,8	1,0	1,3
CaO	mg/100 g	3584,6	112,0	95,2	89,6	84,0	100,8
MgO		8134,0	528,7	268,4	260,3	264,4	256,2
K ₂ O		13,4	13,2	9,6	5,0	4,4	4,2
P ₂ O ₅		12,2	8,2	5,0	4,0	3,0	3,8
Np		2,5	2,5	2,8	1,8	3,9	3,2
CaO + MgO		11718,6	640,7	363,6	349,9	348,4	340,2

Obsah prístupného draslíka v troch vrstvách z ornice sa určil od 3,9 mg po 20,7 mg K₂O, prístupného fosforu v medziach 3,8—22,8 mg P₂O₅ a zásobu fyziologicky prístupného dusíka v intervale 1,1—3,0 mg/100 g zeminy. Sú to všetko zásoby podnormálne, pričom dolné hranice klesajú pod hodnoty kritického nedostatku. Aj keď nemožno predpokladať podstatné zmeny v ich obsahu oproti pôdnemu typu, možnosť čerpania drevinami je podstatne obmedzená. Vyplýva to zo vzájomného antagonistického vplyvu horčíka a vápnika voči ostatným živinám. Tak napr. v bývalej ornici na ploche je priemer z hodôt MgO : K₂O 161 (optimum 3—6), CaO : K₂O = 59 (optimum 9—15), MgO : P₂O₅ = 197 (optimum 1—5), CaO : P₂O₅ = 72 (optimum 7—11), MgO : Np = 985 (optimum 1—6), CaO : Np = 318 (optimum 3—17) a MgO : CaO = 2,7 (optimum 0,3—0,6). Prejavuje sa to zároveň aj v interferenčnom pôsobení na príjem väčšiny najdôležitejších mikroelementov (Fe, B, Mn, Cu, Zn), čo sa všetko v konečnom dôsledku musí prejavovať vážnymi poruchami vo výžive lesných drevín.

Popri antagonistickom vplyve na príjem prvkov drevinami sa prebytok alka-

II. Vyhodnotenie pokusnej plochy Tahanovce po treťom roku. — Evaluation of the experimental area Tahanovce after the third year

Drevina	Spôsob prípravy pôdy	Druh sadenic	Počet vysadených sadenic v r. 1966	Počet vylepšených sadenic v r. 1967	Počet vysadených sadenic spolu	Počet žijúcich sadenic						% ujatia	Výška v cm		
						celkom	z toho								
							priebežne rastúcich	s poškodeným termínovým výhonom							
Borovica čierna	A	voľno-koren.	400	388	788										
	B		400	395	795		2		2			0,08			
	C		400	397	797	2		2			0,25		13,5		
	A	obalené	292	233	525	146		146			27,8		14,5		
	B		292	233	525	250	703	250	703		47,6	44,6	14,8	13,2	
	C		292	233	525	307		307			58,5		11,3		
Smrekovec	A	voľno-koren.	400	379	779										
	B		400	383	783										
	C		400	388	788										
	A	obalené	332	237	569	21		16		5		3,7		33,5	
	B		332	237	569	70	254	35	129	35	125	12,3	14,9	24,5	30,0
	C		332	237	569	163		78		85		28,6		25,6	
Dub zimný	A	voľno-koren.	400	—	400	45		27		18		11,2		36,8	
	B		400	—	400	13	63	11	40	2	23	3,2	5,2	34,7	35,1
	C		400	—	400	5		2		3		1,2		21,0	
	A	obalené	374	166	540	119		90		29		22,0		18,7	
	B		374	166	540	98	306	70	223	28	83	18,1	18,9	17,4	17,2
	C		374	166	540	89		63		26		16,5		15,0	
Dub červený	A	voľno-koren.	400	—	400										
	B		400	—	400										
	C		400	—	400										
	A	obalené	360	—	360	5		4		1		1,4		21,0	
	B		360	—	360	17	35	15	24	2	11	4,7	3,2	20,5	21,5
	C		360	—	360	13		5		8		3,6		23,0	

Drevina	Spôsob prípravy pôdy	Druh sadeníc	Počet vysadených sadeníc v r. 1966	Počet vylepšených sadeníc v r. 1967	Počet vysadených sadeníc spolu	Počet žijúcich sadeníc					% ujatia	Výška v cm			
						celkom	z toho								
							priebežne rastúcich	s poškodeným termi-nálnym výho-nom							
Lipa malolistá	A	voľno-koren.	400	342	742	3		3			0,4		2,3		
	B		400	357	757		3		3			0,1			
	C		400	371	771										
	A	obalené	400	123	523	241		217		24		46,1		22,9	
	B		400	123	523	208	576	148	485	60	91	39,8	36,7	19,6	20,9
	C		400	123	523	127		120		7		24,3		19,2	
Jarabina	A	voľno-koren.	400	—	400	8		6		2		2,0		35,5	
	B		400	—	400	11	23	10	20	1	3	2,7	1,9	37,4	37,9
	C		400	—	400	4		4				1,0		44,2	
Hruška	A	voľno-koren.	400	—	400	15		15				3,7		29,6	
	B		400	—	400		15		15				1,2		
	C		400	—	400										
Všetky dre-viny spolu	A	voľnok. + obalené	4558	1868	6426	603		524		79		9,4		21,7	
	B		4558	1894	6452	667	1980	539	1644	128	336	10,3	10,2	18,6	19,0
	C		4558	1915	6473	710		581		129		11,0		16,9	
	A + B	voľnok.	8400	3400	11800	106		80		26		0,9		34,2	
	+ C	obalené	5274	2277	7551	1874	1980	1564	1644	310	336	24,8	10,2	18,1	19,0

lických zemín v pôde odráža negatívne aj vo vysokej aktívnej reakcii pôdy, ktorá sa v ornici pohybuje v rozmedzí pH 7,78—9,11. Takáto veľká alkalita ešte viac znásobuje hore opísaný nepriaznivý antagonistický účinok kationov horčíka a vápnika na živiny a prístupnosť stopových prvkov.

VÝSLEDKY POKUSNÉHO ZALESŇOVANIA

Pre neustále poškodzovanie rastlínstva magnezitovými exhaláciami v okolí magnezitového závodu Ťahanovce v roku 1962 sa z poľnohospodárskeho fondu delimitovalo 133,1 ha a určilo sa na rekultiváciu zalesnením. So zalesňovacími prácami započal LZ Košice v roku 1963. Nakoľko dosiahnuté výsledky boli slabé

a nezaručovali zalesnenie týchto pôd, prišlo sa k experimentálnemu zisťovaniu najvhodnejšieho spôsobu zalesňovania.

V roku 1965 sa na maximálne atakovanom mieste založila stála pokusná plocha o výmere 1,44 ha, kde sa hlavná pozornosť venovala voľbe drevín, príprave pôdy a kvalite zalesňovacieho materiálu. Na tretine plochy na jeseň roku 1965 sa urobila príprava pôdy celoplošnou orbou do hĺbky 20 cm (variácia B), na druhej tretine plochy do hĺbky 40 cm (variácia C) a tretia tretina ostala bez zásahu (variácia A). Na jar 1966 sa na pokusnú plochu v spone 1×1 m vysadili voľnokorenné sadenice týchto drevín: borovice čiernej 2/0 (2/0 — dvojročné neškólkované sadenice), smrekovca opadavého 2/0, duba zimného 2/0, duba červeného 2/0, lipy malolistej 1/0, jarabiny vtácej 2/0 a hrušky obyčajnej 2/0. Koreňáčové sadenice (okrem jarabiny a hrušky) sa vysádzali na pokusnú plochu v jeseň 1966. Vylepšovanie drevín voľnokorennými sadenicami sa urobilo na jar 1967 (borovica čierna, smrekovec, lipa malolistá) a korenáčovými sadenicami na jeseň 1967 (borovica čierna, smrekovec, dub zimný a lipa malolistá). Vysadené sadenice sa 2—3× do roka ošetrili okopaním.

Prehľad o ujatosti a výškovom raste jednotlivých drevín po troch rokoch na pokusnej ploche udáva tabuľka II. Z tabuľky vidieť, že ujatost jednotlivých drevín sa mení pri rôznom druhu a kvalite sadeníc a pri rôznej príprave pôdy.

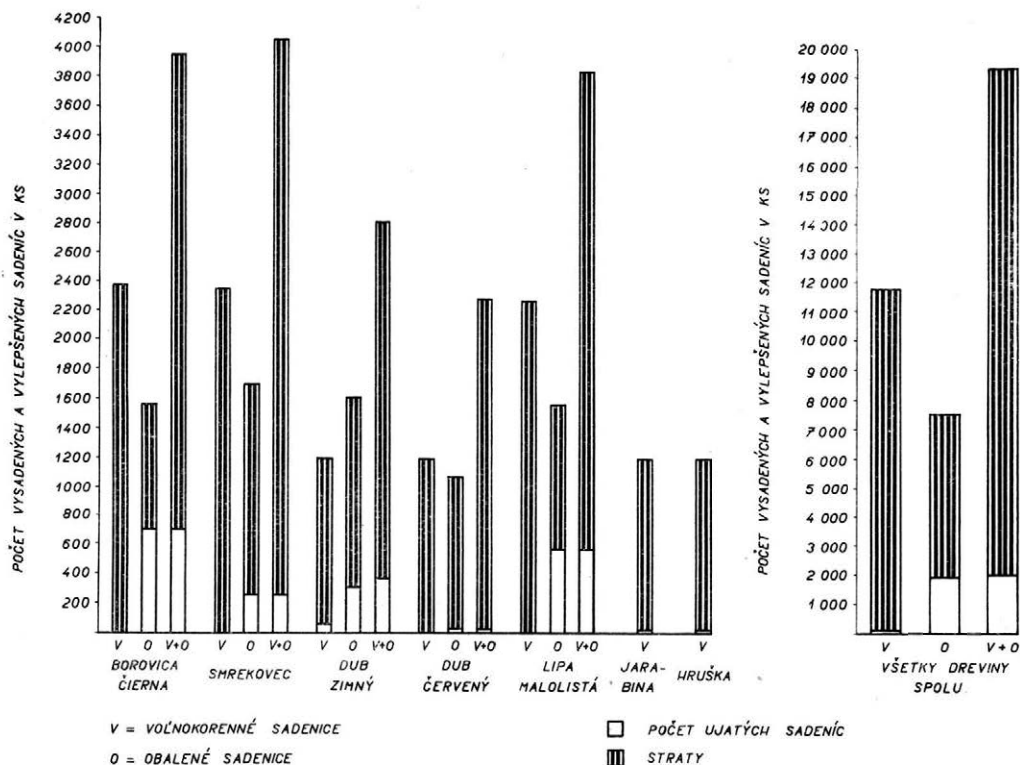
Ako vplyva na ujatost kultúry druh sadeníc jasne vidieť na obr. 1. Po troch rokoch priemerná ujatost obalených sadeníc (zo 7551 vysadených sadeníc) je 24,8 %, u voľnokorenných sadeníc (z 11 800 vysadených sadeníc) len 0,9 %. Znamená to, že sadenice s obaleným koreňovým systémom sú schopné i v týchto nepriaznivých podmienkach zakoreniť sa, že neintoxikovaná zemina, ktorá sa s korenáčovou sadenicou prináša na zalesňovanú plochu v prvých rokoch po výsadbe priaznivo ovplyvňuje živinové a vodno-vzdušné pomery sadenice a tým aj ujatost sadeníc.

Zvlášť výrazný rozdiel medzi ujatostou voľnokorenných a korenáčových sadeníc pozorujeme u borovice čiernej. Ujatost korenáčových sadeníc po troch rokoch je 44,6 %, zatiaľ čo voľnokorenné sadenice sa ujali len na 0,08 %. Potvrdzuje to, že borovica čierna je veľmi citlivá ako na presadenie, tak aj na akékoľvek poškodenie koreňového systému. 36,7 % ujatost majú obalené sadenice lipy malolistej a 18,9 % ujatost sadenice duba zimného. Najhoršie sa z obalených sadeníc ujali sadenice duba červeného (3,3 % ujatost) a smrekovca opadavého (14,9 %).

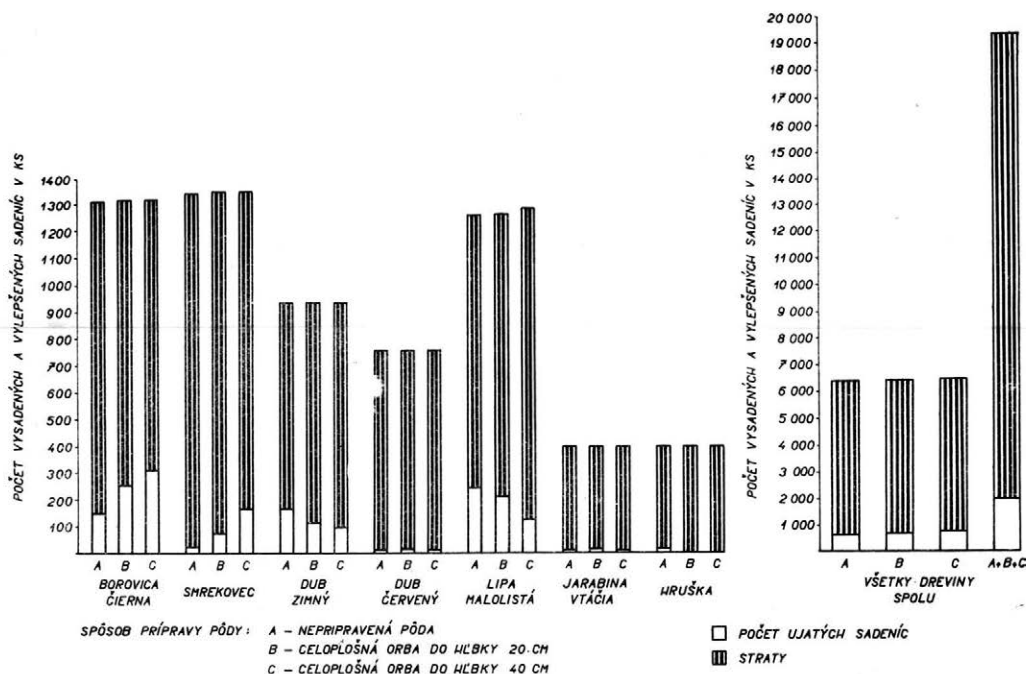
Tak u voľnokorenných ako aj obalených sadeníc všetkých drevín s pribúdajúcim vekom kultúry sa straty zväčšovali. Tieto straty záviseli predovšetkým od kvality vysádzaných sadeníc. Z korenáčových sadeníc hynuli predovšetkým jedince nedostatočne prekoreňujúce výplňový substrát korenáče a z voľnokorenných sadeníc sadenice s nevhodným pomerom medzi nadzemnou a koreňovou časťou.

Tak napr. u duba červeného z 1200 vysadených 2/0 voľnokorenných sadeníc (so silnou nadzemnou časťou a silne zredukovaným koreňovým systémom) sa po prvom roku ujalo 14,9 % sadeníc, po druhom roku klesla ujatost na 4,7 % a po treťom roku z kultúry duba červeného nevegetoval už ani jeden jedinec. Podobne tomu bolo aj u lipy malolistej, smrekovca a borovice čiernej. U týchto troch drevín aj napriek vylepšovaniu dosiahli sa voľnokorennými sadenicami negatívne výsledky. Po troch rokoch majú najväčšiu ujatost z voľnokorenných sadeníc — sadenice duba zimného (5,2 %), jarabina vtáčia bez vylepšovania (1,2 %).

Ujatost sadeníc na pokusnej ploche významne ovplyvňuje spôsob prípravy



1. Ujatost voľnokorenných a obalených sadeníc na pokusnej ploche Ťahanovce. — The taking rate of ball plants and seedlings with naked roots in the experimental plot Ťahanovce



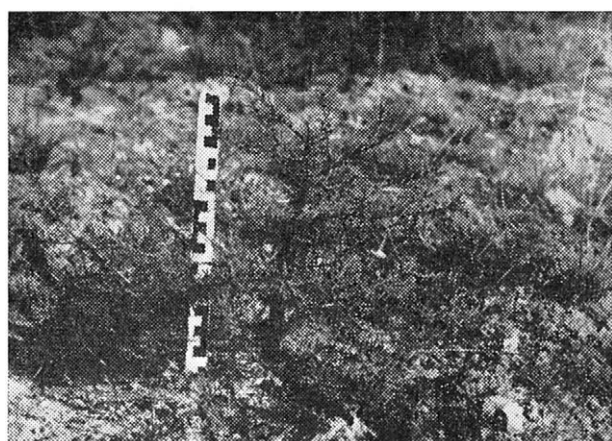
2. Vplyv prípravy pôdy na ujatost sadeníc na pokusnej ploche Ťahanovce. — Effect of the cultivation of soil on the taking rate of seedlings in the experimental plot Ťahanovce

pôdy. Po prvom roku mali najvyššiu ujatost sadenice vysadené do nepripravenej pôdy, a to v priemere 15,0 % a najhoršiu tie, kde sa vykonala príprava pôdy hlbokou orbou. Po druhom roku (po vylepšení) majú ešte sadenice vysadené do hlboko pripravenej pôdy najnižšiu ujatost, no v treťom roku je už poradie ujatosti proti prvému roku obrátené. Najnižšiu ujatost (9,4 %) majú sadenice vysadené do nepripravenej pôdy, stredné postavenie (10,3 %) sadenice vysadené do pôdy pripravenej celoplošnou orbou do hĺbky 20 cm a najvyššiu ujatost (11,0 %) sadenice vysadené do hlboko pripravenej pôdy.

Prehľad o tom, ako sa mení ujatost u jednotlivých drevín v závislosti na príprave pôdy podáva obr. 2, z ktorého je vidieť, že rôzne dreviny vyžadujú rôzny spôsob prípravy pôdy. Sadenicami borovice a smrekovca opadavého sa dosiahli najlepšie výsledky vtedy, ak sa tieto vysadili do celoplošne pripravenej pôdy do hĺbky 40 cm, kým u lipy malolistej a duba zimného sa lepšie výsledky dosiahli pri výsadbe do nepripravenej pôdy. Vysvetľujeme si to tým, že sadenice borovice čiernej a smrekovca vyžadujú dôkladnú prípravu pôdy (dobré fyzikálne vlastnosti pôdy) a odstránenie konkurencie buriny, kým sadeniciam duba a lipy malolistej neprekyprenie pôdy nevadí. Zdá sa, že týmto drevinám škodí prílišné prevzdušenie pôdy a magnezitový popolček v blízkosti koreňov. (Hlbokou orbou sa popolček dostáva bližšie ku koreňom; u nepripravenej pôdy je jeho vplyv na korene menší.) V ďalšom období bude potrebné sledovať vplyv týchto horečnatých solí (popolčekov) na ďalší vývin a rast koreňov.

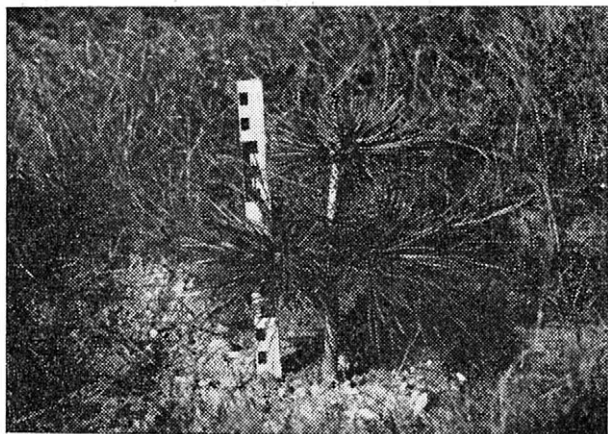
Čo sa týka rastu nadzemných orgánov u jednotlivých drevín a variácií treba poznamenať, že tento je veľmi nevýrazný a u listnatých drevín je terminálny prírastok takmer nemerateľný. Väčšina drevín hneď od prvého roku po výsadbe nerastie priebežne, ale od vrchola zaschýna, takže s pribúdajúcim vekom sa priemerná výška kultúry dokonca zmenšuje. Pôdoochranný účinok vysadených sadeníc je po troch rokoch minimálny, nakoľko ich korunová projekcia je malá.

3. Poškodenie nadzemnej časti smrekovca opadavého magnezitovými imisiami na pokusnej ploche v Tahanovciach. Sadenica 3 roky po výsadbe. — Damage caused to the over-ground parts of the golden larch by magnesite immissions in the experimental plot Tahanovce. Seed plant three years after planting



Porovnávanie výškových ukazovateľov v jednotlivých rokoch a medzi jednotlivými variáciami je nepresné, nakoľko výsadba a vylepšovanie sa uskutočňovalo sadenicami rôznej výšky a v nerovnakom počte. Celkový rast kultúry sme preto posúdili na základe priebežnosti rastu (obr. 3, 4).

Najväčšie percento sadeníc s poškodeným terminálnym výhonkom je u smre-



4. Poškodenie nadzemnej časti borovice čiernej magnezitovými imisiami na pokusnej ploche v Ťahanovciach. Sadenica 3 roky po výsadbe. Foto Lipták. — Damage caused to the overground parts of the Austrian pine by magnesite immissions in the experimental plot Ťahanovce. Seed plant 3 years after planting. Photos by Lipták

kovca opadavého. Zo 425 žijúcich jedincov len 191 sadeníc rastie priebežne. Značné percento poškodených sadeníc je taktiež u duba červeného (31,4 %), duba zimného (28,2 %) a lipy malolistej (15,7 %). Celkove po treťom roku je z 1980 žijúcich sadeníc 336 sadeníc s poškodeným terminálnym výhoncom, čo je 16,9 %. Je to percento nižšie ako tomu bolo po druhom roku (v roku 1967). Vtedy z 3147 žijúcich sadeníc priebežne rástlo len 1625, čo je 51,6 %. Znamená to, že v priebehu tretieho roka uhynula väčšia časť sadeníc s poškodeným terminálnym výhoncom. Upozorňuje to taktiež na dôležitosť správneho pomeru medzi nadzemnou a koreňovou časťou sadeníc pri výsadbe, t. j. kvalitatívnu stránku sadeníc. Väčšie percento priebežne rastúcich sadeníc je u korenáčových sadeníc ako u sadeníc voľnokorenných. Po troch rokoch, z voľnokorenných sadeníc rastie priebežne 75,5 %, kým z korenáčových sadeníc až 83,3 %.

DIAGNÓZA POŠKODENIA LESNÝCH DREVÍN

Pri použitej metóde okulárnej diagnózy vykazovalo všetkých sedem druhov lesných drevín vysadených na pokusnej ploche už v prvej vegetačnej perióde, bez ohľadu na druh, silnú inhibíciu rastových procesov. Jej vonkajšími symptómami bolo najmä zlyhanie adaptačného procesu sadeníc v nových podmienkach. Asimilačné orgány nekrodovali v priebehu 1–2 mesiacov a sadenice uhynuli. U prežívajúcich jedincov došlo k hromadnému odumretiu terminálneho výhonku so sporadickými prípadmi jeho regenerácie. Silne bol narušený vývoj asimilačných orgánov, ktorý sa prejavil skráteným rastom ihlíc, príp. malými rozmermi listových čepelí. Hodnotenie nekróz ako hlavného symptómu poškodenia dokazuje, že magnezitové imisie v komplexnom účinku svojho pôsobenia vyvolávajú aj špecifický priebeh onemocnenia drevín. Výskyt, tvar a priebeh tvorby nekrotizácie pletív nie je analogický s akútnymi formami poškodenia HF, resp. SO₂. Chýbajú tu následné fázy tvorby nekróz, typické pre priame poškodenie imisiami, hromadný výskyt nekróz rovnakej formy je viac podmienený zdravotným stavom jedinca ako relatívnou rezistenciou druhu dreviny. Napr. u borovice čiernej sú na jedincoch s pomerne dobre vyvinutou nadzemnou časťou poškodené konce ihlíc špičkovými nekrozami, ktoré signalizujú poškodenie SO₂, u iných pri absencii nekróz sú ihlice silne skrátené, riedke, s narušeným sfarbením do slabozelena, príp. hnedo-zelena. U listnatých druhov dochádza pri silnom zaprášení

hornej strany listových čepelí k odumretiu celých listov. Okrajové, resp. interkostálne nekrózy, pokiaľ k nim dochádza, sú netypické a signalizujú na poruchy výživy a vodnej bilancie dreviny. Z fenologického hľadiska sú narušené všetky hlavné vývojové fázy, od nerovnomerného rašenia po predčasný opad listov. Ak doplníme túto okulárnu diagnózu poškodenia základným biometrickým ukazovateľom zdravotného stavu, ktorým je výškový prírastok a ukazovateľom hospodárskym (ujatosť), možno charakterizovať účinok imisií na trvalej pokusnej ploche stupňom E, podľa nomenklatúry (Vogl 1965) ako katastrofálny, vo fyziologickom zmysle ako letálne, úplné poškodenie.

V tomto stupni sa stretáva v negatívnej časovej zhode najcitlivejšie štádium vývoja lesnej dreviny s extrémnym priamym účinkom imisií, ktorý je pre voľbu biologického spôsobu opatrení limitujúcim, dlhodobým faktorom.

Posúdenie vplyvu imisií na kultúry sa zameralo na SSZ časť delimitovanej pôdy, kde prevádzkové zalesňovanie od roku 1960 bolo najúspešnejšie a nasledujúcimi výsadbami je to časť intenzívne rozpracovaná.

Hlavným, okulárne pozorovateľným symptómom, spoločným pre všetky druhy drevín sú depresie výškového rastu. U listnatých je to pri malých výškach silná spádovitosť kmienka, hrubé ovetvenie a kvalitatívne zlý habitus. Z tohto sa dá usúdiť, že kultúry v prvých rokoch po výsadbe prešli obdobím regenerácie výškového výhonku a silnej depresie výškového rastu, ktorých symptómy sa najviac prejavujú u lípy a duba červeného. Intenzita škodlivého účinku imisií, najmä priameho, sa na kultúrach prejavuje v podstatne miernejších formách. Sporadickú tvorbu netypických nekróz možno pozorovať na štádiálne mladých listoch lípy a starších listoch duba červeného. V kultúre borovice sosny prevládajú jedince s pomerne zdravým, silne zaprášeným jednoročným ihličím, na druhom ročníku sa vyskytujú špičkové nekrózy s rôznou intenzitou porúch vo sfarbení ihlič. Symptómy poškodenia asimilačných orgánov odpovedajú priamemu chronickému účinku imisií, ich celkový účinok — teda i nepriamy — hodnotíme na tejto časti delimitovaných pôd stupňom poškodenia D, podľa nomenklatúry akútnej, vo fyziologickom zmysle je to letálne čiastočné poškodenie.

Cieľom okulárnej diagnózy poškodenia okrajových lesných porastov bolo získať orientačný prehľad v symptomatike reakcie drevín stredného veku na konkrétnu imisnú situáciu. K indikácii škodlivého účinku sme hodnotili borovicu sosnu. Táto je v porastoch, v porastových zbytkoch i vtrúsená do listnatých porastov akútne poškodená. Hlavnými príznakmi sú: presvetlenie korún, prítomnosť jedného, najviac dvoch ročníkov ihličia, špičkové nekrózy, stagnujúci výškový prírastok, pomiestne i skupinovité odumieranie najviac poškodených stromov. Trend odumierania je rýchlejší u vtrúsených jedincov ako v monokultúre. Zreteľný je prudký pokles hodnôt bežného prírastku za posledných 12, resp. 6 rokov. U listnatých drevín prevažujú príznaky chronického poškodenia. Pri absencii zreteľných nekróz je tu hlavným príznakom vysychanie vrcholových častí koruny, najmä u dubov. Z lokalizácie poškodenia asimilačných orgánov drevín (silnejšie poškodené nárazové okraje porastov a vrcholová časť korún) treba usudzovať na lokálne poškodenie z jedného zdroja imisií.

Celkový stupeň poškodenia okrajových porastov hodnotíme pri prevažnom zastúpení listnáčov stupňom C, podľa nomenklatúry chronické, vo fyziologickom zmysle ako vitálne až subletálne.

Vplyv SO₂ sme orientačne posúdili v akútnom stupni poškodenia drevín. Indikačnou drevinou k okulárnej diagnóze s analýzou ihličia na obsah S bola borovica sosna. Pracovným cieľom tejto časti diagnózy bolo zistiť, do akej miery možno terajší stupeň poškodenia pripísať vplyvu SO₂ (tabuľka III).

III. Obsah síry v 2. ročníku ihlič borovice sosny. — Content of sulphur in the second-year needles of the Scotch pine

Miesto odberu	1	2	3	4	5
% S v sušine	0,25	0,31	0,26	0,16	0,20

nie ihličnatých a chronické poškodenie listnatých drevín. Z porovnania obsahu síry so symptómami poškodenia vyplýva, že netypické príznaky poškodenia (odber č. 3 a 5) sú podmienené viac poruchami vo výžive ako priamym účinkom SO_2 .

Z údajov okulárnej diagnózy a posúdenia vzťahov škodlivej účinnosti pevnej a plynnej komponenty imisií dá sa hodnotiť súčasná imisná situácia záujmovej lokality a jej vplyv na lesné dreviny týmito závermi:

Imisie sú tu trvale pôsobiacim stanovištným faktorom, ktorý prvorade limituje existenčné podmienky druhov lesných drevín. Dve hlavné zložky imisií - magnezitový prašný spad a SO_2 - pôsobia súčasne, no rozdielne podľa plošného účinku a druhu poškodenia. V plošnom areáli maximálneho prašného spadu — I. zóna — sú rozhodujúcim škodlivým činiteľom pevne imisie, ktoré intoxikáciou pôdy vytvárajú katastrofálne podmienky nepriameho poškodenia drevín imisiami. Tento faktor anuluje medzidruhové i vnútrodruhové rozdiely relatívnej odolnosti drevín voči priamemu poškodeniu SO_2 . Vplyv SO_2 v tomto areáli má len sekundárny priamy účinok.

Rozhodujúcim pre plošné vymedzenie tejto časti delimitovaných pôd sú výsledky pedologického prieskumu. Lesnícku rekultiváciu treba tu odsunúť do obdobia podstatného zlepšenia imisnej situácie technickými opatreniami v podniku.

Škodlivý nepriamy účinok pevných imisií rýchle klesá v závislosti od vzdialenosti, smeru od exhalujúceho podniku, konfigurácie terénu a jeho pokrývnosti vegetáciou, pričom na poškodení asimilačných orgánov drevín nadobúda prevahu vplyv SO_2 . Akútna, forma poškodenia drevín je tu výslednicou typického kombinovaného účinku pevnej a plynnej zložky imisií. V tejto zóne (II) je možné preskúšanými druhmi drevín a vhodnými spôsobmi pasívnej ochrany realizovať ciele lesníckej rekultivácie delimitovaných pôd.

Celkový areál škodlivého účinku imisií ohraničujú zákonitosti rozptylu SO_2 a hraničné hodnoty jeho fytotoxicity. Vplyv magnezitového prašného spadu nie je tu rozhodujúci. V týchto zónach (III) sa dá predpokladať chronický účinok imisií na lesné dreviny.

Na ďalší vývoj imisnej situácie v okolí magnezitky má okrem technických opatrení v podniku veľký vplyv aj imisné pozadie. Výstavba Košíc a priemyselných centier v blízkom i ďalšom okolí rapídne zvyšuje koncentráciu škodlivín v ovzduší s perspektívou prekrývania sa zón fytotoxických koncentrácií z viacerých zdrojov. S touto skutočnosťou bude treba počítať aj po úplnej likvidácii pevnej zložky imisií.

Aj keď zistený obsah síry v ihlič borovice nie je jediným a jednoznačným kritériom na posúdenie stupňa poškodenia, predsa možno v spojení s okulárnou diagnózou a ostatnými príznakmi v okolí odberu vzoriek konštatovať, že aj SO_2 je na záujmovej lokalite škodlivou komponentou imisií, ktorých koncentrácia môže aj pri absencii pevnej zložky imisií, magnezitového prachu, spôsobiť akútne poškodenie.

Návrh melioračných opatrení v prostredí intoxikovanom imisiami zo závodov na spracovanie magnezitu musí vychádzať z posúdenia možnosti výživy rastlín v tomto poradí. Treba zobrať do úvahy predovšetkým vysokú koncentráciu horčíka, vápnika i vysokú alkalitu pôdy, ktoré príjem ďalších živín (najmä K^+ , NH_4^+ i P_2O_5) a väčšiny stopových prvkov antagonisticky ovplyvňujú alebo inak blokujú. Ich príjem zo živného prostredia si vyžaduje relatívne vyššiu hladinu a teda aj vyššie dávky hnojív. Melioračným hnojením pôjde teda o úpravu prostredia pestovaných drevín, aby sa im pre priaznivú existenciu zabezpečil vyhovujúci prívod základných minerálnych látok.

Pretože reakcia pôdy veľmi ovplyvňuje pôdnu úrodnosť, najmä prístupnosť jednotlivých živín, prvým krokom pri meliorácii týchto pôd bude úprava pôdnej reakcie. Ale zatiaľ čo meliorovanie kyslých pôd je dobre prepracované, poznatky v tomto smere sú veľmi skromné. Na zníženie zásaditosti môžeme použiť elementárnu síru, rašelinu vrchoviskového typu, fyziologicky kyslo pôsobiace hnojivá a niektoré odpadné materiály.

Dôležitým článkom melioračných opatrení je použitie priemyselných hnojív. Už úpravou reakcie pôdy v smere jej zakyslenia spomalíme príjem Mg i Ca a podporíme čerpanie ostatných živín a mikroelementov. Konkrétne množstvá hnojív sa určia na základe veľkosti a hĺbky intoxikácie pôdy, ktorú zistíme pôdnymi analýzami a stavom kontaminácie úletmi z magnetizového závodu. Kľúčovým článkom je pritom vzájomný antagonizmus draslíka a horčíka, ktorý vedie vplyvom vysokého obsahu Mg k zníženému príjmu K. To má za následok poruchy v procesoch látkovej výmeny, pričom v spojitosti so zvýšeným obsahom horčíka majú rastliny aj značne vyššiu potrebu fosforu. Hnojením týmito dvomi základnými hnojivami, za maximálne možnej úpravy pôdnej reakcie a za dopĺňajúceho hnojenia dusíkom, môžeme očakávať priaznivé podporenie biologickej stability lesných i poľnohospodárskych kultúr.

Z bohatej škály draselných hnojív prichádzajú do úvahy kyslo pôsobiace hnojivá. Bude to predovšetkým síran draselný, potom draselná soľ, prípadne niektoré priamo v prírode sa vyskytujúce soli bez obsahu Mg a Ca. Z týchto hnojív rastlina odčerpáva predovšetkým K^+ ión. V pôde zostávajú kyslé zložky, ktoré vytvárajú s horčíkom a čiastočne i s vápnikom vo vode ľahko rozpustné zlúčeniny. Tieto sú potom presakujúcou vodou z pôdneho profilu vyplavované, čím sa aj reakcia pôdy vyvíja v smere okysľovania.

Na vyrovnanie hladiny a pomeru ostatných živín použijeme ďalšie hnojivá. Z dusíkatých hnojív prichádzajú do úvahy amónne soli prípadne hnojivá typu NK. Na vyrovnanie obsahu fosforu možno použiť jedine vysoké dávky vodorozpustného granulovaného superfosfátu, eventuálne kombinované hnojivá so zvýšeným obsahom draslíka a bez prímеси dvojmocných báz.

Získané poznatky ďalej ukazujú, že úspech melioračných prác bude istejší vtedy, keď lesný hospodár popri priamych melioračných opatreniach zvolí aj vhodné druhy drevín. Z vyskúšaných druhov možno odporúčať borovicu čiernu a lipu malolistú. Dosiahnuté výsledky ďalej ukazujú, že na zalesňovanie nelesných pôd poškodzovaných exhalátmi z magnezitových závodov sa voľnokorenné sadenice hodia menej ako sadenice obalené. Podstatne lepšie výsledky sa dosahujú obalenými sadenicami. Ani tieto výsledky nemožno však považovať za konečné. Bude potrebné hľadať nové spôsoby techniky sadby, nové druhy drevín a pod., ktorými by sa ujatnosť kultúry zvýšila.

Pri nahromadení úletov na povrchu pôdy túto inkrustovanú kôru odstra-

ňujeme a do komplexu praktických opatrení treba zaradiť aj agrotechnickú prípravu pôdy orbou.

Zo spôsobov prípravy pôdy možno odporúčať pomiestnu (pruhovú) orbu do hĺbky 40 cm. Odstráni sa tým v prvých rokoch jednak konkurencia buriny a zlepšia sa zároveň fyzikálne vlastnosti pôdy. Vhodným rozmiestnením pruhov uchráni sa pôda pred eróziou. Definitívne závery o spôsoboch prípravy pôdy bude však možné urobiť až v ďalšom období, po dôkladnom štúdiu zmien v pôde spôsobených prípravou pôdy tak po stránke fyzikálnej, ako aj chemickej.

Pre praktický postup pri zalesňovaní je dôležitý poznatok, že v miestach, kde existuje súvislý vegetačný kryt, prípadne kôra z imisií vo forme usadeného kalu, sme našli menší obsah karbonátov, MgO a CaO , ale vyšší obsah humusu, prístupného dusíka a zvyčajne i menšiu hodnotu pH. Odporúčali by sme, aby sa pri zalesňovaní využívali tieto mikrostancovištné rozdiely a sadenice umiestňovali do týchto relatívne priaznivejších polôh.

ZÁVER

Výsledky vykonaného výskumu v okolí magnezitky jednoznačne dokumentujú naliehavosť technického riešenia odlučovania pevných úletov na prijateľnú mieru. Slovenské magnezitové závody, n. p. tento problém v dohľadnej dobe vyriešia, preto druhá etapa lesníckeho výskumu je zameraná na možnosti rekultivácie devastovaných pôd pri magnezitke Havača, kde pevný úlet je už teraz znížený na technické minimum. Tieto v predstihu získané poznatky nájdú široké uplatnenie v komplexe opatrení, ktorých cieľom je rekonštrukcia krajiny v okolí našich magnezitiek.

Došlo dne 1. 7. 1971

Literatúra

1. HAJDÚK J., HAUSKRECHT I., 1967, Príspevok k výskumu horečnatých pôd v oblasti magnezitových závodov a k ich meliorácii. Poľnohospodárstvo 13 : 7-18
2. HROMÁDKA J., 1956, Orografické triedění ČSR. Sb. českoslov. společnosti zeměpisné 61 : 161-180, 265-299
3. KOLEKTIV, ..., Atlas podnebí ČSR, HMÚ, Praha-Bratislava
4. KOLEKTIV, 1966, Atlas ČSSR. Praha-Bratislava
5. NOSYREV V. J., 1962, Vrednoe vozdejstvo magnezitovoj pyli na drevesnuju rastitelnost. Lesnoje chozjajstvo č. 1 : 18-21
6. STEPHAN K., POLLANSCHÜTZ J., 1967, Entstehung und Entwicklung eines Rauchschadengebietes in der Umgebung eines Magnesitwerkes. Allgemeine Forstzeitung 78 : 51-54
7. VOGL M., BÖRTITZ S., POLSTER H., 1965, Physiologische und biochemische Beiträge zur Rauchschadenforschung. Biologisches Zentralblatt, Bd. 84, H 6 : 763-777
8. SLIVKA J., 1967, Zalesňovanie nelesných pôd degradovaných magnezitovými exhalátmi. Lesnícká práce č. 2 : 82-84
9. ZACHAR D., 1965, Zalesňovanie nelesných pôd. SVPL Bratislava

Лесоводческие мероприятия против имисий в районе
магnezитного завода

Пыль, создаваемая магnezитными заводами, настолько ухудшает жизненную среду вокруг них, что местности в зоне максимального осаждения пыли приобретают характер опустошенных земель. Особенно резко повреждается почва и ее агрохимические свойства.

Кислый первоначально илимеризованный псевдоглей, лишенный карбатов, после контаминации имиссией содержит в своем 3 см-овом поверхностном слое местами почти 20 % карбатов, чрезвычайно много легкорастворимого MgO и CaO , которые буквально интоксцируют пахотный слой. Избыток щелочного грунта отражается даже в основной реакции кислой первоначальной почвы. Все это тормозит поглощение питательных веществ растениями и мешает облесению бывших с.-х. почв. Поэтому здесь приступили к экспериментальному определению оптимального способа облесения разными видами древесных пород. Лучшие результаты дали сосна черная и липа мелколистная, а также саженцы с глыбой и вспашка по горизонталям глубиной до 40 см. При помощи метода глазомерного диагноза у всех 7 видов пород (сосна черная, ель, дуб зимний и красный, липа мелколистная, рябина и груша обыкновенная), высаженных на опытной площади, уже в первый вегетационный период обнаружено сильное замедление процессов роста. Ассимиляционные органы некротизировали в течение 1—2 месяцев с последующей депрессией роста в высоту и частой потерей верхушечного ростка. Резко понижаются и величины текущего прироста у взрослых насаждений. По мере отдаления от источника пыли действие пылевых имиссий быстро понижается и сильнее проявляется влияние SO_2 как второго важного компонента дымовых выбросов. В заключение статьи приводится проект общих мелиоративных мероприятий, направленный на сокращение потерь в повреждаемой области.

Forestry Measures against Immissions in the Proximity a Magnesite-Processing Plant

The dust fallout from magnesite plants deteriorates the life environment in their surroundings to such a degree that the localities in the zone of maximum fall have a character of devastated landscape. Drastic injuries are caused especially to the soil and its agrochemical properties. The initially acid illimerized pseudogley without carbonates contains after contamination in a 3 cm thick surface layer sometimes nearly 20 % of carbonates and enormously high amount of easily soluble MgO and CaO . The top soil is highly intoxicated. The abundance of alcalic earths in the soil causes basic reaction of originally acid soil. All these factors result in hampering the uptake of nutrients by plants and in failed afforestation of former agricultural soils. Experimental investigations were therefore established for finding a most suitable method of afforestation with various tree species. The best results were obtained with black pine and small-leaved linden. Significantly better results were achieved in using ball plants and strip ploughing up to the depth of 40 cm. All seven tree species (black pine, European larch, sessile oak, red oak, small-leaved linden, European mountain ash and common pear-tree planted on sample plot showed in ocular diagnosis as soon as in the first vegetation period a heavy inhibition of growth processes. The assimilation organs died off within 1—2 months causing depression of height increment and frequent loss of terminal shoots. Current increment of older stands decreased distinctly, too. Unfavourable effects of dust immissions diminish rapidly with increasing distance from their source, whereas the effects of SO_2 as a secondary component become to be more intensive. In the conclusion, the paper gives a proposal of general amelioration measures for the reduction of injuries in the contaminated areas.

Forstwirtschaftliche Maßnahmen gegen Immissionen in der Nähe eines Magnesitbetriebes

Der Staubbiederschlag aus den Magnesitwerken hat eine Verschlechterung des Lebensmilieus in der Umgebung dieser Betriebe in einem so'chen Ausmaße zur Folge, daß die Lokalitäten innerhalb der Zone des maximalen Abfalls den Charakter einer devastierten Gegend aufweisen. Der Boden und seine agrochemischen Eigenschaften werden besonders drastisch beschädigt. Die ursprünglich saure Pseudogley-Fahlerde, ohne Karbonate, enthält nach der Kontamination durch Immissionen in der 3 cm starken Oberflächenschicht stellenweise fast 20 % Karbonate, und eine enorm hohe Menge von leicht löslichem MgO und CaO . Die Ackerkrume wird durch diese Stoffe in wahren Sinne des Wortes intoxiziert. Der Überschuß an alkalischen Erden im Boden widerspiegelt sich auch durch basische Reaktion des ursprünglich sauren Bodens. Dies alles hat eine Hemmung der Nährstoffaufnahme

durch die Pflanzen und ein Mißlingen der betriebsmäßigen Aufforstung von ehemaligem Ackerland zur Folge. Aus diesem Grunde trat man an eine experimentelle Ermittlung der geeignetsten Aufforstungsart mit der Wahl von verschiedenen Holzarten heran. Die besten Ergebnisse wurden bei Schwarzkiefer und Winterlinde erreicht. Auch bei der Verwendung von Ballenpflanzen und beim Streifenpflügen in eine Tiefe von 40 cm erreichte man wesentlich bessere Ergebnisse. Bei der verwendeten Methode der Okular-Diagnose wiesen alle sieben Holzarten (Schwarzkiefer, Lärche, Traubeneiche, Roteiche, Winterlinde, Vogelbeere und Birnbaum), die auf der Versuchsfläche gepflanzt worden waren, bereits während der ersten Vegetationsperiode eine starke Inhibition der Wachstumsprozesse auf. Man konnte eine Nekrose der Assimilationsorgane im Verlaufe von 1—2 Monaten, mit einer darauffolgenden Depression des Höhenwachstums und oftmaligem Verlust des Endtriebes verzeichnen. Eine starke Herabsetzung der Werte des laufenden Zuwachses in älteren Beständen ist deutlich. Mit der sich vergrößernden Entfernung von der Quelle senkt sich die ungünstige Wirkung von Staub-Immissionen rasch herab und es kommt der Einfluß von SO_2 als der zweiten wichtigen Komponente des exhalieren Flugstaubes zum Vorschein. Im Schlußwort des Artikels wird ein Vorschlag der meliorativen Rahmenmaßnahmen zwecks Verminderung von Schäden im betroffenen Gebiet unterbreitet.

Adresa autorů:

Ing. Emil Sobocký, CSc., Ing. Ján Lipták, CSc., Ing. Eduard Bublinec, CSc.,
Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen

■ Při rozboru poškození smrkových porostů kyslíčnickem šířičitým zůstává nevyřešen základní metodický problém — čím měřit nebo podle čeho posuzovat reakci (poškození) jednotlivých stromů v porostu. Kritérium by mělo být snadno stanovitelné na všech stromech bez náročných měření a dobře reprodukovatelné, aby se mohlo prakticky a obecně používat. Po uvážení dnes známých fyziologicko-ekologických vztahů mezi smrkem a imisemi soudíme, že by to měl být znak nebo soubor okulárně postižitelných znaků na asimilačním ústrojí, které je především zasaženo kyslíčnickem šířičitým a jehož poškození mění vzhled celé koruny.

Smyslem této studie je prověřit, zda ukazatelem hodnotícím objektivně zdravotní stav stromu a jeho rezistenci proti kyslíčnicku šířičitému může být olistění stromu. Prokáže-li se tato možnost, pak zjistit, jak se na fenotypové odolnosti stromu podílejí vnější vlivy, zejména cenotické, které lze biotechnikou nejsnáze zvládnout. Genotypová odolnost musí zůstat opomenuta, protože tuto složitou otázku nelze v porostu studovat.

DOSAVADNÍ STAV ZNALOSTÍ

V důsledku chronických fyziologických poruch vyvolaných u smrku působením SO_2 jednak opadáva jehličí postupně od nejstarších ročníků, jednak se jehlice abnormálně vyvíjejí; jsou v průměru kratší a mají menší průřez. O přesné zachycení těchto změn se např. pokusil Ferda (1954). Ve čtyřech porostech zjistil jednoznačný vztah mezi obsahem SO_2 v jehlicích, relativním olistěním větví a poškozením jehlic, posuzovaným podle odchylky barvy a tvaru od jehlic normálních. Změnami asimilačních orgánů se na stojících stromech zabývali Pelz a Materna (1964). Podle nich změny v počtu ročníků jehličí i v délce jehlic sice ukazují určitou tendenci, ale tyto znaky mají velkou variační šíři. Ne ve všech porostech byl zjištěn mezi skupinou fenotypicky odolných a citlivých smrků výrazný rozdíl v počtu dochovaných ročníků jehličí a v délce jehlic nebyl průkazný rozdíl zjištěn vůbec. Proto se autoři rozhodli klasifikovat stromy podle celkového vzhledu koruny pěti tzv. rezistenčními třídami; v nich se okulárně posuzuje výškový přírůst, růst letorostů a změny asimilačního aparátu.

Proměnlivost asimilačních orgánů smrku v rámci populace je velká a váže se na biotypy. To zřejmě vedlo Maternu (1956) k tomu, aby změnu některých znaků olistění posuzoval odděleně podle typů zavětvení. V Krušných

horách vzájemně porovnával smíšenou skupinu smrků ježovitých a hřebenitých, která se mu jevila podobná rozsahem poškození, se skupinou deskovitých smrků. U deskovitého typu zjistil průkazně nižší počet dochovaných ročníků jehličí.

Podle četných pozorování zaznamenaných dřívějšími autory ve střední Evropě se zjistilo, že první ztráta jehličí nastává asi v místech přechodu z horní do střední třetiny koruny smrku. Pelz a Materna (1964) dokládají, že nejvíce poškozené smrky se lišily od slabě poškozených v olistění horní části koruny. Za příčinu tohoto jevu by bylo možno považovat skutečnost, že intenzita absorpce SO_2 je spojena s intenzitou fyziologických funkcí, a ta je největší u jehlic v horní části koruny. Nepřímým důkazem toho jsou měření energetické bilance v zapojeném smrkovém porostu (Baumgartner 1967). Podle nich je největší spotřeba energie v prostoru, v němž se stýkají koruny. Pelz a Materna (1964) také sledovali průběh poškozování SO_2 ; popsali dva typy průběhu makroskopických změn koruny až do úplného odlistění a odumření stromu a označili je jako odumírání chronické a akutní. Akutní odumírání proběhlo většinou v jediném roce, chronické trvá více let. Oba typy se vyskytují v porostu současně, a to i tehdy, jsou-li imise trvale slabé. Autoři soudí, že na akutním odumírání mají rozhodující podíl jiní činitelé než SO_2 .

PŘEDBĚŽNÁ ZJIŠTĚNÍ

S ohledem na to, že literární údaje o způsobu a rozsahu ovlivnění asimilačního ústrojí kyslíčnickem siřičitým byly na počátku našich výzkumů kusé, musela být v letech 1961 a 1962 učiněna předběžná šetření. Jimi jsme se snažili postihnout proměnlivost nejvýraznějších znaků asimilačního ústrojí, jako počtu dochovaných ročníků jehličí, velikosti a hustoty osazení jehlic na výhonech a posoudit jejich vhodnost jako kritéria poškození stromů. Ukázalo se, že zdánlivě rozsáhlý materiál při velké variabilitě nestačil pro matematicko-statistické ověření existence hledaných vztahů. Mimoto zjišťování nebo spíše odhad je ze země nepřesný a bez dobrého dalekohledu nemyslitelný. Materiál nebyl souborně zpracován a odkazujeme na prakticky souhlasné výsledky Pelzových šetření, které byly publikovány později (Pelz a Materna 1964).

Po úvodní studii jsme obrátili pozornost k olistění koruny. Tohoto znaku se již dlouhou dobu používá k posouzení stavu koruny a má ve vědecké literatuře i v praxi širokou náplň a uplatnění. Připouští a také doznává různé vymezení podle účelu a povahy práce. Ve většině případů znamená globální okulární posouzení stavu asimilačního ústrojí. Nejčastěji se týká množství listů a v tomto vymezení se používá zejména v nauce o výnosu při analýze produkční schopnosti stromů a všude tam, kde je třeba posoudit ztrátu jehličí po cizím zásahu (např. po žíru hmyzu). Ztráta asimilačního ústrojí má za následek zmenšení fotosynteticky aktivní plochy, snížení tvorby glycidů, a tím ztrátu na produkci hmoty. Růstové poruchy jsou způsobeny i narušením ostatních fyziologických funkcí, takže velikost olistění podmiňuje schopnost přežít a postupně plně obnovit životní činnost stromu po rušivém zásahu. Také určení tzv. jakostní třídy korun vychází v podstatě z množství asimilačního ústrojí se zřetelem na absolutní velikost koruny. V některých případech se pro doplnění kvantitativního odhadu posuzuje i fyziologická kvalita listů; uvažují se např. zvlášť listy stinné a slunné nebo ročníky jehličí.

VYMEZENÍ POJMU OLISTĚNÍ

Olistěním v našem pojetí se rozumí podíl skutečného množství jehličí z potenciálního množství, tj. nejvyššího, jaké by živá část koruny měla v optimálních místních růstových podmínkách. Je to tedy poměrná veličina. Vystihuje celkový vjem o množství jehličí v koruně, které je dáno ovětvením druhého řádu, počtem ročníků jehličí, hustotou a délkou jehlic. Všechny tyto znaky jsou SO_2 více nebo méně ovlivňovány.

Mimo dosah imisí je olistění ovlivněno růstovými podmínkami. Z nich má určující vliv klimaticko-vegetační stupeň a dále se uplatňují zvláště půdní vlastnosti a lokální klimatické jevy. Proto je nutné správnost určování prověřovat ve standardních podmínkách příslušné růstové oblasti daleko od ohrožení imisemi.

Nejvíce však olistění závisí na morfologickém typu koruny. Základním z jeho určujících morfologických znaků a současně z hlediska olistění nejpodstatnějším, je typ větvení. Je charakterizován poměrem délkového a tloušťkového přírůstu větví prvního řádu a úhlem jejich postavení ke kmeni, dále uspořádáním větví druhého řádu a schopností tvořit náhradní výhony. Typy korun jsme určovali podle *Priehäuserova* (1958) klíče. V něm se vychází ze tří základních, obecně uznávaných typů (v klíči variací) — hřebenitého, ježovitého a deskovitého — a z nich se odvozuje šest mezitypů (v klíči kombinací).

Je třeba upozornit na dvě skutečnosti. Za prvé morfologické typy jsou plně vyvinuty až ve stadiu dospělosti. Přes značnou nevyhraněnost a neúplnost znaků ve středním věku lze však převládající znaky určit aspoň natolik, aby nedošlo ke zkreslenému posouzení olistění. Ostatně *Sylvén* (1909) tvrdil, že základní znaky typů korun (a s nimi vystačíme), lze spolehlivě stanovit již od 40 let. Druhou skutečností je, že mnoholetým působením imisí se pozměňuje charakter větvení druhého řádu a že zejména k deskovitému typu mohou být mylně přiřazeni jedinci, kteří tyto znaky získali druhotně vlivem poruch v tvorbě letorostů. V takových případech je rozhodujícím a jedině spolehlivým znakem tvar a úhel nasazení větví prvního řádu podmiňující základní a charakteristický obrys koruny.

VÝZKUMNÝ OBJEKT A METODIKA

Trvalé výzkumné plochy byly vytyčeny ve smrkových porostech v jedlovo-bukovém vegetačním stupni, starých na počátku výzkumu 40–70 let, v jednom případě 80 let. Porosty jsou ovlivněny imisemi, především SO_2 , pocházejícími z velké tepelné elektrárny. Blíží charakteristika přírodních podmínek, porostních a imisních poměrů byla uvedena již dříve (*Tesař* 1966).

Rozbor působení kyslíčnicku siřičitého o různé intenzitě je založen na posouzení reakce jednotlivých stromů podle olistění, je ovšem nutné brát v úvahu jejich cenotické postavení.

Porosty byly na počátku výzkumu klasifikovány podle tehdejšího zdravotního stavu na základě kritérií běžných v praxi čtyřmi empirickými stupni poškození: 0 — nepoškozené, 1 — slabě, 2 — středně, 3 — silně poškozené.

Olistění se odhaduje podle výše uvedeného vymezení po stupních o rozpětí 10 % (1 až 10). Je nemožné jednotlivé stupně olistění reprodukovat fotograficky nebo náčrtem, poněvadž plošné znázornění nezachytí nezbytný prostorový vjem při pozorování očima.

Cenotické postavení bylo podchyceno příslušností ke stromové třídě podle *Krafta* (1884) a stupněm uvolnění koruny (*Assmann* 1961). Rozlišuje se pět stromových tříd: 1 — nadúrovňové, 2 — úrovňové, 3 — vrůstavé (tj. horní

vrstva, nadúroveň), 4 — ustupující, 5 — zcela potlačené (tj. spodní vrstva, podúroveň). Podle pěti stupňů uvolnění koruny: 1 — všestranně volná, 2 — dotykem z jedné strany omezená v růstu, 3 — tísněná ze dvou stran, 4 — tísněná ze tří stran, 5 — tísněná ze všech stran, se hlouběji posuzuje stupeň výhodného postavení stromu v porostu v horizontálním směru. Na jeho základě, stejně jako podle výškového postavení, se posuzuje možnost využívat energetický obsah zaujatého prostoru a možnost dalšího rozvoje koruny.

Casový postup získávání údajů. Stromy byly poprvé klasifikovány podle cenotického postavení ke konci vegetačního období 1961, tj. po čtyřech letech od vzniku zdroje. V prvním a následujícím roce se prováděly předběžné studie o asimilačním aparátu a o strukturálních porostních znacích. Počínaje rokem 1963 jsme po čtyři roky vždy v předjaří odhadovali olistění a současně jsme zjišťovali a blíže zkoumali odumřelé stromy, které byly přiřazovány předcházejícímu roku, poněvadž v něm se rozhodlo o definitivním zániku.

Hodnoty olistění zaznamenané v letech 1963—1964 mají poněkud pozměněný význam proti olistění v letech 1965 a 1966. V prvních dvou letech bylo olistění posuzováno ve vztahu ke koruně na počátku poškození, jejíž živý spodní obrys mohl být při prvním zjištění v roce 1961 ještě identifikován podle dochovaných nejmladších větví druhého řádu. Avšak po třech letech, kdy odumřely další přesleny, bylo určení původního hraničního přeslenu nejisté. Nejmladší větve na odumřelých spodních přeslenech opadaly a nově odumřelé se od ostatních suchých nedaly odlišit. Hodnotit olistění k původní vztahné základně by bylo nejen nespolehlivé, ale ztrácelo by i věcný význam. Proto bylo v roce 1965 rozhodnuto olistění nadále posuzovat ve vztahu ke skutečné živé koruně ve smyslu úvodní definice olistění.

Zpracování a hodnocení empirických dat z porostů bylo uskutečněno s použitím matematicko-statistických metod, a to metod intervalového odhadu, ověřováním statistických hypotéz, zejména při zjišťování rozdílů mezi jednotlivými porosty, korelační analýzou, metod třídění a grafických. Analytické postupy jsou vlastní. Podklady pro vlastní analýzu byly získány po zpracování základních údajů stroji děroštitkového systému.

Aby analýza nebyla předem zkreslována změnami ve struktuře, které mají být v konečné fázi posouzeny, byly vytvořeny dva soubory stromů, a to stromy, které do jara 1966 odumřely, a stromy, které rok 1966 přežily. Oddělená analýza obou souborů usnadnila, popř. umožnila, objevení zákonitých změn sledovaných znaků.

VÝSLEDKY

VZTAH MEZI STUPNĚM OLISTĚNÍ, STROMOVOU TŘÍDOU A STUPNĚM UVOLNĚNÍ KORUNY

Za kritérium objektivního rozhodování o poškození stromu byl jako charakteristický znak zvolen stupeň olistění koruny. Abychom ověřili, zda je skutečně vhodný k měření poškození stromu, je nejdříve nutné si všimnout vztahu mezi olistěním a těmi cenotickými znaky, podle kterých se posuzují změny ve výstavbě porostu. Pro analýzu tohoto vztahu definujeme olistění jako závisle proměnnou na nezávisle proměnných — stromové třídě a stupni uvolnění koruny. Analýza se uskutečnila na souboru stromů, které přežily až do roku 1966, tedy podstatná část z výchozího stavu v roce 1961. V tom roce byly porosty ještě víceméně zapojeny, takže dotyk korun i výškové relativní postavení stromů mohlo být bez potíží hodnoceno.

K rozboru bylo použito korelační analýzy, zejména podle vztahu

$$r_{i_y i_x} = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n (i_x - i_y)^2}{n(n^2 - 1)},$$

kde i_x, i_y — pořadí hodnot pozorovaných znaků.

Předně byla vypracována individuální korelační analýza po jednotlivých letech. Protože však výsledky souhlasily s prokázanou statistickou nevýznamností rozdílů průměrného olistění ve čtyřech po sobě následujících letech (viz dále), byla korelační analýza nakonec vypracována pro celé pozorované období 1963–1966. Výsledky jsou uvedeny v tabulce I.

I. Výsledky mnohonásobné korelační analýzy olistění v období 1963–1966 u stromů přežívajících v roce 1966. — Results of multiple correlation analysis of leafiness in the period from 1963 to 1966 in trees surviving in 1966

Plocha	Věk	Koeficient mnohonásobné korelace $r_{y \cdot xz}$	Koeficient parciální korelace		
			$r_{yx \cdot z}$	$r_{yz \cdot x}$	$r_{xz \cdot y}$
0–16	65	0,446	0,3320	0,0890	0,3854
0–18	55	0,320	0,2505	–0,0034	0,4600
1–8	63	0,487	0,3896	0,0620	0,4952
1–12	55	0,487	0,2605	0,0620	0,4952
1–17	47	0,487	0,1952	0,0620	0,4952
2–6	69	0,335	0,2432	0,0488	0,5758
2–9	80	0,126	0,0020	0,0982	0,6131
2–10	65	0,151	0,1371	–0,0032	0,4371
2–11	41	.	0,3465	.	.
2–14	55	0,131	–0,0517	0,1275	0,4480
2–15	61	0,478	0,1684	0,1502	0,3886
3–7	48	0,102	0,0460	0,0471	0,5804
3–13	61	0,107	0,0822	–0,0860	0,5686

$r_{yx \cdot z}$ — míra korelační závislosti stupně olistění na stromové třídě po vyloučení vlivu změn stupně uvolnění v porostu,

$r_{yz \cdot x}$ — míra korelační závislosti stupně olistění na stupni uvolnění v porostu po vyloučení vlivu změn stromové třídy,

$r_{xz \cdot y}$ — míra korelační závislosti stromové třídy na stupni uvolnění v porostu po vyloučení vlivu změn stupně olistění,

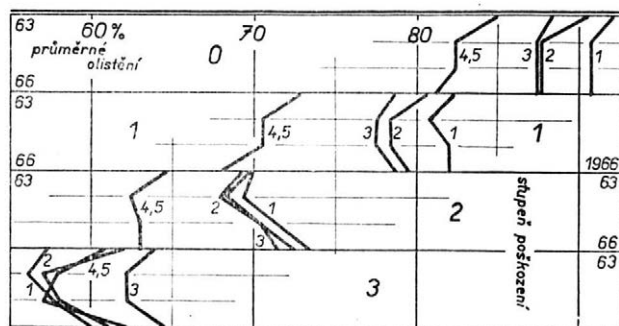
r_{yx} — odhad míry korelační závislosti $r_{yx \cdot z}$ stupně olistění na stromové třídě (vliv změn stupně olistění nelze pro nedostatek měření vyloučit),

x — stromová třída, y — olistění, z — stupeň uvolnění.

Mezi stromovou třídou a stupněm uvolnění koruny existuje určitá souvislost. Koeficient determinace ukazuje, že proměnlivost stromové třídy je ve věkové fázi 40–70 let závislá na variabilitě stupně uvolnění z 25 %. Existence tohoto vztahu byla však zjištěna i v osmdesátiletém porostu (TVP 9). Tento vztah můžeme logicky na dospělý porosty plně aplikovat.

Zjištěná determinace stromové třídy stupněm uvolnění se projevuje ve všech porostech bez ohledu na poškození. Je tedy zřejmé, že vazba obou znaků je ve výstavbě zkoumaných porostů a při téměř plném zápoji charakteristická. Individuální hodnota parciálního korelačního koeficientu se pochopitelně mění, protože je v jednotlivých porostech ovlivněna zastoupením kombinačních tříd obou znaků. Třídy se po dalších pěti letech, kdy určitá část stromů mezitím odumřela, změnily. Uvážíme-li tento fakt, vynikne obecnost zkoumaného vztahu tím spíše.

Stupeň olistění není přímo závislý na výchozím stupni uvolnění koruny. Prokázalo se to obecně bez ohledu na intenzitu působení imisí. Je však závislý na stromové třídě ve spojení s intenzitou poškození porostu. Pouze v porostech nepoškozených a slabě poškozených se stromová třída podílí na variabilitě olistění 15 %. Potvrzuje to tedy, že v normálních růstových poměrech je ztráta jehličí u stromů nižších tříd jev zcela zákonitý a výrazný a je nesporně důsledkem nižšího světelného požitku korun. Zatímco uvedený vztah platí ještě při slabé intenzitě imisí, ve středně poškozených porostech jeho existenci již nelze prokázat. Byl zjištěn pouze na plochách 6 a 11, kde stromová třída podmiňuje změny v olistění ještě asi 10 %. Příčinu zatím nedovedeme objasnit. Z grafu na obr. 1 je patrné, že v průměru celé kategorie středního poškození se uvedená jednoznačnost ztrácí v porostní úrovni. Dosud však existuje zřetelný rozdíl v olistění podúrovně a úrovně, naprosto jasný v nepoškozených a slabě poškozených porostech. V silně poškozených porostech nebyl sledovaný vztah zjištěn. Z grafu je vidět, že průměrné křivky pro porostní úroveň mají převrácený sled a že olistění podúrovňových stromů se neliší od olistění úrovněvých. Je to zřejmě tím, že zbylé podúrovňové stromy, které až dosud přežily, jsou ve své kategorii nejodolnější.



1. Průměrné olistění přežívajících stromů ve stupních poškození porostů podle stromových tříd (1. až 5.) a let pozorování. — The average leafiness in surviving trees in the degrees of the damage of trees, by tree classes (1 to 5) and years of examination

OLISTĚNÍ STROMŮ PŘEŽÍVAJÍCÍCH PO DELŠÍ DOBU

Sledujeme-li na grafu časovou proměnlivost olistění na stromech, které přežily deset let působení imisí, vidíme, že změna olistění probíhá několika způsoby. Větve nejspodnějších, dosud živých přeslenů většiny stromů ztrácejí největší část jehličí a posléze celé odumírají. Je to přirozený jev při růstu stromu v zapojeném porostu a tento proces se zesiluje působením SO_2 (Tesař 1966). Hořejší korunová část si zatím podržuje relativně více jehličí. Vycházíme-li z původní vztahné základny koruny, pak se tento fakt musel projevit ve snížení průměrné hodnoty olistění následujícího roku. To je prvý zmíněný směr. Jakmile se však v roce 1965 začalo olistění posuzovat výlučně ve vztahu k existující živé koruně, jak to odpovídá konečné definici olistění, zjišťujeme, že hodnota průměrného olistění se rázem zvýšila. Nejde však o změnu olistění za jeden rok, nýbrž především o numerický posun v důsledku upravené metodiky. Číselná změna olistění je ovšem v přímé závislosti na intenzitě poškozování a přirozeně je tím výraznější, čím větší část koruny v předcházejících letech odumřela.

Konečně třetí tendence změn souvisí s druhou. Olistění se v posledním roce pozorování opět zvětšilo; s malými výhradami je možno říci, že přímo úměrně

intenzitě imisí, tedy tím více, čím rychleji odumírá jehličí na spodu koruny. Na obě poslední změny poukazujeme zvláště proto, abychom zdůraznili správnost definice olistění v úvodu práce.

Grafi na obr. 1 ukazuje, že porosty určené ke srovnání a při zakládání zkusných ploch označené za nepoškozené se nepochybně nacinázejí pod slabou clonou imisí. Během šetření v nich byl zaznamenán slabý pokles průměrného olistění, kdežto slabě poškozené porosty mají v pozorovaném období poněkud jiný průběh olistění.

Nutno zdůraznit, že popsané změny se ve stupních poškození v průběhu čtyř let ukázaly jako statisticky nevýznamné, s výjimkou 1VP 9, která se věkem vymyká ze souboru ostatních ploch, a kromě 1VP 11 a 7. Teprve dalším pozorováním může být potvrzeno, existuje-li skutečně naznačený trend olistění.

Třileté období je krátké proto, aby se na přežívajících stromech mohly ukázat změny olistění. Přispívá k tomu nesporně to, že jde o stromy, které překonaly první nápor imisí a jsou relativně odolnější než stromy, které již odumřely. Vývoj porostů mezi šestým a devátým rokem působení imisí spíše ukazuje, že s přibývajících lety působení imisí budou změny v olistění přežívajících stromů méně výrazné. Rovněž vývojová tendence olistění nebude jednoznačná. Zatímco první leta jsou provázena hromadným opadáváním jehličí, v pozdějších letech dochází k rozlišení. Pokud se olistění vůbec mění, pak se tak děje v podstatě dvojím směrem. Část stromů stále ztrácí další jehličí, přičemž se spodní obrys koruny nemění — jejich olistění se zmenšuje. U jiné části stromů se hodnota olistění zvětšuje: jednak odumírají spodní přesleny nejchudší na jehličí, a tím se olistění živé koruny zvětší, jednak dochází ke skutečné regeneraci olistění tím, že se obnovuje tvorba letorostů na větvích starších přeslenů, na kterých se přechodně nevytvářely, a současně nové pravidelné přesleny jsou plně olistěny.

Velikost průměrného olistění je nejvíce ovlivněna intenzitou vlivu imisí. Uvnitř všech čtyř kategorií poškození porostu, stanovených na počátku šetření (po pěti letech působení imisí), je průměrné olistění stromů na přibližně shodné statistické úrovni.

PRŮBĚH OLISTĚNÍ STROMŮ PŘED JEJICH ODUMŘENÍM

Na souboru 594 stromů odumřelých v letech 1963 až 1965 byly rekonstruovány vývojové řady olistění a vytvořeny statisticky homogenní skupiny, a to skupina stromů v roce zániku, rok před zánikem a kde to dostatek materiálu umožnil, ještě dva roky před zánikem. Očekávali jsme, že rozbořením takových skupin stromů, které již jednoznačně na imise reagovaly, pronikneme nejhluběji do podstaty změn olistění.

Především bylo prověřeno (tabulka II), že proměnlivost olistění stromů, které odumřely ještě téhož roku, nezávisí na stromové třídě. Zánik stromu je již jen důsledkem malého olistění bez ohledu na to, do které stromové třídy strom náleží.

Zdánlivý nesouhlas tohoto kategorického závěru s vysoce významným výsledkem testu pro 2. stupeň poškození působí porost, který se věkem 80 let vymyká ze souboru ostatních — mladších porostů. Správnost vysloveného závěru dokazuje výsledek testu pro rok 1964, kdy v tomto starším porostu nebylo olistění klasifikováno.

Poněvadž se stává, že náhle odumře strom s poměrně vysokým olistěním,

II. Testování hypotézy o nevýznamnosti vlivu stromové třídy na olistění stromu v roce zániku. — Testing the hypothesis of the insignificance of the effect of the tree class on the leafiness of the tree in the year of death

Stupeň poškození	Rok	Proměnlivost	F-test	Testovací kritérium		Výsledek testu
				$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	
1	1963	zkus. pl.	2,707	4,240	7,770	—
		strom. tř.	0,666	3,380	5,570	—
	1964	zkus. pl.	1,071	3,180	5,060	—
		strom. tř.	1,141	2,790	4,200	—
	1965	zkus. pl.	1,511	3,230	5,180	—
		strom. tř.	1,791	2,840	4,310	—
2	1963	zkus. pl.	13,556	2,440	3,470	++
		strom. tř.	5,432	2,680	3,940	++
	1964	plocha	2,108	3,260	5,250	—
		strom. tř.	0,514	2,860	4,380	—
	1965	zkus. pl.	2,795	2,500	3,600	+
		strom. tř.	2,547	2,500	3,600	+
3	1963	zkus. pl.	15,580	4,080	7,310	++
		strom. tř.	1,744	2,840	4,310	—
	1964	zkus. pl.	13,993	4,300	7,940	++
		strom. tř.	0,306	3,440	5,720	—
	1965	zkus. pl.	0,209	4,490	8,530	—
		strom. tř.	0,300	4,490	8,530	—

Výsledek testu statisticky: nevýznamný —, významný +, vysoce významný ++

III. Testování hypotézy o významnosti období pro vývoj olistění před zánikem stromu. — Testing the hypothesis of the significance of periods for the development of leaves prior to the death of the tree

Faktor	Stupeň poškození	F-test	Testovací kritérium		Výsledek testu
			$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	
Období	0	0,264	3,260	5,250	—
	1	25,077	3,040	4,710	++
	2	47,762	3,020	4,660	++
	3	23,571	3,060	4,750	++

musí být prověřeno, může-li být olistění kritériem pro prognózu vývoje stromu ke konečnému zániku. Výsledky testů (tabulka III) ukázaly, že již při slabém poškození SO_2 může obecně takovým kritériem být. Snažili jsme se tento poznatek dále zpřesnit a rozebírali jsme ve stupních poškození význam jednoletého, dvouletého až tříletého období před vlastním zánikem stromu s přihlédnutím ke stromové třídě (tabulka IV). Materiál pro tento rozbor je shrnut v tabulce V.

IV. Ověření proměnlivosti olistění u odumírajících stromů. — Checking the variability of leafiness in dying trees

Faktor proměnlivosti	Stupeň poškození	Časové období	F-test	Testovací kritérium		Výsledek testu
				F _{0,05}	F _{0,01}	
Stromová třída	1	Rok před úhynem	0,457	2,500	3,600	—
		rok úhynu	0,568	2,440	3,470	—
	2	rok před úhynem	2,253	2,460	3,510	—
		rok úhynu	1,608	2,410	3,410	—
	3	2 roky před úhynem	5,226	3,290	5,420	+
		1 rok před úhynem	4,214	2,830	4,290	+
		rok úhynu	5,002	3,960	6,960	+

V. Olistění odumírajících stromů. — Leafiness in dying trees

Zkusná plocha	2 roky	Rok	V roce zániku	Stromová třída	2 roky	Rok	V roce zániku
	před zánikem				před zánikem		
0—16	.	.	56,4	0—5	.	62,9	54,3
0—18	.	.	65,0	0—4	.	.	71,1
celkem	.	67,5	60,9				
1— 8	.	.	37,1	1—5	.	68,0	51,4
1—12	.	63,8	43,9	1—4	.	62,9	47,3
1—17	.	67,3	55,1	1—3	.	66,4	50,0
celkem	.	65,1	48,2	1—2	.	64,6	42,5
2— 6	.	58,6	47,4	2—5	.	51,7	32,3
2—10	.	52,0	30,7	2—4	60,0	56,6	38,2
2—11	57,3	50,6	35,3	2—3	65,5	57,9	44,3
2—15	63,2	55,8	40,0	2—2	.	51,2	39,3
celkem	61,3	54,5	38,9				
3— 7	.	41,1	20,5	3—4	.	.	29,4
3—13	54,6	55,4	36,9	3—3	60,0	54,0	33,9
celkem	50,0	49,8	29,0	3—2	42,5	43,8	26,7
				3—1	.	.	19,2

Přitom nebyl rozhodující kalendářní rok, v němž strom odumřel. Šlo pouze o délku časového úseku před zánikem. Je tedy pochopitelné, že pro kratší vývojové období je empirický materiál rozsáhlejší.

Výsledky dokládají, že vývoj olistění k zániku stromu nemá v průběhu tří let souvislost se stromovou třídou. Její vliv se projevil výrazně v porostech silně poškozených až odumírajících, kde tato skutečnost nemá praktický význam, poněvadž obsah stromových tříd je v takových porostech v důsledku jejich změněného kombinačního zastoupení podstatně jiný.

Podle komplexní analýzy je možno 65 % olistění (v očekávaných mezích s 95 % pravděpodobností od 60 do 70 %) považovat za kritické a signalizující počátek zániku stromu. Čas konečného zániku je ovšem závislý na individuální vnitřní schopnosti přežít i na nahodilém působení dalších vnějších faktorů. Podle výsledků našeho sledování byl skutečný vývoj průměrného olistění:

stupeň poškození		průměrné olistění		
		2 roky před zánikem	1 rok před zánikem	v roce zániku
0 celkem		—	67,5	60,9
1 celkem		—	65,1	48,2
2 celkem		61,3	54,5	38,9
3 celkem		50,0	49,8	29,0
stromová třída	4+3	61,1	55,8	32,5
ve 3. stupni	2+1	40,0	41,0	24,4

Víme-li, jak se vyvíjelo olistění stromů, které jsme již zastihli ve fázi úplného zániku, může být položena otázka, jaká část stromů z určité třídy (stupně) olistění tento poměrně rychlý vývoj prodělává, kolik je jich časem vyřazeno z porostní stavby, tedy jaká je možnost předvídat vývoj stromu a porostu podle olistění.

Analyzovat mortalitu a letalitu podle stupňů poškození bylo možné jen v souboru všech jedenácti ploch vcelku. Pro jednotlivé stupně poškození porostu jsme nedostali úplnou odpověď proto, že některé třídy olistění byly málo zastoupeny. Mortalita měla cenu pouhé informace a její meze nebylo možno vůbec stanovit. Konečně i z prostého porovnání stupňů poškození bylo patrné, že mortalita v určité třídě olistění byla víceméně stejná bez ohledu na stupeň poškození. Proto neuvádíme analytické tabulky pro stupně poškození a předkládáme pouze souhrnnou tabulku VI pro všechny porosty.

V našem materiálu se mortalita v souboru stromů s 60 % olistěním, tj. s kritickým olistěním, pohybovala mezi 40 až 50 % za tři roky. Znamená to, že po pěti letech přežije jen menší část stromů a ta bude pro příští porostní stavbu málo významná. Mortalita v souborech stromů s nižším stupněm olistění je ještě větší. Do jednoho roku odumře každý strom, u kterého zaznamenáme 10 až 20 % olistění. Přežije-li některý z nich, je to náhodný jev. Naopak 90 až 100 % olistění je možno považovat za znak zdravých jedinců a je neobvyklé, aby strom s takovým olistěním odumřel během jednoho roku.

VI. Struktura stupňů olistění živých stromů v roce 1963 a mortalita v průběhu tří let. Souborný materiál. — Structure of the degrees of leafiness in living trees in the year 1963 and mortality in the course of three years. Summarized material

Stupeň olistění	Počet stromů k 1. 1. 1963	1. rok	2. rok	3. rok	Celkem	Mortalita % P	Meze mortality očekávané s 95% pravděpodobností	
							P _d	P _h
10	35	35	—	—	35	100,0	95,5	100,0
20	36	32	4	—	36			
30	48	24	6	10	40			
40	62	19	17	3	39	83,3	64,4	91,0
50	117	16	23	13	52	50,8	44,2	57,4
60	211	28	33	31	92	43,6	37,0	50,2
70	351	14	42	25	81	23,1	18,6	27,6
80	450	20	22	15	57	12,7	9,7	15,7
90+100	494	2	5	2	9	1,8	0,8	3,4
celkem	1804	190	152	99	441	×	×	×

ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Jednotlivý plně olistěný strom může vlivem SO₂ dospět až do úplně odlistěného stadia, které bezprostředně končí zánikem. Mezi oběma krajními hranicemi se strom nachází na různém stupni životaschopnosti souvisejícím s fenotypovou odolností. Cílem studie bylo odpovědět na otázku, zda olistění jako snadno postižitelný znak může být výrazem těchto důležitých životních projevů v imisním území.

Jako měřítko rezistence je olistění ovšem jen jedním kritériem, aproximací skutečné rezistence. V o g l aj. (1965) to vyjádřil tak, že je třeba rozlišovat rezistenci a regenerační schopnost dřeviny jako víceleté rostliny a rezistenci asimilačního orgánu jako jedné části. Rezistence organismu může být správně posouzena jen komplexně podle růstových projevů a podle schopnosti prodělavat úplný věkový vývoj včetně plodivosti. Avšak s ohledem na způsob, kterým dochází ke styku dřeviny s SO₂, považujeme rezistenci asimilačního ústrojí za základní. Konečně se konají i biochemické rozborů listů pro diagnózu poškození. Z tohoto důvodu a podle získaných poznatků považujeme za možné a z technického hlediska za výhodné usuzovat podle celkového olistění na reakci stromů na SO₂ a přibližně hodnotit individuální fenotypovou odolnost, sledovat rozsah a průběh tohoto jevu.

Na základě olistění bylo tedy možné sledovat závislost poškození imisemi na cenotickém postavení stromů. V nepoškozených víceméně zapojených porostech s ustupující stromovou třídou klesá její průměrné olistění vlivem zmenšující se intenzity světla. Ukazuje se, že jednoznačnost tohoto vztahu bude zachována potud, pokud budou stromové třídy v porostu normálně zastoupeny. Zásahem SO₂ je tento vztah porušen a olistění nabývá ve stromových třídách hodnot, které

jsou podmíněny širokým komplexem vnějších i vnitřních činitelů. Se stupňující se intenzitou imisí postihuje odlisťování stále více horní vrstvu a zůstává jen menší část stromů, které odolaly dosavadnímu stupni selekce. Počínaje střední intenzitou imisí nemá odlisťování (poškození) souvislost se stromovou třídou a zánik stromu je již jen důsledkem nedostatečného olisťování bez ohledu na stromovou třídu. Členění v pět stromových tříd, které mají v normálních růstových poměrech vyhraněný obsah, je pak nadbytečné a jako základní a postačující se jeví rozdělení na stromy horní a spodní vrstvy.

Rozdíly olisťování podle stupňů volnosti koruny v rámci stromové třídy jsou rovněž nevýznamné. Do fenotypové odolnosti tedy nepronikneme hlouběji ani přes kombinaci obou cenotických kritérií. Fenotypová odolnost není tedy prakticky ovlivněna postavením jedince v porostu. Toto zjištění téměř vylučuje možnost skupinové selekce rezistentních jedinců podle cenotických kategorií. Je však nesporné, že nemá smyslu hledat relativně odolné jedince mezi těmi složkami porostu, které se důsledkem cenotického postavení a pro další vlivy dostávají nebo již jsou hluboko pod životním optimem. Strom reaguje na SO_2 podle celkové konstituce, která je založena širěji než na pouhém vztahu jedinců v porostu a odolnost je pouze relativní. Není absolutně odolných jedinců, jsou jen jedinci různě tolerantní k dané intenzitě imisí.

Přes tuto skutečnost je nutno usilovat o uspokojivou prognózu vývoje stromu. V imisním území má prvořadý význam předpověď přežívání stromů, poněvadž mortalita dosahuje značných rozměrů a je jí narušen celý další vývoj porostu. Spolehlivá prognóza vývoje stromu je obtížná i v normálních poměrech, protože na jeho růstu se uplatňuje nahodile mnoho vnějších vlivů. Přistupuje-li k tomu ještě vliv imisí, které v interakci s počasím zasahují porost v náhodných množstvích a čase, jsou opodstatněné pochyby, zda je za takových okolností předpověď na významnou dobu vůbec možná.

Tato studie přesněji chraničila možnost takové prognózy. Usnadňuje ji respektování aktuálního olisťování, počínaje již slabě poškozenými porosty. Je tomu však třeba rozumět tak, že celá skupina stromů vymezená stupněm olisťování je charakterizována převládající tendencí přežívání. Není tedy možné podle olisťování přisuzovat určitou délku doby přežití každému jednotlivému stromu. Ta je závislá na nekontrolovatelném souhrnu činitelů působících spolu s imisemi. Zásadně je pravděpodobnost přežití tím menší, čím má strom nižší olisťování. Při 10-20% olisťování odumírá do roka a naopak strom olisťovaný z 90 až 100%, který považujeme za fenotypicky odolný, odumírá s tímto olisťováním zcela náhodně a zřejmě v důsledku působení jiných vlivů. Kritickým olisťováním je 60-70% olisťování, které signalizuje, že byla překročena hranice vnitřní rovnováhy stromu, od které strom spěje k zániku.

Předložené výsledky ukazují, že olisťování smrku je uspokojivým kritériem nejen pro konstatování aktuálního zdravotního stavu, nýbrž do určité míry i pro předpověď dalšího vývoje stromu. Pro příště bude možno na jeho základě sledovat dlouhodobé změny porostu i rozhodovat o hospodářských zásazích.

Došlo dne 1. 7. 1971

Literatura

1. ASSMANN E., 1961, Waldertragskunde. BVL München, Bonn, Wien
2. BAUMGARTNER A., 1967, Entwicklung der forstlichen Meteorologie. Forstwiss. Cbl. 86 : 156-175, 201-220

3. FERDA J., 1953, Vliv kouřových plynů na množství a poškození jehlic smrčových porostů. *Práce VÚL ČSR* 5 : 285-295
4. HÁJEK J., 1960, Teorie pravděpodobnostního výběru s aplikacemi na výběrová šetření. ČSAV, Praha
5. KRAFT G., 1884, Zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungen. Hannover
6. MATERNA J., 1956, Příspěvek k otázce působení kouřových plynů v Krušných horách. *Práce VÚL ČSR* 11 : 159-172
7. PELZ E., MATERNA J., 1964, Beiträge zum Problem der individuellen Rauchhärte. *Archiv f. Forstw.* 13 : 177-210
8. PRIEHÄUSER H., 1958, Die Fichtenvariationen und -Kombinationen des Bayerischen Waldes nach phänotypischen Merkmalen. *Forstwiss. Cbl.* 77 : 151-171
9. SYLVEN N., 1909, Studier över granens formriktedom särskilt dess förgreningstyper och dess skogliga värde. *Medd. fr. Staatens Skogsförsöksanstalt Stockholm* 6 : 57-117
10. TESAŘ V., 1966, Počáteční působení kysličníku siřičitého na smrkové porosty středního věku. *Lesnický časopis* 12 : 815-829
11. VOGL M., BÖRTITZ S., POLSTER H., 1965, Physiologische und biochemische Beiträge zur Rauchschadenforschung. *Biol. Zbl.* 84 : 763-777
12. WEBER E., 1956, Grundriß der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner. Jena, G. Fischer Verlag

Облиствение дерева как критерий оценки состояния еловых насаждений на подвергнутой имиссии территории

Под воздействием двуокиси серы ель постепенно теряет свою хвою и наконец отмирает. Между полным облиствением и отмиранием дерева находится в разной степени жизнеспособности, связанной с фенотиповой устойчивостью. Результаты оценки повреждения или устойчивости по отдельным признакам ассимиляционного аппарата не отвечают трудоемкости определения. Поэтому в работе проверяется возможность использования для данной цели такого облиствения, которое определено как доля фактического количества хвои из потенциального количества, т. е. максимального, какое живая часть кроны могла бы иметь в оптимальных местных условиях. Облиствение отражает общее состояние хвойной массы, данной разветвлением, количеством лет хвои, густотой и длиной иголок.

Облиствение изучалось в 13 еловых насаждениях в возрасте от 40 до 70 лет с разной степенью поражения имиссией между 6-м и 9-м годами после создания тепловой электростанции. В отдельности анализировали 590 деревьев, отмерших в течение 3 лет, и 1970 деревьев, выдержавших действие имиссии. Данные были количественно обработаны и оценены на основе математическо-статистических гипотез.

Доказано, что облиствение удовлетворительным образом приближается к фенотиповой устойчивости, которая исключительно относительна по отношению к существующей интенсивности имиссии и лишь при наличии слабой интенсивности (I степени) связана с цено-тическим положением дерева в насаждении, выраженным классом дерева по Крафту, степенью освобождения кроны по Ассманну или комбинацией обоих признаков (табл. I). При средней (ст. 2) и особенно сильной (ст. 3) интенсивности имиссии как облиствение, так и повреждение дерева в 5-ти классах практически одинаковы, может отличаться лишь главный уровень насаждения от второстепенного (диагр.). Отмирание дерева — результат слабого облиствения независимо от класса дерева (табл. II).

60—70%-ое облиствение — критическая граница, после которой дерево осуждено к отмиранию. Вероятность его спасения тем меньше, чем слабее облиствение. Степень облиствения позволяет в известной мере предугадать его развитие (табл. III). Продолжительность жизни нельзя приписывать каждому дереву в отдельности, лишь вся группа деревьев, характеризующаяся степенью облиствения, может отличаться тенденцией отмирания (табл. VI), которую следует учесть.

На основе данных исследования приемлемым и практически возможным представляется определение меры повреждения и жизнеспособности дерева на основе глазомерного определения его облиствения.

Tree Foliage as a Criterion for the Appreciation of the State of Norway Spruce Stands in an Immission Area

Norway spruce, if exposed to the activity of sulfur dioxide, loses gradually its needles and finally dies off. Between the stages of full foliage and dying off, the tree finds itself in various grades of viability, this being connected with its phenotypic resistance. Assessment of injury or resistance by partial characters of assimilation apparatus gives no results which would be adequate to the labour expended to this examination. The study examines therefore the possibilities of using foliage as a criterion for this purpose; foliage is defined here as a portion of actual amount of needles from their potential amount, i. e. the maximum foliage that the living part of tree crown might possess under optimal local conditions. This term means a total mass of needles determined by branching, number of needle years, density and length of needles.

Foliage was studied in 13 Norway spruce stands aged 40—70 years with different degree of contamination caused by exhalations within the period of the sixth to the ninth years of the existence of a heat and power station. Separate foliage analyses were made on 590 trees which died off within the period of three years and 1970 trees which survived the injurious activity of immissions. The data obtained were processed by card punch machines and evaluated on the basis of mathematical-statistical hypotheses.

It was found that foliage approximates satisfactorily to the phenotypic resistance. This fact is exclusively relative to the existing intensity of immissions and, only in their weak intensity (grade 1), it is in connection with the coenotic position of tree in the stand, expressed by tree class by Kraft, degree of setting free of crown by Assmann, or by the combination of the both criteria (table I). In the medium (grade 2) and especially in the heavy (grade 3) intensity of immissions, both the foliage and the injury caused to tree are practically equal in all five tree classes, whereby at most the dominant stand storey differs from the second storey (graph). Tree death is caused by a small leafage, regardless to tree class (table II).

Foliage rate of 60—70 % is a critical limit, beneath of which the tree draws to the death. The lower is the foliage %, the lower is the probability of survival. Respecting of foliage makes it possible to forecast tree development (table III) to some degree. However, the length of survival period must not be attributed to all individual trees, and it is only the whole tree group, characterized by foliage degree, which shows a prevailing tendency of dying off (table VI) that may be taken into account.

Basing on the results of this study, it is taken for feasible and practically possible to assess the injury of tree and its viability by ocularly found foliage.

Die Benadelung des Baumes als Kriterium für die Beurteilung des Standes von Fichtenbeständen im Immissionsgebiet

Durch die Wirkung von Schwefeldioxyd verliert die Fichte nach und nach ihre Nadeln und stirbt schließlich ab. Im Zeitraum zwischen der vollen Benadelung und dem Absterben befindet sich der Baum auf verschiedener Lebensfähigkeitsstufe, die im Zusammenhang mit der phänotypischen Resistenz steht. Die Beurteilung der Beschädigung, bzw. der Widerstandsfähigkeit nach den Teilmerkmalen des Assimilationsapparates bietet keine solchen Resultate, die der Schwierigkeit der Ermittlung entsprechen würden. Aus diesem Grund überprüft die Studie die Möglichkeit der Heranziehung der Benadelung zu diesem Zweck; die Benadelung wird definiert als ein Anteil der tatsächlichen Nadelmenge von der potentiellen Menge, d. h. der höchsten, die der lebendige Teil der Krone unter optimalen Ortsbedingungen besitzen könnte. Die Benadelung charakterisiert den Gesamteindruck über die der Nadelmenge, die durch die Bezweigung, die Anzahl der Nadeljahrgänge, die Dichte und Länge der Nadeln bestimmt wird.

Man beobachtete die Benadelung bei 13 Fichtenbeständen im Alter von 40 bis 70 Jahren, die in verschiedenem Grade von Immissionen betroffen worden waren, u. zw. zwischen dem sechsten und neunten Jahre nach dem Aufbau des Wär-

mekraftwerkes. Man analysierte gesondert die Benadelung von 590 Bäumen, die während drei Jahren abgestorben sind, und 1970 Bäume, die die bisherige Wirkung von Immissionen überstanden. Die Angaben wurden zahlenmäßig bearbeitet und auf Grund der mathematisch-statistischen Hypothesen ausgewertet.

Man konnte den Nachweis erbringen, daß sich die Benadelung der Phänotypen-Widerstandsfähigkeit in befriedigendem Maße nähert. Diese Widerstandsfähigkeit ist ausschließlich relativ in Beziehung zur bestehenden Immissionsintensität und hängt nur bei schwacher Intensität (Grad 1) mit der zönotischen Stellung des Baumes im Bestand zusammen, ausgedrückt durch die Baumklasse nach Kraft, durch den Freistellungsgrad der Krone nach Assmann, oder durch die Kombination der beiden Merkmale (Tab. I). Bei mittelmäßiger (Grad 2) und namentlich bei starker (Grad 3) Intensität der Immissionen ist die Benadelung und die Beschädigung des Baumes in fünf Baumklassen praktisch dieselbe und es unterscheidet sich höchstens das Hauptniveau des Bestandes vom Nebenniveau (graph. Darstellung). Das Baumabsterben ist eine Folgerung der geringen Benadelung, ohne Rücksicht auf die Baumklasse (Tab. II).

Die Benadelung von 60 bis 70 % bildet eine kritische Grenze, von der der Baum zum Absterben gelangt. Die Wahrscheinlichkeit des Überlebens ist um so geringer, je niedriger die Benadelung des Baumes ist. Die Beachtung des Benadelungsgrades ermöglicht in einem bestimmten Maße die Voraussage der Entwicklung des Baumes (Tab. III). Die Zeitlänge des Überlebens kann bei einem einzelnen Baum nicht festgesetzt werden; nur eine ganze, durch den Benadelungsgrad charakterisierte Baumgruppe zeichnet sich durch eine überwiegende Tendenz des Absterbens aus (Tab. VI), mit der gerechnet werden kann.

Auf Grund der Ergebnisse dieser Studie hält man es für annehmbar und praktisch möglich, das Schädigungsmaß und das Überlebensvermögen eines Baumes nach der sichtbar ermittelten Benadelung zu beurteilen.

Foliation de l'arbre en tant que critère pour l'appréciation de l'état des peuplements d'épicéa sur le territoire atteint d'immissions

C'est par suite de l'action de l'anhydride sulfureux que l'épicéa perd successivement les aiguilles et dépérit à la fin. Entre la pleine foliation et le dépérissement, l'arbre se trouve au degré différent de viabilité qui est en rapport avec la résistance phénotypique. L'évaluation de l'endommagement, respectivement de la résistance d'après les caractères parties de l'appareil d'assimilation ne donne pas les résultats proportionnels à la difficulté qu'exige l'identification. C'est pour cela que l'étude vérifie la possibilité d'utiliser à cette fin la foliation qui est définie comme la proportion du volume réel d'aiguilles sur le volume potentiel, c'est-à-dire le volume le plus élevé que la partie vivante de la cime pourrait accuser dans des conditions locales optima. La foliation représente la perception totale de la masse d'aiguilles qui est déterminée par le branchage, le nombre d'années des aiguilles, la densité et la longueur des aiguilles particulières.

La foliation était suivie dans 13 peuplements d'épicéa à l'âge de 40 à 70 ans, au stade différent d'attaque par les immissions, entre la sixième et neuvième année, à la suite de la naissance de la centrale thermique. On a analysé séparément la foliation de 590 arbres qui ont péri au cours de trois années et de 1970 arbres qui ont survécu à l'action continue des immissions. Les données étaient soumises au traitement numérique et évaluées sur la base des hypothèses mathématico-statistiques.

Il a été prouvé que le taux de foliation se rapproche d'une façon satisfaisante de la résistance phénotypique. Cette résistance est exclusivement relative par rapport à l'intensité existante des immissions, n'étant en effet en rapport qu'en cas de faible intensité (degré 1) avec la position cénotique de l'arbre dans le peuplement, exprimée par la classe d'arbres selon Kraft, par le degré de dégagement de la cime selon Assmann ou par la combinaison des deux caractères (tableau I). Quand l'intensité des immissions est moyenne (degré 2) et surtout forte (degré 3), la foliation et l'endommagement des arbres dans les cinq classes d'arbres sont pratiquement identiques, ce n'est en effet tout au plus que l'étage dominant du peuplement qui diffère de l'étage dominé (voir le graphique). La destruction de l'arbre est la conséquence d'une faible foliation, indépendamment de la classe d'arbres (tableau II).

Le taux de foliation entre 60 et 70 p. 100 constitue le seuil critique, à partir duquel l'arbre s'achemine vers sa ruine. La probabilité de survie est d'autant plus petite que la foliation de l'arbre est plus faible. Le taux de foliation, si l'on le prend en considération, permet de prévoir, dans une certaine mesure, le développement de l'arbre (tableau III). La durée de survie ne peut être attribuée à chaque arbre en particulier, ce n'est en effet qu'un groupe entier d'arbres, caractérisé par le taux déterminé de foliation qui accuse la tendance prédominante vers le dépérissement (tableau VI), avec laquelle on peut compter.

Sur la base des résultats de l'étude on considère comme acceptable et pratiquement possible d'apprécier le taux d'endommagement de l'arbre et sa viabilité d'après la foliation identifiée à vue d'oeil.

Adresy autorů:

Ing. Vladimír Tesař, CSc., Výzkumná stanice VÚLHM, Opočno
Ing. Božena Temmllová, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti,
Zbraslav - Strnady

■ Produkční ztráty vlivem škodlivých imisí v lesních porostech jsou obvykle chápány jako ztráty přímé, vyplývající z omezené produkční schopnosti lesa. Jde především o ztráty na přírůstu poškozovaných porostů a o přírůstové ztráty z proředění a předčasné likvidace porostů a z opožděného zalesnění holin. Dále ztráty ze záměny dřevin a ostatních preventivních pěstebních opatření, spojených zpravidla s omezením produkce dřevní hmoty, ztráty z omezení plodnosti matečných porostů a ztížení přirozené a umělé obnovy.

K těmto přímým ztrátám se řadí ztráty ze snížené kvality dřeva a ze zhoršené sortimentace, vedoucí k nižšímu zpeněžení dřeva. Za ekonomické ztráty je možno považovat i zvýšené náklady na těžební i pěstební práce a na celý provoz lesního hospodářství v kouřových oblastech. K těmto tzv. vyčíslitelným ztrátám (S k ý p a l a 1970) se přiřazují nevyčíslitelné škody formulované někdy jako nepřímé ztráty zejména na mimoprodukčních funkcích lesa a odhadované někdy na několiknásobek přímých ztrát (P e l z 1966).

Z přímých produkčních ztrát připadá nejvyšší podíl zpravidla na snížení přírůstu poškozovaných porostů, zejména v oblastech s dlouhodobým, chronickým působením škodlivých imisí. Tak Z á r u b a a Š a t n ý (1964) při vyhodnocení ochrannářského průzkumu v kouřové oblasti Krušných hor a Děčínského Sněžníku uvádí, že ztráty na přírůstu poškozovaných porostů dosahují téměř 87 % celkových ztrát. Podobně při náhradě škod ve smrkových a bukových porostech v okolí továrny na draslo v NSR prokázaných podrobnou vědeckou studií (V i n š 1969) představovaly přírůstové ztráty cca 75 % všech ztrát (ústní sdělení).

Z těchto příkladů je patrné, že problematice zjištění poklesu přírůstu v imisemi poškozovaných porostech v souvislosti s ekonomickým hodnocením kouřových škod je oprávněně věnována věnována prořadná pozornost. Samotným průkazem poklesu přírůstu ovšem není možné prokazovat kouřové škody. Průkaz toho, že jde o přírůstové ztráty vyvolané působením imisí, je nutné zpravidla přinést jinými metodami: především meteorologickými a biochemickými (sledováním rozptylu a koncentrací škodlivin v ovzduší, zjištěním zvýšeného obsahu některých látek v rostlinných orgánech, vnějšími projevy poškození a řadou dalších testovacích metod — M a t e r n a 1969). Zjištění přírůstových ztrát však vyjadřuje kvantitativně míru poškození, a tím i poskytuje podklady pro ekonomické hodnocení kouřových škod.

Problematika zjišťování běžného přírůstu v lesních porostech je sama o sobě značně komplikovaná a obtížná (viz příslušná dendrometrická a taxační literatura); tím obtížnější je průkazné zjištění přírůstových změn, vyvolaných některým z vnějších faktorů často ve značně nehomogenních poměrech porostní struktury nebo stanovištních podmínek.

V podstatě je možné použít dvou základních metod:

1. opakované zjištění stavu porostů (pomocí zvolených taxačních veličin) na začátku a konci sledovaného období a odvození přírůstu z jejich rozdílu (tloušťkový přírůst, resp. přírůst kruhové plochy, výškový přírůst, hmotový přírůst),

2. jednorázové šetření na konci kontrolovaného období a zjištění přírůstu rozbořem růstových vrstev dřeva na vzorcích ze stojících nebo zmýcených vzorníků (tloušťkový přírůst, resp. přírůst kruhové plochy vývrtovou metodou, výškový přírůst a změny výtvarnice pro stanovení hmotového přírůstu při použití kmenových analýz).

Z hlediska volby taxačních veličin je největší význam prisuzován výčetní tloušťce, resp. kruhové ploše a jejímu přírůstu. Je základní, nejspolehlivěji a nejnázne měřitelnou komponentou hmotového přírůstu. Za určitých podmínek, obzvláště při hodnocení přírůstových změn za kratší období v alespoň přibližně srovnatelných porostech středního a staršího věku, kde změny výtvarnice a výškového přírůstu jsou pro určení hmotového přírůstu (hroubí) podružné, je možné tloušťkový přírůst, resp. přírůst kruhové plochy položit za základ srovnávacích šetření (A s s m a n n 1961, H i l d e b r a n d t 1967).

Volba metody stanovení tloušťkového přírůstu je dána především tím, o jaký druh šetření jde, s jakou přesností a spolehlivostí jsou výsledky požadovány a jaké prostředky a čas je pro šetření k dispozici. Každá z metod má však určité základní předpoklady, jejichž opomenutí nebo nedodržení může vést k chybným nebo zkresleným výsledkům.

METODA OPAKOVANÝCH INVENTARIZACÍ

Zjištění tloušťkového přírůstu z rozdílu měřených výčetních tlouštěk stromů na počátku a konci sledovaného období je vhodné použít zejména v těch případech, kdy dlouhodobým sledováním na trvalých zkusných plochách v dosud imisemi nedotčené nebo jen slabě zasažené oblasti má být sledován vývoj škod nově budovaného zdroje imisí. Přírůstové šetření je zde zpravidla spojováno se sledováním zvýšené mortality jednotlivých stromů v porostech a sledováním rozptylu a koncentrací škodlivin v ovzduší i ostatních příznaků poškození lesních porostů vhodnými analytickými metodami. V některých případech je možné použít tuto metodu s vhodnou aplikací některé z reprezentativních statistických metod (např. metody systematického výběru kruhových ploch v ekvidistantní síti — S c h m i d 1967) i pro velkoplošnou diagnózu kouřových škod spojenou se sledováním jejich vývoje ve zvolených etapách výstavby nebo likvidace zdrojů imisí.

Z hlediska požadavků na přesnost a průkaznost dendrometrického šetření je tato metoda velice náročná na pečlivost provedení venkovních prací a sledování

ploch. Základním požadavkem je přísná evidence stromového inventáře ve zkušné ploše (nejvhodněji očíslováním všech stromů) a přesné měření výčetních průměrů ve dvou na sebe kolmých směrech nebo měření obvodu kmene na vyznačeném měřišti vhodnými pomůckami (milimetrová průměrka, obvodové pásmo).

V každém případě však tato metoda vyžaduje dvojí šetření na trvalých plochách s maximální možnou přesností při zjišťování taxačních veličin. Dlouhodobost, nákladnost a vysoké nároky na venkovní šetření jsou také největší nevýhodou těchto metod, které jsou převážně určeny pro přesné výzkumné hodnocení trvale sledovaných ploch. Další nevýhodou je to, že nemohou poskytnout představu o předcházejícím vývoji porostů a tudíž ani o přírůstovém trendu, který je zpravidla předcházejícím vývojem porostu ovlivněn. Tím je vyloučena i možnost ověření srovnatelnosti dílčích ploch z hlediska průběhu přírůstu předcházejícího období.

METODA JEDNORÁZOVÉHO ŠETŘENÍ

Naproti tomu metoda jednorázového zjištění stavu porostů (taxační zjištění zásob a strukturální výstavby porostů) spolu se zjištěním běžného přírůstu uplynulého období letokruhovými analýzami na vzorcích dřeva stojících nebo zmýcených vzorníků je vhodná zejména pro velkoplošné diagnózy poškození lesních porostů imisemi. S výhodou ji však lze použít i pro detailní rozbory přírůstových změn u jednotlivých komponent porostů a další detailní otázky výzkumu mechanismu působení imisí na růstové procesy v lesních porostech, stejně jako pro sledování vývoje škod s možností jejich rekonstrukce do minulosti. Fytometrická hodnota šířek letokruhů, vyjadřující souhrnně stav ekologických podmínek růstu jednotlivých stromů během vegetačního období, je zde využívána ke kvalitativnímu a kvantitativnímu zjištění přírůstových změn (v případě kouřových škod přírůstových ztrát), vyvolaných sledovaným faktorem.

V obecných metodických principech vychází z vývrtové metody zjišťování tloušťkového přírůstu v lesních porostech, která se v posledním desetiletí velmi intenzívně rozvíjela a stále nabývá na významu zejména v hospodářské úpravě lesů (K u r t h, S c h m i d 1961, Š m e l k o 1965, H i l d e b r a n t 1967). K rozpracování této metody pro produkčně ekologické hodnocení přírůstových změn s použitím některých principů dendrochronologických a dendroklimatologických metodických postupů došlo právě při použití letokruhových analýz pro průkaz kouřových škod (V i n š 1961b, 1962a, 1965; P o l l a n s c h ü t z 1962, 1966, 1967, 1971). Využití takto rozpracované vývrtové metody je vhodné i v řadě dalších produkčně ekologických šetření (V i n š 1970); např. byla již použita při hodnocení výsledků hnojení v lesních porostech (V i n š, M a t e r n a 1970, V i n š 1971), nebo při hodnocení přírůstových ztrát ve smrkových porostech způsobených žírem mnišky (V i n š, Š v e s t k a 1971) apod. Výhody vývrtové metody:

1. možnost hodnotit vliv sledovaného faktoru i po delším časovém úseku bez nezbytnosti nákladných výchozích šetření a sledování trvalých zkušných ploch;

2. možnost přesvědčit se o srovnatelnosti ploch i z hlediska předcházejícího vývoje porostu podle přírůstového trendu, s případnou možností srovnávat v relativních hodnotách přírůstu i porosty různého věku a různých stanovištních bonit;

3. vysoká přesnost zjištění tloušťkového přírůstu (resp. přírůstu kruhové plochy) jednorázovým proměřením šířek letokruhů na vzorcích dřeva ze vzorníků ve výběrových souborech o dostatečném rozsahu podle biometrických zásad;

4. spolehlivost laboratorního zpracování letokruhových analýz na vzorcích dřeva vhodnou metodikou (včetně verifikace výsledků měření) spolu s možností maximálního využití moderní měřicí a výpočetní techniky.

V laboratoři produkční ekologie Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti jsme pro tyto výhody vývrtovou metodou podstatně rozpracovali jak z hlediska metodického, tak z hlediska vývoje přístrojové techniky a využití samočinných počítačů. Jen v souvislosti s problematikou kroužkových škod jsme analyzovali již více než 10 000 vývrtů, což představuje změření více než půl miliónu šířek letokruhů. Její využití při kontrole produkce v daleko širším měřítku než dosud je velmi nadějně; předpokládá však zpracování letokruhových analýz v dobře vybavené laboratoři a dodržení základních předpokladů a zásad biometrického hodnocení (V i n š 1970).

PORUCHY V TVORBĚ LETOKRUHŮ JAKO ZDROJ CHYB

Z hlediska použití letokruhových analýz pro průkaz kroužkových škod je třeba zdůraznit některé specifické zvláštnosti metodických postupů. Je to především problematika poruch v tvorbě letokruhů jako zdroje chyb při zjišťování běžného přírůstu (V i n š 1966). Nepravidelnosti v činnosti kambia a ukládání růstových vrstev dřeva na kmene stromu během jednoho vegetačního období se projevují na příčném řezu kmene buď jako chybějící (nevytvořené nebo nediferencované) letokruhy, nebo naopak jako letokruhy nepravé (zdánlivé, falešné). Poruchy v tvorbě letokruhů — zejména výskyt chybějících letokruhů — většinou souvisí s potlačením životních funkcí stromu nebo jeho jednotlivých částí ať již v důsledku přirozeného vylučování, stárnutí a odumírání ve vývoji porostu, nepříznivých podmínek půdních a především klimatických, nebo přímého poškození stromu škodlivými vlivy (H a r t i g 1869, R u b n e r 1910, F l u r y 1926, R e u k e m a 1959, B o r o t a 1961, V i n š 1961a aj.).

V dosavadní odborné literatuře — zvláště dendrometrické — byla však tato otázka možného zdroje chyb vývrtové metody přehlížena a i poměrně rozsáhlé studie o přírůstových ztrátách v kroužkových oblastech, založené na letokruhových analýzách ji neuvažují (L a t h e, M c C a l l u m 1939, S c h e f f e r, H e d c o c k 1955, L u x 1965).

Při zpracování obsáhlého materiálu letokruhových analýz v naší laboratoři se však potvrdilo, že zejména vlivem působení imisí dochází ve zvýšené míře k poruchám v tvorbě letokruhů v souvislosti s celkovou přírůstovou depresí v poškozovaných porostech. Zejména četné rozbory ve smrkových porostech prokazují, že k častějšímu výskytu poruch dochází u stromů v porostech zařazených ve vyšším stupni poškození (V i n š, L u d e r a 1967, V i n š, T e s a ř 1969). Nepravidelnostmi v tvorbě letokruhů jsou vždy také více postiženy stromy potlačených a podúrovňových stromových tříd než stromy předrůstavé a úrovněvé (V i n š, M a t e r n a 1968). Podobně byly zjištěny poruchy v tvorbě letokruhů i v borových porostech na písčích v okolí továrny na hnojiva (tabulka I), jejíž výroba byla v roce 1961 podstatně rozšířena (V i n š, M r k v a 1971). Naproti tomu v bukových porostech i pod silným vlivem imisí továrny na draslo v NSR (V i n š 1969) jsme nezjistili při analýze vždy 4 poloměrů na

Zkusná plocha		1	2	3	4	Kontrola
Předrůstavé stromy	A%	48	19	—	—	—
	Bn	1,8	1,3	—	—	—
Úrovňové stromy	A%	74	44	28	25	2
	Bn	3,1	1,8	1,7	1,9	1,0
Podúrovňové stromy	A%	76	87	87	65	30
	Bn	4,5	4,4	3,4	3,6	1,4

A% — relativní počet stromů s chybějícími letokruhy z celkového počtu stromů ve skupině;
Bn — průměrný počet chybějících letokruhů na stromech s poruchami v tvorbě letokruhů.

výřezech ze 760 vzorníků výskyt chybějících letokruhů ani při výrazné a dlouhodobé přírůstové depresi, kdy průměrná šířka letokruhů se často pohybovala v hodnotách několika desetin milimetru.

Je zřejmé, že u jehličanů při větší přírůstové depresi dochází k těmto poruchám (v našich šetřeních nebylo potvrzeno opačné zjištění v borových porostech uváděné Steinem 1966). Naproti tomu listnáče vykazují pravděpodobně pravidelnější růst, což zejména u kruhovitě pórovitých dřevin je potvrzováno i v literatuře (Elling 1966).

Vedle výskytu chybějících (nevytvořených nebo nediferencovaných) letokruhů je často zdrojem chyb také přehlédnutí slabě vytvořených nitkových letokruhů nebo naopak započítání nepravého letokruhu, ev. jeho náznaku při sériovém měření. Zejména na neupravených vzorcích odebraných přírůstovým nebo zezem, analyzovaných v terénu, není výjimkou přehlédnutí 3-4 užších letokruhů při odměřování tloušťkového přírůstu 5letých period (zkušenosti z laboratorních analýz vývrtů z PVP). Je zřejmé, že snadno tak mohou vzniknout i značné systematické chyby tím, že při výpočtu běžného ročního nebo periodického přírůstu zanedbávají nulové hodnoty přírůstu jednoho nebo několika let a místo nich se započítají hodnoty šířek letokruhů z předcházejícího období.

Tyto chyby mohou při letokruhových analýzách — zanedbá-li se metodický postup, který by je odhalil — podstatně ovlivnit výsledky stanovení tloušťkového přírůstu stromů i porostů a v případě krouhových škod mohou vést ke značnému zkreslení (podhodnocení) přírůstových ztrát.

VERIFIKACE VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ

Prokázat exaktním způsobem poruchy nebo nepravdivosti v tvorbě letokruhů je zpravidla velmi obtížné. Chybějící nebo nevytvořené letokruhy v určitých částech kmene neboli tzv. vyklínování růstových vrstev dřeva je možné zachytit především na podélném — radiálním řezu kmene (Hartig 1891 aj.). Tato metoda nepřichází v úvahu při běžných přírůstových šetřeních a zbývá proto jediná možnost verifikace změřených letokruhových sérií pomocí dendochronologické metody založené na kolísání šířek letokruhů rok od roku v závislosti na měnících se vnějších podmínkách růstu.

Metody verifikace měření šířek letokruhů na vzorcích dřev jsou zvláště v dendrochronologické literatuře podrobně rozpracovány a obšírně popsány (Glock 1937, Douglass 1940, Ageter, Glock 1965). Nejjednodušší metoda porovnání dvou letokruhových sérií záleží v tom, že vzájemným posouváním dvou letokruhových křivek se hledá poloha, v níž existuje největší shoda v jejich kolísání zejména v obdobích typických výkyvů. Došlo-li k chybě při měření a sestrojení letokruhové křivky, nesouhlasí výkyvy v celém průběhu, neboť část srovnávané křivky je proti správné křivce posunuta o tolik letokruhů, kolik jich bylo vynecháno (např. jako nulových hodnot šířek letokruhů při výskytu chybějících letokruhů) nebo připočteno (nepravé letokruhy, nepravidelnosti v tvorbě pozdního dřeva).

Pro usnadnění synchronizace velkého počtu individuálních letokruhových sérií při biometrickém hodnocení letokruhových analýz se nám nejvíce osvědčilo jednoduché znázornění těchto letokruhových křivek v lineárním měřítku (intervaly jednotlivých roků na ose x po 2 mm a desetinasobné zvětšení šířek letokruhů na ose y) na průsvitném papíru. Průhledem dvou nebo několika na sobě položených křivek je možné pak postupně sladit jednotlivé úseky křivek, a tím je i snadné datovat (Vinš 1967).

Je možné použít i další dendrochronologické metody, založené na početním hodnocení shody v průběhu letokruhových křivek. Letokruhové křivky rok od roku stoupají nebo klesají podle toho, je-li šířka letokruhů v následujícím roce větší nebo menší než v předcházejícím roce. Vznikne-li u dvou srovnávaných křivek v některém roce rozdílný trend v průběhu křivky (u jedné stoupá, u druhé klesá), je to označeno jako neshoda (protiběžnost). Procentuální počet těchto neshod z počtu letokruhů porovnávaných křivek je označován jako procento protiběžnosti a vyjadřuje podobnost (příbuznost) srovnávaných křivek (Huber 1943, Huber, Jazewitsch 1950, Eckstein, Bauch 1969).

PROMĚNLIVOST ŠÍŘEK LETOKRUHŮ

Dalším poznatkem významným jak pro vlastní metodiku přírůstových šetrnění v kouřových oblastech, tak pro osvětlení účinku kouřových exhalací na jednotlivé stromy v porostu je zjištění, že současně s poklesem průměrné šířky letokruhů v poškozených porostech dochází také k podstatnému zvětšení jejich proměnlivosti. Toto zjištění na vzornících středních kmenů jednotlivých trvalých výzkumných ploch se potvrdilo i při podrobném rozboru letokruhových analýz na vývrtech ze všech stromů pokusné plochy s vápněním v kouřové oblasti (Vinš, Materna 1968) a v dalších rozborech. Vzestup variačního koeficientu šířky letokruhů se stoupající intenzitou poškození je prokázán ve všech skupinách stromů podle stromových tříd; u podúrovňových stromů je rozptyl šířek letokruhů ve všech případech větší než u stromů úrovnňových a předrůstavých. Proměnlivost šířky letokruhů v období před působením imisí se však výrazněji nezvětšuje vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek, projevujících se v kolísání šířek letokruhů rok od roku. Z toho je možné vyvodit, že zvětšení rozptylu není způsobeno každým negativním vlivem, vyvolávajícím pokles přírůstu, nýbrž že při působení imisí dochází k intenzivní diferenciaci stromů odolných a méně odolných vůči škodlivému působení exhalátů, která mnohonásobně překračuje intenzitu růstové diferenciaci nepoškozovaného porostu.

Vedle tohoto dokladu o zřejmě existující intraspecifické rezistenci vůči imisím je však nutno toto zjištění respektovat především při metodických postupech

přirůstových šetření v kouřových oblastech; pro zajištění statistické průkaznosti zjištěných výsledků je třeba podstatně zvýšit rozsah výběrového souboru (počet vývrtů) v závislosti na stupni poškození a zvětšeném variačním koeficientu, než jak je obvyklé u nepoškozovaných porostů.

SEPARACE VLIVU IMISÍ

Pro zjištění přirůstových změn vyvolaných některým z vnějších faktorů se obvykle používá srovnání s normálním průběhem přirůstu, neovlivněným sledovaným faktorem. V některých pracích použité porovnání s tabulkovými hodnotami může poskytnout jen velmi hrubý odhad odchylek přirůstu konkrétních poškozených porostů od normálu, udávaného v tabulkách, a je pro přesné zjištění přirůstových ztrát zpravidla nedostačující. Obvyklejší je proto porovnání přirůstu poškozených porostů s přirůstem vzdálenějších nepoškozovaných porostů jako kontrolou (obdobu experimentálního uspořádání polních pokusů). V absolutních hodnotách je toto srovnání ovšem možné pouze tehdy, když jsou srovnávané porosty co do velikosti a průběhu přirůstu v období před působením imisí naprosto shodné. Tato podmínka je ovšem zejména při průkazu přirůstových ztrát v širším okolí zdroje imisí většinou těžko splnitelná. U porostů, které vykazují alespoň shodný trend přirůstu, i když se velikosti přirůstu odchylují (především tedy u porostů stejně starých a s podobným předcházejícím vývojem porostu), je vhodné použít alespoň jednoduchého způsobu výpočtu relativních přirůstových hodnot sledovaného období ve vztahu k průměrnému přirůstu v předcházející alespoň desetileté periodě (viz např. A b e t z, M e r k e l, S c h a i r e r 1964).

Při velkoplošné diagnóze kouřových škod i při podrobných rozborech přirůstu v jednotlivých porostech (např. při sledování přirůstové reakce jednotlivých komponent porostu na působení imisí) se však často setkáváme s porosty různého věku a rozdílné stanovištní bonity, u nichž se jak absolutní hodnoty přirůstu, tak jeho trend v období před působením imisí vzájemně výrazně liší. V těch případech se osvědčila aplikace dendroklimatologické metody, vyjadřující šířku letokruhů relativně ve vztahu k odpovídajícím vyrovnaným hodnotám přirůstového trendu (N ä s s l u n d 1942, M i k o l a 1950, R u d a k o v 1952 aj.). Jde vlastně o relativní vyjádření odchylek od normálu, používané někdy v meteorologii, přičemž dlouhodobý „normál“ je definován růstovou funkcí, zachycující obecný průběh přirůstu v závislosti na věku, stanovištní bonitě a dalších dlouhodobě působících faktorech (např. způsob založení porostu a jeho další ovlivnění hospodářskými zásahy apod.). Letokruhový index je v procentuálním vyjádření dán poměrem:

$$\frac{\text{skutečná šířka letokruhů} \times 100}{\text{odpovídající vyrovnaná hodnota přirůstového trendu}}$$

Zvláště použití samočinných počítačů umožňuje volbu různých funkcí pro vyrovnání přirůstového trendu metodou nejmenších čtverců (P o l l a n s c h ü t z 1966, F r i t t s a kol. 1969 aj.). Ve většině případů však původně používaná hyperbolická funkce (N ä s s l u n d 1942, V i n š 1962a) vhodně aproximuje průběh tloušťkového přirůstu. Předpokladem pro použití této metody je, aby letokruhová série z období před působením imisí, použitá pro vyrovnání, byla

dostatečně dlouhá (alespoň 30–40 let) a aby průběh přírůstu nebyl rušen dalšími vnějšími vlivy (např. prosvětlením porostu apod.). Trend přírůstu se pak do sledovaného období působení imisí jako podklad pro výpočet letokruhových indexů u všech souborů (tedy i u kontrolních porostů) extrapoluje.

Po přepočtu absolutních hodnot šířek letokruhů (ve vhodné seskupených souborech vzorníků se shodným přírůstovým trendem) na relativní hodnoty letokruhových indexů je možné vzájemně porovnávat a tedy i slučovat jednotlivé stromy i celé porosty různého věku a rozdílné stanovištní bonity v jejich přírůstové reakci na sledovaný vnější faktor — vliv imisí. Relativní pokles tloušťkového přírůstu je pak vyjádřen v procentech přírůstu kontrolních porostů a z něho lze jednoduchým doplňkem do 100 % zjistit relativní přírůstové ztráty, resp. procento ztrát tloušťkového přírůstu.

Vzhledem k tomu, že při výpočtu přírůstu kruhové plochy podle vzorce

$$\Delta K = \pi (d_{1,3} \cdot \Delta r - \Delta r^2)$$

je druhý člen rozdílu zejména ve starších porostech v poměru k prvnímu členu zanedbatelně malý, je možné pokládat takto zjištěné procento ztrát tloušťkového přírůstu i za procento ztrát na přírůstu kruhové plochy, a tím (se zanedbáním eventuálních změn výškového přírůstu a výtvarnice) i za procento ztrát hmotového přírůstu.

Letokruhové analýzy poskytují ještě další metodickou možnost separace sledovaného vnějšího faktoru dendroklimatologickou metodou, a to vyjádřením vztahu přírůstu k souboru povětrnostních faktorů. V případě nalezení dostatečně silného vztahu v období před působením škodlivých imisí, je možné pro samotné poškozené porosty — bez porovnávání s kontrolními nepoškozenými porosty — vyhodnotit vliv imisí odděleně od ostatních proměnlivě působících faktorů (např. Vinš 1963). Tato metoda zvláště ve středoevropských poměrech však vyžaduje uskutečnění rozsáhlejších dendroklimatologických výzkumů a pro běžné použití průkazu přírůstových ztrát bude pravděpodobně méně výhodná.

LABORATORNÍ A VÝPOČETNÍ TECHNIKA PŘI LETOKRUHOVÝCH ANALÝZÁCH

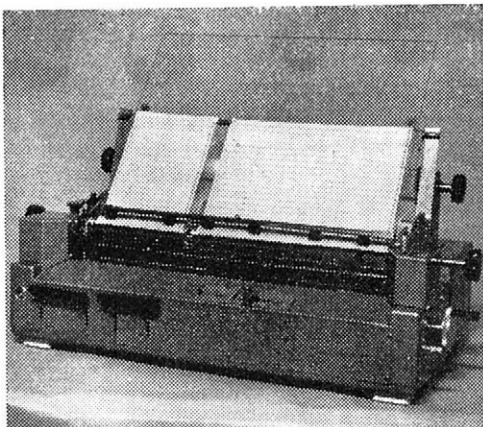
Z hlediska možností biometrického hodnocení přírůstových změn vystupuje do popředí zejména otázka racionalizace technických postupů při letokruhových analýzách. Krátce po vybavení laboratoře Eklundovým strojem na měření letokruhů švédské firmy ADDO v roce 1958 (Eklund 1950) se v souvislosti s použitím letokruhových analýz pro průkaz kouřových škod vynořila potřeba doplnit automatickou číselnou registraci také registrací grafickou. Zkonstruovali jsme proto bodový zapisovač, který jako vynášecí adaptér k základnímu Eklundovu stroji nebo jinému měřicímu mikroskopu současně s měřením automaticky pořizuje bodový záznam letokruhové (derivační) a růstové (sumační) křivky (Vinš 1962b, Čs. patent č. 104096). Takto získaný grafický záznam letokruhové křivky na průsvitném papíru je možné s výhodou použít pro grafickou synchronizaci letokruhových křivek při verifikaci výsledků měření. Po dlouhodobých zkouškách a ověření metody se v současné době zlepšeného typu bodového zapisovače používá na čtyřech vědeckých ústavech v Československu, vybavených již základním Eklundovým strojem a postupně jsou ústavem realizovány i dodávky do zahraničí.

S potřebou další mechanizace výpočetních prací se ukázala i potřeba automatické registrace dat při měření šířek letokruhů v podobě, která by umožnila přímý vstup do samočinného počítače (viz např. nový model Eklundova stroje na měření letokruhů, který je dodáván v ceně téměř 50 000 švýcarských franků). Pro tyto účely jsme zkonstruovali vlastní registrační měřicí mikroskop, kde jako zapisovací jednotka je použit stránkový dálnopis. Princip přístroje záleží v tom, že otáčky mikrometrického šroubu budí ve speciálním snímači elektrické impulsy, které jsou v elektronickém dekodéru sečteny a dekodovány pro zápis na dálnopisu. Numerický zápis a vyděrování děrné pásky o rozsahu 4 míst (měření šířek letokruhů s přesností na setiny milimetru) probíhá automaticky po nastavení odměřené šířky letokruhu pod mikroskopem současně s grafickým záznamem na bodovém zapisovači. Použití dálnopisu jako registrační jednotky umožňuje zápis indikačních údajů jednotlivých vzorků v alfanumerické podobě již při měření, stejně jako všestranné využití tohoto přístroje při případných opravách děrné pásky po verifikaci výsledků měření a při pořizování podkladů pro vstup do počítače přímo v laboratoři.

Spojení tohoto elektronického měřicího mikroskopu, který svým provedením a funkcí dosahuje světových parametrů obdobně konstruovaných přístrojů, s mechanickým bodovým zapisovačem poskytuje automatickou grafickou a číselnou registraci naměřených hodnot šířek letokruhů se současným pořízením záznamu těchto hodnot na děrné pásce, kterou lze použít jako přímý vstup do samočinného počítače. Tím je umožněno zpracovat v laboratoři s vysokou přesností a spolehlivostí rozsáhlý letokruhový materiál a současně je ulehčeno i využití další mechanizace výpočetních prací při jeho hodnocení.

Původní použití děroštitkových strojů pro hodnocení letokruhových analýz bylo v posledních letech nahrazeno vypracováním dvou základních programů pro samočinné počítače. V prvním programu pro malý samočinný počítač Cellatron 8206, instalovaný v ústavu, je ze souboru individuálních letokruhových sérií vypočítána průměrná letokrhová série a podklady pro početní verifikaci výsledků měření výpočtem procenta protiběžnosti každé individuální série jednak na průměrnou sérii, jednak na samostatně do programu vkládanou standardní sérii. Tento výpočet je doplněn ověřením výskytu typických minim přírůstu a výpisem nesouhlasných minim (tabulka II).

Výstup vypočítané průměrné letokrhové série na děrné pásce je opět použit jako přímý vstup do samočinného počítače Minsk 22, kde je ve výpočetním programu zahrnuta aproximace empirických hodnot zvolenou funkcí a výpočet letokruhových indexů a jejich čtverců pro jednotlivé roky. Tento výpočet je doplněn další charakteristikou kolísání letokrhové křivky — koefi-



1. Bodový zapisovač jako doplňkové zařízení měřicího mikroskopu pro automatickou grafickou registraci letokruhových a růstových křivek při letokruhových analýzách (čs. patent č. 104096). — Point recorder as a supplementary equipment of the measuring microscope for automatic graphical recording of growth rings and growth curves in growth ring analyses (Czechoslovak patent nr. 104096)

II. Vzor výpisu samočinného počítače Cellatron podle programu pro letokruhové analýzy. — Sample of Cellatron computer output by the program for growth ring analyses

1041709 1 87 12 1 0

Kontrolní součet

1084	—	1084	=	0
1123	—	1123	=	0
1203	—	1203	=	0
773	—	773	=	0
920	—	920	=	0
1065	—	1065	=	0
991	—	991	=	0
1051	—	1051	=	0
890	—	890	=	0
982	—	982	=	0

Průměrná serie

12	12	12	12	9	14	17	15	15	18
16	14	10	6	9	10	14	13	15	16
13	17	20	28	24	18	21	17	19	13
17	18	17	17	16	18	25	19	17	16
16	19	22	20	23	20	14	15	15	14
17	19	15	23	19	22	18	20	22	16
19	20	19	23	15	14	14	21	25	
69 /	1168								

Procento protibeznosti

na průměrnou serii

na standard

Nesouhlasná minima

1	15,0 %	1	20,0 %	1	
2	11,8 %	2	21,3 %	2	1957
3	16,7 %	3	31,2 %	3	1924
4	15,1 %	4	13,2 %	4	1957 1941
5	10,7 %	5	23,2 %	5	1941 1924
6	12,3 %	6	21,1 %	6	1941 1924
7	6,9 %	7	20,7 %	7	1966
8	9,8 %	8	0,0 %	8	1924
9	10,0 %	9	20,0 %	9	1957
10	19,0 %	10	24,1 %	10	1924 1918
		0	9,8 %	0	

cientem citlivosti — a výpočtem přírůstu a přírůstového procenta kruhové plochy v pětiletých periodách. Vedle toho je možné pro vhodná seskupení dílčích souborů doplnit program výpočtem dalších potřebných statistických charakteristik a podkladů pro biometrické testování (tabulka III).

III. Vzor výpisu samočinného počítače Minsk podle programu pro letokruhové analýzy. — Sample of Minsk computer output by the program for growth ring analyses

DREVINA	7
CISLO PLOCHY	4219
STANOVISTE	1
ZASTOUPENÍ	1
VYČETNÍ PRŮMĚR	2810,00
POČET LETOKRUHU	52

APROXIMACE HYPERBOLOU $Y = A + B/X$

KOEFICIENTY APROXIMACE

,941945990/ 1
,497224572/ 3

ROK	X	SÍRKA LETOKRUHU NAMERENA	APROXIM.	LETOKRUH. INDEX
1966	65,0	19,0000	17,0691	111,3125
1965	64,0	16,0000	17,1886	93,0850
1964	63,0	15,0000	17,3119	86,6455
1963	62,0	18,0000	17,4392	103,2157
1962	61,0	16,0000	17,5707	91,0608
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
1919	18,0	43,0000	37,0430	116,0812
1918	17,0	44,0000	38,6680	113,7893
1917	16,0	34,0000	40,4960	83,9589
1916	15,0	45,0000	42,5678	105,7138
9915	14,0	35,0000	44,9355	77,8894

SOUCET ČTVERCU ODCHYLEK ,904462087/ 3

KOEFICIENT CITLIVOSTI S 20LETOU PERIODOU

1966 AZ 1947 S = 0,3105
1946 AZ 1927 S = -1,0361

PETILETY PERIODICKY PRIRŮST KRUHOVÉ PLOCHY

1966 AZ 1962	K = 719374,3050	D = 2810,00
1961 AZ 1957	K = 836872,9850	D = 2642,00
1956 AZ 1952	K = 562520,8910	D = 2432,00
1951 AZ 1947	K = 512846,0430	D = 2280,00
1946 AZ 1942	K = 680704,4440	D = 2132,00

atd.

SOUHRN

Dosavadními výsledky výzkumu ve světovém měřítku bylo prokázáno, že škodlivý vliv imisí v lesních porostech se ve svých důsledcích projevuje v poklesu tloušťkového přírůstku, který v krajních případech vede až k jeho úplnému zastavení a předčasnému odumření celého stromu. U různých dřevin stejně jako v jednotlivých složkách porostu se vliv imisí projevuje odchylně. Rovněž interak-

ce povětrnostních podmínek a koncentrací škodlivin v ovzduší ovlivňuje výskyt a velikost přírůstových ztrát.

Rozpracováním původních metodických postupů (Vinš 1961, 1962 — viz také Pollanschutz 1970) a vybavením laboratoře produkční ekologie moderní přístrojovou technikou s možností přímého navázání na výpočetní techniku samočinných počítačů, kterým se ústav řadí mezi špičková světová pracoviště v tomto oboru, jsou dány předpoklady pro řešení dalších dílčích otázek vlivu imisí na produkci lesních porostů. Otevřena zůstává zejména otázka diferenciace poklesu přírůstu s věkem a sociálním postavením stromu v porostu a otázka restituce produkčních procesů po odstranění škodlivin. Vedle těchto otázek má výzkum poskytnout podklady pro ekonomické hodnocení ztrát v hlavních kouřových oblastech a pro volbu vhodných hospodářských opatření ke zmírnění škod.

Z uvedeného nástinu a rozboru problematiky vyplývá, že zejména modifikovaná vývrtová metoda se stává při hodnocení přírůstových ztrát v lesních porostech podobně jako při mnohých jiných produkčně ekologických otázkách účinnou metodou kontroly produkčních procesů a hodnocení přírůstových změn jak ve výzkumu, tak v provozní praxi.

Došlo dne 1. 7. 1971

Literatura

1. ABETZ P., MERKEL O., SCHEIRER E., 1964, Düngungsversuche in Fichtenbeständen Südbadens. Allg. Forst- u. Jagdztg., 135, č. 10 : 247-262
2. AGERTER S. R., GLOCK W. S., 1965, An Annotated Bibliography of Tree Growth and Growth Rings 1950—1962. Univ. of Arizona Press, Tucson : 1-180
3. ASSMANN E., 1961, Waldertragskunde. München
4. BOROTA J., 1961, Nepravidelnosť pri tvorbe letokruhov v rovnovekom poraste. Les 11 : 332-336
5. DOUGLASS A. E., 1940, Editorial: A Bibliography. Tree-Ring Bulletin 6, č. 4 : 26-27
6. ECKSTEIN D., BAUCH J., 1969, Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. Forstwiss. Centralbl. 88, č. 4 : 230-250
7. EKLUND B., 1950, Skogsforskningsinstitutes årsringmätningssmaskiner (the Swedish Forest Research Institutes machines for measuring annual rings). Medd. fran Statens Skogsforskningsinst. 38, č. 5 : 1-77
8. ELLING W., 1966, Untersuchungen über das Jahrringverhalten der Schwarzerle. Flora, Abt. B 156 : 155-201
9. FLURY P., 1926, Über gewisse Störungen in der Jahrringbildung. Schw. Zeitschr. f. Forstwesen 77, č. 6 : 141-146
10. FRITTS H. C., 1963, Computer programs for tree-ring research. Tree-Ring Bulletin 25, č. 3-4 : 2-7
11. FRITTS H. C., MOSIMANN J. E., BOTTOROFF C. P., 1969, A revised computer program for standardizing tree-ring series. Tree-Ring Bulletin 29 : 15-20
12. GLOCK W. S., 1937, Principles and Methods of Tree-Ring Analysis. Carnegie Inst. Publ. 486 : 1-100
13. HARTIG R., 1869, Aussetzen der Jahresringe bei unterdrückten Stämmen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1 : 471-476
14. HILDEBRANT G., 1967, Der laufende Zuwachs in der Forsteinrichtung. Schrift. d. Forstl. Abt. der Albert-Ludwigs-Univ. Freiburg 6 : 1-201

15. HUBER B., 1943, Über die Sicherheit jahrringchronologischer Datierung. Holz 6, č. 10-12 : 263-268
16. HUBER B., JAZEWITSCH W., 1950, Aus der Praxis der Jahrring-Analyse. Allgem. Forstzeitschr. 5, č. 42 : 443-444, 5, č. 49 : 527-529
17. KURTH A., SCHMID P., 1961, Über die Bestimmung des Volumenzuwachses durch Zuwachsbohrung. Ber. d. 13. IUFRO-Kongres, Wien
18. LATHE F. E., McCALLUM A. W., 1939, The Effect of Sulphur Dioxide on the Diameter Increment of Conifers. Effect of Sulphur Dioxide on Vegetation, National Research Council of Canada, Ottawa : 174-206
19. LUX H., 1965, Ergebnisse von Zuwachsuntersuchungen (Bohrspananalysen) im Rauchschadensgebiet Dübener Heide. Archiv für Forstwesen 14, č. 10 : 1103-1121
20. NÄSLUND M., 1942, Den gamla norrlandska granskogens reaktionsförmaga efter genomhuggning. Medd. Stat. skogsförsöksanst. 33 : 1-212
21. MATERNA J., 1969, Vliv znečištěného ovzduší na lesní porosty a lesní hospodářství. Ochrana ovzduší 1, č. 1 : 69-77
22. MIKOLA P., 1950, Puiden kasvun vaitheluista ja niiden merkityksestä kasvatutkimuksissa (angl. res.). Communicationes Inst. For. Fen. 38, č. 5 : 1-131
23. PELZ E., 1966, Auswirkungen von Luftverunreinigungen und Problematik einer ökonomischen Bewertung der Schäden. Wiss. Zeitschr. d. TU Dresden 15, č. 1 : 27-31
24. POLLANSCHÜTZ J., 1962, Rauschadenfeststellung unter besonderer Berücksichtigung von Bohrkernanalysen. Forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn, Informationsdienst, Folge 55
25. POLLANSCHÜTZ J., 1966, Verfahren zur objektiven „Abschätzung“ (Messung) verminderter Zuwachsleistung von Einzelbäumen und Beständen. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt 73 : 129-200
26. POLLANSCHÜTZ J., 1967, Objektive Ermittlung der Auswirkung äußerer Einflüsse auf die Zuwachsleistung. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt 77, č. 1 : 227-246
27. POLLANSCHÜTZ J., 1971, Die ertragskundlichen Meßmethoden zur Erkennung und Beurteilung von forstlichen Rauchschäden. Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt 77 : 155-206
28. REUKEMA D. L., 1959, Missing annual rings in branches of young-growth Douglas-fir. Ecology 40, č. 3 : 480-482
29. RUBNER K., 1910, Das Hungern des Cambiums und das Aussetzen der Jahrringe. Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft. 8 : 212-222
30. RUDAKOV V. E., 1952, Metod obrabotki godičnych kolec dërevjev dlja vyjavlenija kolebanij klimata na ich toščinu. Dokl. Ak. Nauk SSSR 84, č. 1 : 169-171
31. SCHEFFER T. C., HEDGCOCK G. G., 1955, Injury to Northwestern Forest Trees by Sulphur Dioxide from Smelters. U. S. Dept. of Agriculture, Technical Bulletin 1117 : 1-48
32. SCHMID P., 1967, Die Weiterentwicklung der Leistungskontrolle in der Schweiz. Wiss. Zeitschr. d. Techn. Univ. Dresden 16 : 545-549
33. SKÝPALA J., 1970, Ekonomické zhodnocení vlivu průmyslových exhalací na lesní hospodářství. Záv. Zpráva VÚLHM - koncept
34. STEIN G., 1966, Metoda velkoprostorové diagnózy kouřových škod v lesích Krušných hor uskutečněná v letech 1964-1966 a její výsledek. Vliv průmyslových exhalací na lesní hospodářství (sborník referátů), Jánské Lázně : 61-73
35. ŠMELKO Š., 1965, Základy určování hrubkového přírůstku stromů a porostů. Bratislava
36. VINŠ B., 1961a, Störungen in der Jahrringbildung durch Rauchschäden. Communicationes inst. forest. Czechosloveniae 2 : 155-157
37. VINŠ B., 1961b, Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod. Část I. Metodický příspěvek k zpracování letokruhových analýz. Lesnictví 8 : 753-770
38. VINŠ B., 1962a, Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod. Část II. Příspěvek k hodnocení letokruhových analýz. Lesnictví 4 : 263-280
39. VINŠ B., 1962b, Vynášecí adaptér k Eklundovu stroji na měření letokruhů. Lesnictví 3 : 215-218

40. VINŠ B., 1963, Dendroklimatický průkaz kouřových škod. Sborník dokumentů III bioklim. konference v Praze : 337-352
41. VINŠ B., 1965, A method of smoke injury evaluation - determination of increment decrease. *Communicationes Inst. For. Českosloveniae* : 235-245
42. VINŠ B., 1966, Störungen in der Jahrringbildung als Fehlerquellen bei der Zuwachsbohrung. *Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen* 42, č. 4 : 217-232
43. VINŠ B., 1967, Beitrag zur technischen Durchführung der Jahrringanalysen (Die Verifikationsmethode). *Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt* 77, č. 1 : 263-276
44. VINŠ B., 1969, Wissenschaftliche Untersuchung über die Höhe der Zuwachsverluste an Fichte und Buche in der Umgebung des Kaliwerks Königshall-Hindenburg im Rodetal über Göttingen. Gutachten in der Schadensache Burbach Kaliwerke AG./Forstgenossenschaft der Realgem. Nörten-Hardenberg. VÚLHM : 136 str., 40 tab., 24 obr. (rozmnoženo jako rukopis)
45. VINŠ B., 1970, Methods and Use of Tree Ring Analyses in Czechoslovakia. In *Tree-ring analysis with special references to Northwest America*. Univ. of B. C., Fac. of For., Bull. No. 7 : 67-73
46. VINŠ B., 1971, K problematice hodnocení výsledků hnojení v lesních porostech. Souhrn referátů ze semináře „Hnojení půd v lesních porostech“ ČSAZ-ÚVTI Praha : 49-59
47. VINŠ B., LUDERA J., 1967, Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod (část III. Hodnocení vývoje běžného přírůstu na trvalých zkusných plochách a kalkulace celkových přírůstových ztrát v decenniu 1954—1963). *Lesnický časopis* 13, č. 5 : 409-444
48. VINŠ B., MATERNA J., 1968, Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod a vlivu hnojení. *Práce VÚLHM* 35 : 233-264
49. VINŠ B., MATERNA J., 1969, Anwendung der Jahrringanalysen zur Auswertung von Betriebsdüngung. *Proceedings of the 3rd International Conference on Forest Yield „Forest Fertilization“* - Prague : 303-316
50. VINŠ B., MRKVA R., 1970, Zjištění přírůstových ztrát v borových porostech v okolí továrny na hnojiva. Záv. zpráva VÚLHM : 47 str. (rozmnoženo jako rukopis)
51. VINŠ B., ŠVESTKA M., 1971, Vliv žíru mnišky na tloušťkový růst smrku. Záv. zpráva VÚLHM — v tisku
52. VINŠ B., TESAR V., 1969, Přírůstové ztráty vlivem kouřových exhalací na Trutnovsku. *Práce VÚLHM* 38 : 139-158
53. ZÁRUBA C., ŠATNÝ V., 1964, Výsledky ochrannářského průzkumu státně důležité oblasti Krušných hor a Děčínského Sněžníku. ÚHÚL Brandýs n. L., cyklost. : 1-83

K problematice определения потерь продукции в задымленных областях

Данные мировых исследований показывают, что вредное влияние имиссии на лесонасаждения проявляется в сокращении прироста по диаметру, что в крайних случаях ведет к полному его прекращению и преждевременному отмиранию всего дерева. У разных пород и породных групп влияние имиссии разное. Также взаимодействие атмосферных условий и концентраций вредных веществ в воздухе влияет на появление и размер потерь прироста.

Разработка первоначальных методических приемов (Vinš 1961, 1962 — см. также Pollanschutz 1970) и оснащение лаборатории продукционной экологии новой аппаратурой, позволяющей непосредственно связаться с вычислительной техникой электронно-вычислительных машин (благодаря которым институт принадлежит к лучшим мировым институтам в данной области), дают предпосылки для решения дальнейших частных вопросов в области влияния имиссии на продукцию лесонасаждений. Открытым остается, в первую очередь, вопрос дифференциации сокращения прироста в зависимости от возраста и социального положения дерева в насаждении и вопрос реституции продукционных про-

цессов после устранения вредных веществ. Наряду с этим, исследование должно дать отправные данные для экономической оценки потерь в главных дымовых областях и выбора подходящих лесохозяйственных мероприятий, направленных на смягчение вреда.

Общие рамки и анализ проблематики показывают, что при оценке потерь лесопроизводства и при решении многих иных производственно-экологических вопросов модифицированный высверловочный метод становится эффективным методом контроля над производственными процессами и оценки изменений прироста как в исследовании, так и производственной практике.

On the Problems of Finding Production Losses in Smoke Areas

The world-wide research results obtained up to now give evidence that the injurious effects of immissions in forest stands occur in the form of the decrease of diameter increment leading in the last resort to its stop and to premature die-back of trees. The effects of immissions are different both in individual tree species and in stand components. The occurrence and size of increment losses are also influenced by the interaction of climate conditions and concentration of pollutants in the atmosphere.

Working out of original methodical procedures (Vinš 1961, 1962 — see also Pollanschütz 1970) and equipment of the laboratory for production ecology with up-to-date techniques linked up to computer processing techniques, which ranges the Institute to the world top working places in this field, bring about favourable conditions for the solution of partial problems concerning the immission effects on the production of forest stands. No solution has been as yet found for the problem of diameter increment decrease differentiation based on age and social position of tree in the stand on the one hand for the problem of restitution of production processes after elimination of pollutants on the other hand. Besides, the research work should provide data necessary for the economic evaluation of losses in the main smoke areas and for the choice of suitable economic measures aimed at the mitigation of injuries.

This outline and analysis of problems indicates that it is namely the modified increment boring method which, in the evaluation of increment losses in forest stands and in the solution of many other production-ecological problems, becomes an efficient method for the control of production processes and for the evaluation of increment changes both in the research work and in the practice.

Zur Problematik der Feststellung von Produktionsverlusten in Rauchgebieten

Durch bisherige Forschungsergebnisse im Weltmaßstab konnte nachgewiesen werden, daß der schädliche Einfluß von Immissionen in den Waldbeständen durch die Herabsetzung des Stärkezuwachses zum Vorschein kommt; dieser wird in äußersten Fällen vollkommen eingestellt und es tritt ein vorzeitiges Absterben des ganzen Baumes ein. Bei verschiedenen Holzarten sowie in den einzelnen Bestandeskomponenten zeigt sich der Einfluß von Immissionen verschiedenartig. Auch die Interaktion der Witterungsbedingungen und die Konzentration der schädlichen Stoffe in der Atmosphäre beeinflussen das Vorkommen und die Höhe der Zuwachsverluste.

Durch eingehende Bearbeitung der ursprünglichen methodischen Vorgänge (Vinš 1961, 1962 — siehe auch Pollanschütz 1970) und durch die Ausstattung des Laboratoriums für Produktionsökologie mit moderner Gerätetechnik mit der Möglichkeit eines direkten Anschließens an die Technik der Rechenanlagen (durch die das Institut zu den erstrangigen Arbeitsstätten in diesem Fachbereich gerechnet werden kann), werden Voraussetzungen für die Lösung weiterer Fragen des Einflusses von Immissionen auf die Produktion von Waldbeständen gegeben. Offen bleibt vor allem die Frage der Differenzierung der Zuwachs-Herabsetzung mit zunehmendem Alter und mit pflanzensoziologischer Stellung des Baumes im Bestande und die Frage der Restitution von Produktionsprozessen nach der Beseitigung von schädlichen Stoffen. Neben diesen Fragen soll die Forschung Unterlagen bieten für ökonomische Bewertung der Verluste in den wichtigsten Rauchgebieten und für die Wahl geeigneter Wirtschaftsmaßnahmen zwecks Verminderung von Schäden.

Aus dem angeführten Umriß und der Analyse der Problematik geht hervor, daß bei der Bewertung von Zuwachsverlusten in den Waldbeständen, ähnlich wie bei vielen anderen produktionsökologischen Fragen die Bohrspannmethode eine wirksame Kontrolle der Produktionsprozesse und der Bewertung von Zuwachsveränderungen sowohl in der Forschung als auch in der Betriebspraxis darstellt.

Sur la problématique relative à l'identification des pertes de production dans les régions abondant en fumées

Les résultats de la recherche jusqu'ici obtenus à l'échelle mondiale ont permis de prouver que l'influence nocive des immissions dans les peuplements forestiers se manifeste dans ses conséquences par la diminution de l'accroissement en épaisseur qui conduit dans les cas extrêmes jusqu'à l'arrêt complet de ce dernier et au dépérissement prématuré de l'arbre tout entier. L'influence des immissions se manifeste d'une façon diverse chez les différentes espèces, aussi bien que dans les composantes particulières du peuplement. De même, l'interaction des conditions atmosphériques et des concentrations de matières nocives dans l'atmosphère influencent l'apparition et l'importance des pertes en accroissements.

Le perfectionnement des procédés méthodiques initiaux (Vinš 1961, 1962 — conf. également Pollanschütz 1970) et l'équipement des laboratoires d'écologie productive en technique moderne, rendant possible la liaison directe avec la technique de calculs effectués aux ordinateurs qui range l'Institut parmi les lieux de travail de réputation mondiale en cette branche, assurent des conditions permettant la solution des questions ultérieures partielles relatives à l'influence des immissions sur la production des peuplements forestiers. Il y a des questions qui restent encore ouvertes, notamment la question de différenciation de la réduction de l'accroissement, due à l'âge et à la situation sociale de l'arbre dans le peuplement et la question de restitution des processus de production à la suite de l'élimination des substances nocives. Outre la solution des questions mentionnées, on impose à la recherche d'assurer les conditions pour l'évaluation économique des pertes dans les régions principales envahies par les fumées et pour le choix des mesures économiques convenables à la réduction des dégâts.

Il ressort de l'ébauche et de l'analyse mentionnées de la problématique que notamment la méthode de sondage modifiée devient, lors de l'évaluation des pertes en accroissements dans les peuplements forestiers, aussi bien que lors de la solution de beaucoup d'autres questions de production de nature écologique, une méthode efficace de contrôle des processus de production et d'évaluation des changements en accroissements, et cela aussi bien dans la recherche que dans la pratique d'exploitation.

Adresa autora:

Ing. Bohuslav Vinš, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti,
Zbraslav - Strnady

■ Znečištění ovzduší v Ostravské průmyslové pánvi patří k nejzávažnější problematice obyvatelstva této oblasti. Za nezávadné životní prostředí se považuje takové, kde množství spadlých pevných nečistot dosahuje v roce maximálně 150 tun/1 km². Taková místa však v Ostravské pánvi již neexistují. Podle dat Hydrometeorologického ústavu, pobočky v Ostravě, činil v roce 1968 absolutní úlet popílku 103 234,3 t, což představuje překročení přípustného úletu o 76 233,8 t. Také obsah plyných exhalátů je nadměrně vysoký a stal se nebezpečnou složkou ovzduší Ostravské pánve. Podle dat uvedeného ústavu a roku činil absolutní úlet plynů, zejména SO₂, 104 517,5 t, což představuje překročení o 66 820,1 t.

Kyslíčník sířičitý se tak stal hlavní součástí plyného znečištění ovzduší, a tím i největším nepřítelem městské zeleně i lesů. Jeho sorpci dřevinami i v zimním období potvrzuje fyziologické usychání stromů, zvláště jehličnanů, v předjarním období. V tomto směru lze očekávat další zhoršování situace. Ostravsko se svými 583 komíny se tak stalo problematikou ovlivňující jak život člověka, zvířectva, tak i zeleně vůbec a v neposlední řadě ovlivňující lesy, které tvoří důležitý krajinnotvorný prvek v této vysoce průmyslové oblasti.

Pro lesní hospodářství zbývá tedy otázka, jak může čelit tomuto silnému tlaku průmyslových exhalátů. Jednou z možností je zaměření výzkumných prací na výběr druhů i ekotypů dřevin relativně rezistentních vůči imisím. K základním problematickým otázkám včasné likvidace holin, vzniklých působením exhalátů na lesní porosty, patří nesporně výběr druhů dřevin vhodných k umělé obnově. Na kouřové imise nereagují jednotlivé druhy a odrůdy dřevin stejně. Problém kouřových škod, zejména při chronickém působení, je především problémem jehličnanů (Wentzel 1963), které jsou více k onemocnění disponovány než listnáče, především pro víceletost jehlic (kromě modřínu) a nižší schopnost regenerace orgánů.

SOUČASNÝ STAV POZNATKŮ

Z odborné literatury jsou známa různá pořadí rezistence lesních dřevin a tato se podle jednotlivých autorů značně liší. Příčiny rozdílného pořadí jsou zejména v rozdílném chemickém obsahu exhalací a také v rozdílnosti stanovištních podmínek. Citlivost je taktéž odlišná podle věku a vývojového stupně dřeviny. Odolnost mladých sazenic se většinou značně liší od odolnosti starších

stromů. Vliv stanoviště může být tak značný, že překryje rozdíly v citlivosti jednotlivých druhů, což platí zejména pro listnáče. Tuto skutečnost lze vysvětlit jednak všeobecně vyššími nároky listnáčů na stanoviště, jednak nižšími až nepatrnými rozdíly v odolnosti jednotlivých druhů proti exhalátům (Pelz 1964).

Vedle rozdílné rezistence podle druhů existuje i individuální specifická odolnost uvnitř jednotlivých druhů dřevin. První zprávy o souvislém výzkumu smrku podali Materna a Pelz (1964). Také u borovice lesní byly zjištěny rozdíly v individuální odolnosti proti kouřovým exhalátům (Pelz 1958, Richtár 1967). V této dílčí práci při studiu kultur nebyla individuální rezistence pojata do výzkumu.

Problematickou výběru a odolnosti dřevin vůči průmyslovým exhalátům se zabývala řada autorů: Ferda (1953), Kasal (1927), Jirgle (1966), Materna (1963, 1966), Pelz (1964), Samek, Materna, Vinš (1963), Šindelář (1965), Tesař (1966), Sobočský (1965), speciálně na Ostravsku Sommer (1900) a Tichý (1965, 1968).

Uvedení autoři spolu s řadou ostatních se pokusili sestavit klasifikaci dřevin podle jejich odolnosti vůči kouřovým exhalacím. Výsledky se však nápadně liší, a to zejména u jehličnanů. V pořadí listnatých dřevin nejsou zásadní rozdíly. Je nutno brát v úvahu, že platnost výsledků je omezena jen na dané pokusné podmínky a nedá se zevšeobecňovat. Přesto se stává studium citlivosti dřevin základním požadavkem v biologii dřevin v exhaláty poškozovaných oblastech. Zvláště naléhavou se stává otázka včasného zalesnění holin, vznikajících po kouřových škodách.

DOSAVIDNÍ POZNATKY O VOLBĚ DŘEVIN V LESÍCH OSTRAVSKÉ PÁNVE

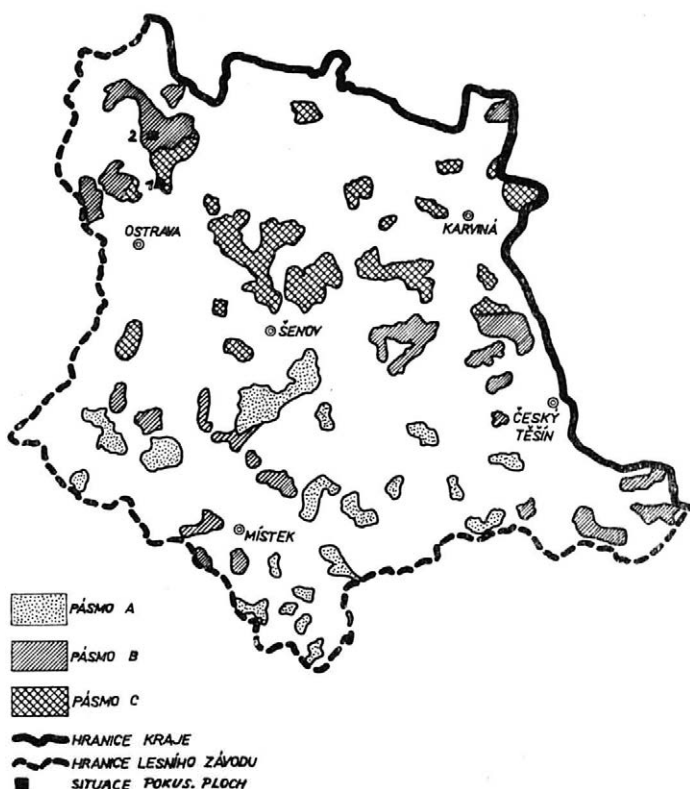
Regionální poznatky se specifickým výzkumem v oblasti pánve jsou velmi sporadické. První zmínka o nutnosti řešení této otázky pochází od porubského lesmistra F. Sommera, který již v roce 1900 navrhuje, aby při zalesňování holin po škodách kouřem bylo používáno listnatých odrostků ve větším sponu. Z jehličnanů doporučuje vejmutovku a borovici černou (ex Nožička 1963).

V posledních letech se danou problematikou zabývá J. Tichý, který sestavil mapu rekonstrukce lesů se znázorněním přirozených rájů, představujících sdružené biogeocenózy. V návrzích dřevin uvádí (pro oblast Účelového lesního závodu v Šenově u Ostravy) jako základní hospodářské dřeviny buk a dub zimní, jako vedlejší modřín, vejmutovku, dub letní, lípu srdčitou a trnovník akát. Obecně Tichý předpokládá, že v poškozované oblasti o výměře 13 400 ha se sníží podíl jehličnanů z 61,3 % na 46,7 %, z toho smrk z více než 50 % současného zastoupení se sníží asi na 20 %. S podstatným zvýšením se počítá u vejmutovky a modřínu. U listnáčů se projektuje podstatné zvýšení buku, který v místních podmínkách dobře prosperuje (Tichý 1965, 1968).

MATERIÁL A METODIKA

K pokusům byly vybrány celkem tři plochy, a to s rozdílnými hodnotami ve spadu popílku, s různým stupněm ohrožení exhaláty i rozdílnými sdruženými lesními typy. Při výběru druhů bylo přihlédnuto k dřevinám, u kterých se předpokládá účelové využití v tomto poškozovaném území, a také k zásobám sazenic, které byly k dispozici v roce výsadby. Z jehličnanů byl použit smrk ztepilý, borovice lesní, modřín evropský a vejmutovka, z listnáčů buk, dub letní a červený, jasan, javor klen, lípa srdčitá, jilm habrolistý a habr.

1. Mapa stupňů poškození lesních porostů účelového LZ Šenov u Ostravy: pásmo A — lesy slabě zasažené exhaláty, pásmo B — lesy středně zasažené exhaláty, pásmo C — lesy silně zasažené exhaláty. — Map of the degrees of the damage caused to the forest stands at the Special-Purpose Forest Enterprise Šenov u Ostravy



Výsadba byla provedena ručně jamkovým způsobem bez předběžné přípravy půdy o velikosti jamek 35×35 cm, ve sponu 1×1 m, a to 100 sazenic od každé dřeviny. Použité sazenice, kromě smrku, vejmutovky a buku, jsou místního původu. Byly vyprodukované v lesní školce Vodňák (220 m n. m.), náležející ÚLZ v Šenově, polesí Šilheřovice, v pásmu ohrožení B. Sazenice smrku jsou původem z LZ Vsetín, polesí Hošťálková (IV. pěst. oblast). Jako jednoletky byly školkovány v uvedené školce. Sazenice vejmutovky jsou původem z USA (stát Washington), sazenice buku jsou původem z LZ Košice. Všechny sazenice a na všech plochách byly vysazeny ve dnech 25., 27. a 28. dubna 1964.

Pokusné plochy byly založeny v obdélníkovém tvaru o jednotlivé výměře 0,18 ha na rozsáhlejších holinách vzniklých kalamitním působením exhalátů. Ihned po výsadbě byly plochy oploceny. Výsadby se nacházejí v V. pěst. oblasti s průměrnou délkou vegetačního období 159 dnů, s průměrnými srážkami 769 mm a s průměrnou teplotou +8,6°C (Hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava 1969).

První měření výšek a tloušťek bylo uskutečněno ihned po výsadbě, tj. 29. a 30. dubna 1964. Další měření navazovala vždy po ukončení vegetačního období k 1. říjnu každého roku. Poslední měření pro matematicko-statistické i grafické vyhodnocení bylo konáno k 1. 10. 1968 a zachycuje tak posouzení sazenic po pět vegetačních období. V měření bylo pokračováno i v letech 1969 a 1970. (Konečné zhodnocení výsadeb bude zpracováno až v roce 1974, tj. 10 let po výsadbě.)

Současné byly zjišťovány úbytky sazenic v důsledku působení exhalátů i jiných činitelů, posuzována vitalita sazenic podle olistění koruny a zdravotní stav. Evidence měřených hodnot spolu s ostatními záznamy byla vedena na kartách samostatně pro každou sazenici. Ošetření kultur vyžínáním bylo konáno dvakrát do roka po dobu 3—5 let, a to v období jarním (květen) a letním (červenec).

Vyhodnoceny jsou pouze plochy č. 1 a č. 2. Plocha č. 3, která byla založena

stejnou metodikou a dřevinami v odd. 613b1, byla značně poškozena při lokalizaci požáru sousední smrkové mlaziny v květnu 1965. Rekonstrukce kultury již nebyla možná, a proto nebyla do vyhodnocení pojata.

POPIS POKUSNÉ PLOCHY Č. 1

Účelový lesní závod Šenov, polesí Šilheřovice, odd. 707 a3. Pásmo ohrožení C (= nejvíce ohroženo exhaláty). Spad popílku 800–1000 t/1 km² ročně. Nadmořská výška: 230 m. Expozice: JV, mírný, pravidelný sklon.

Půdní poměry: matečnou horninu tvoří sprašová hlína se souvislou vrstvou popílku 20–30 cm silnou. Morfologie půdního profilu (sonda odkryta 10. 4. 1969):

0– 5 cm A ₀	souvislý příkrov drnu
5– 20 cm A	šedá vrstva popílku
20– 60 cm B ₁	okrově žlutá, hlinitopísčitá kyprá zemina, čerstvě vlhká
60–100 cm B ₂	uléhavá, rezatě zbarvená zemina s černě žilkovanou čmouhovitostí
100+ cm Cd	sprašová hlína

Výsledky rozborů, konané lesnickou faktultou VŠZ v Brně, katedrou geologie a lesnické pedologie, jsou sestaveny v tabulce I.

Pro úplnost byl po stránce chemické prozkoumán i popílek, který se po celá desetiletí ukládá na horizont A (tabulka II).

I. Výsledek rozboru půdní sondy č. 1. — Results of the analysis of soil probe No. 1

		Horizont — hloubka v cm			
		2–6	10–15	35–45	75–85
pH — H ₂ O		5,65	5,37	3,89	3,98
pH — nKCl		5,13	4,55	3,13	3,15
Diference H ₂ O — nKCl		0,52	0,82	0,76	0,83
Humus %		17,24	11,71	1,64	0,37
Přístupné živiny 1% kyselina citrónová mg/100 g v suš.	CaO	15	84	5	15
	K ₂ O	13	20	2,5	5,5
	P ₂ O ₅	64,52	64,17	4,16	2,0
Dusík mg/100 g v suš.	veškerý	512,7	406,3	36,8	40,6
	přístupný	28,58	11,0	6,22	8,27
	NH ₃ rozp.	3,34	0,77	0,24	0,20
	NH ₃ váz.	0	1,33	1,98	4,14
	NO ₂	0,01	0,005	0	0
	NO ₁	0,10	1,85	0,46	0,05

II. Výsledek rozboru popílku (vzorky odebrány s povrchu z odd. 707a¹). — Results of the analysis of fly ash (samples taken from the surface in part 707a¹)

		Popílek	
		vzorek č. 1	vzorek č. 2
pH — H ₂ O		10,15	9,10
pH — nKCl		5,95	5,97
Diference H ₂ O — nKCl		4,20	3,13
Humus %		0,69	1,93
Přístupné živiny 1% kyselina citrónová mg/100 g v suš.	CaO	830	505
	K ₂ O	130	485
	P ₂ O ₅	81,63	72,73
Dusík mg/100 g v suš.	veškerý	84,1	109,3
	přístupný	26,48	26,48
	NH ₃ rozp.	0,21	0,76
	NH ₃ váz.	0,22	0,21
	NO ₂	stopy	stopy
	NO ₃	0,02	0,04

Z výsledků půdních rozborů je patrné, že samotný popílek vykazuje silně alkalickou reakci. Sonda vykazuje v povrchových horizontech mírnou kyselost, v nižších horizontech je půda kyselá. Podle obsahu humusu jde o půdu silně humózní s dobrou zásobou dusíku. Dusík je zastoupen ve všech formách, což nasvědčuje, že všechny fáze koloběhu N probíhají. Nízké hodnoty NO₃ v povrchové vrstvě s popílkem signalizují částečný útlum nitrifikace. Mikrobiologické výsledky jsou pozoruhodné zejména tím, že se na analyzované ploše projevuje zřetelná tendence ve smyslu — čím více popílku, tím je bohatší mikrobiální život. Projevuje se to nejen na absolutním počtu mikroorganismů, ale i na dalších ukazatelích jako např. v počtu rozkladačů celulózy, producentů fenolodás, na titru Clostridia, poměru plísní k bakteriím i na respirační a katalázové aktivitě.

Exhaláty mají patrně na půdu i na její mikroflóru kombinovaný vliv. Pevná složka exhalátů (popílek) určitým způsobem půdu obohacuje, jak vysvítá z vyšších hodnot přístupného fosforu, dusíku i bohatšího mikrobiálního života. Plyná složka exhalátů, zejména SO₂, působí do jisté míry v opačném smyslu: okysluje půdu, rozpouští a vyplavuje CaO a K₂O, snižuje nitrifikaci.

Plocha je zařazena ke sdruženému lesnímu typu *Fagetum typicum* — typická bučina (LHP 1968—1977), lesní typ: šalvěj lepkavá — *Salvia glutinosa*. V letech 1964—1966 měla celá plocha pokryvnost 100 %, od roku 1967 se pokryvnost snížila v důsledku postupného zapojování kultur na 80 %. Na po-

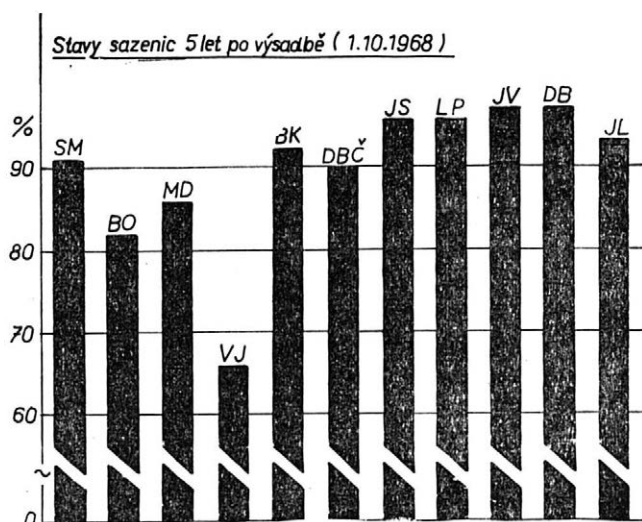
kusné ploše jsou patrný změny struktury rostlinných společenstev, zejména je charakteristický postupný ústup dvouděložných rostlin. Dominantními se stávají jednoděložné, zejména *Calamagrostis epigeios*, která vytváří na osluněných místech ráz třtinové holiny.

K průzkumu bylo použito po 100 sazenicích těchto druhů dřevin: smrk ztepilý, borovice lesní, modřín evropský, vejmutovka, buk lesní, dub letní, dub červený, jasan ztepilý, lípa srdčitá, javor klen a jilm habrolistý.

ZÍSKANÉ VÝSLEDKY

Stavy sazenic 5 let po výsadbě jsou uvedeny v grafu na obr. 2.

Aritmetické průměry výšek a tloušťek za období 5 let po výsadbě jsou sestaveny v tabulce III.



2. Stavy sazenic 5 let po výsadbě (plocha č. 1). — Plant condition 5 years after planting (plot No. 1)

Charakteristika a posouzení jednotlivých druhů dřevin:

Smrk ztepilý (*Picea excelsa* Link.)

Vysazen 4letý, školkovaný. Úbytek za období 1964—1970 činil 9 %. Asi 15 % jedinců má podle vzhledu malou životnost se světlým zabarvením jehlic. Výškový růst je téměř shodný ve srovnání s literaturou (Pleva 1963). Kultura se zapojila až v 7. roce po výsadbě. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 160 cm a tloušťku 30 mm.

Borovice lesní (*Pinus silvestris* L.)

Vysazena 2letá, neškolkovaná. V prvních letech trpěla tlakem mimořádně vitální buřeně. Úbytek za období 1964—1970 činil 20 %. Téměř všichni jedinci jsou napadeni sypavkou (*Lophodermium pinastri* Chev.), asi 13 % sazenic má malou životnost. Sazenice vykazují velmi pomalý výškový i tloušťkový růst, zejména první 4 roky po výsadbě. Kultura dosud není zapojena. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 152 cm a tloušťku 28 cm.

Modřín evropský (*Larix decidua* Mill.)

Vysazen 2letý, neškolkovaný. Úbytek za období 1964—1970 činil 15 %. Již druhým rokem po výsadbě nabýval na růstové intenzitě a rychle odrůstal

III. Aritmetické průměry výšek (v cm) a tloušťek (v mm) za 5 let po výsadbě (plocha č. 1). — Arithmetic means of the heights (cm) and thickness (mm) for the period of 5 years after planting (plot No. 1)

Dřevina	Při výsadbě		1964		1965		1966		1967		1968	
	v.	tl.	v.	tl.	v.	tl.	v.	tl.	v.	tl.	v.	tl.
smrk	21,2	5,3	26,4	6,7	33,8	8,5	52,1	10,5	74,6	15,1	107,9	21,1
borovice	16,0	4,3	21,9	6,1	31,6	8,5	46,0	9,7	59,9	14,6	94,5	18,6
modřín	28,8	6,0	40,2	7,1	72,6	9,4	119,6	13,3	193,4	23,2	288,4	32,0
vejmu- tovka	9,4	3,1	10,9	3,7	14,3	4,9	22,9	5,7	36,2	8,0	53,3	10,2
buk	15,4	4,6	21,0	5,6	30,3	7,1	43,4	8,9	77,4	11,3	121,0	14,8
dub let.	23,1	6,5	34,1	8,1	56,7	10,0	95,1	12,9	141,5	22,8	201,4	30,4
dub čer.	23,4	5,7	30,5	6,7	51,6	8,4	75,9	10,5	122,9	17,5	217,2	23,8
jasan	20,8	5,6	29,2	7,1	45,0	9,5	65,1	12,4	90,5	16,6	134,4	18,7
lípa	27,9	7,0	38,0	8,5	62,6	10,7	91,5	14,2	151,5	20,4	205,4	28,2
klen	25,6	6,2	30,1	7,2	42,2	7,8	60,2	10,0	105,2	17,9	176,1	21,2
jilm	27,0	4,7	34,5	5,7	50,5	6,9	80,1	8,7	108,6	13,4	145,9	17,5

buřeni. Téměř všichni jedinci jsou vitální, bez viditelného poškození nebo fyziologického oslabení. K zapojení kultury došlo již čtvrtým rokem po výsadbě. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 445 cm a tloušťku 49 mm.

Vejmutovka (*Pinus strobus* L.)

Vysazena 2letá, neškolovaná, velmi slabá. Její úbytek za období 1964 až 1970 činil 34 %, ale nelze ho přičítat jen vlivům exhalátů. Tyto vysoké ztráty jsou soustředěny do období prvních tří let po výsadbě, kdy sazenice trpěly silným tlakem buřeně. Asi 10 % sazenic je málo životných. Výškově je kultura značně diferencovaná, výškový i tloušťkový růst je pomalý, dosud není zapojena. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 132 cm a tloušťku 21 mm.

Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

Vysazen 2letý, neškolovaný. Úbytek za období 1964–1970 činil 8 %. Téměř všechny sazenice jsou vitální a bez zjevného poškození. Nápadný růst byl zaznamenán od čtvrtého roku po výsadbě. K zapojení kultury již došlo čtvrtým rokem. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 210 cm a tloušťku 25 mm.

Dub letní (*Quercus robur* L.)

Vysazen 2letý, neškolovaný. Úbytek za období 1964–1970 činil jen 3 %. Téměř všichni jedinci jsou vitální bez viditelného poškození. Vykazuje velmi dobrý výškový i tloušťkový růstový trend. Kultura se zapojila již v pátém roce. V roce 1970 měla průměrnou výšku 310 cm a tloušťku 43 mm.

Dub červený (*Quercus rubra* L.)

Vysazen 2letý, neškolovaný. Úbytek za období roku 1964–1970 činil 10 %. Téměř všichni jedinci jsou vitální, velmi dobře rostoucí. Kultura se zapojila již v pátém roce. V roce 1970 měla průměrnou výšku 370 cm a tloušťku 46 mm.

Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.)

Vysazen 2letý, neškolovaný. Úbytek za období 1964–1970 činil jen 4 %. Asi desetina jedinců je poškozována exhaláty, které působí zvláště na rašící pupeny. Dochází k deformaci listů, morfologické změny připomínají formu „monophylla“. Ostatní jedinci jsou vitální a dobře rostoucí, patrně pro příznivý obsah vápna ve vrstvě popílku. Pátým rokem po výsadbě se kultura zapojila. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 196 cm a tloušťku 26 mm.

Lípa srdčitá (*Tilia cordata* Mill.)

Vysazena 2letá, neškolovaná. Úbytek za období 1964–1970 činil jen 4 %. Téměř všichni jedinci jsou vitální a velmi dobře rostoucí, nejeví žádné znaky poškození, kultura se zapojila již ve čtvrtém roce po výsadbě. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 273 cm a tloušťku 39 mm.

Javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.)

Vysazen 2letý, neškolovaný. Úbytek za období 1964–1970 činil jen 3 %. Pouze 2 % jedinců má podle vzhledu sníženou životnost, ostatní dobře a pravidelně rostou. Po pěti letech se kultura plně zapojila. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 265 cm a tloušťku 31 mm.

Jilm habrolistý (*Ulmus carpiniifolia* Gled.)

Vysazen 2letý, neškolovaný. Úbytek za období 1964–1970 činil 7 %. Téměř všichni jedinci jsou vitální, nepoškození. Roste velmi dobře s rychlým trendem již od třetího roku po výsadbě. Kultura se zapojila již ve čtvrtém roce po výsadbě. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 270 cm a tloušťku 32 mm.

Všechny uvedené dřeviny mají rozprostřen kořenový systém přímo ve vrstvě spádlého popílku.

POPIS POKUSNÉ PLOCHY Č. 2

Účelový lesní závod Šenov, polesí Šilheřovice, odd. 608b1. Pásmo ohrožení B (= středně ohroženo exhaláty). Spad popílku asi 200 t/1 km² ročně. Nadmořská výška: 250 m. Expozice: rovina.

Půdní poměry: matečnou horninou je sprašová hlína bez vrstvy popílku. Morfologie půdního profilu (sonda odkryta 10. 4. 1969):

0— 5 cm A ₀	souvislý příkrov drnu
5— 10 cm A	čerstvě vlhká černozem
10— 15 cm A ₁	tmavě hnědá zemina s výrazným tmavým pruhem
15— 40 cm B ₁	šedožlutá, hlinitá, čerstvě vlhká zemina
40— 80 cm B ₂	okrově žlutá, hlinitojílovitá, uléhavá až silně ulehlá půda
80—100 cm B _g	světle šedá, uléhavá půda s vertikálními čmouhami
100+ cm Cd	sprašová hlína

IV. Výsledek rozboru půdní sondy č. 2. — Results of the analysis of soil sample No. 2

		Horizont — hloubka v cm			
		2—6	10—15	35—45	75—85
pH — H ₂ O		6,0	3,81	3,84	4,0
pH — nKCl		5,39	3,34	3,32	3,60
Diference H ₂ O — nKCl		0,61	0,47	0,52	0,40
Humus %		29,80	18,08	0,60	0,37
Přístupné živiny 1% kyselina citrónová mg/100 g v suš.	CaO	21	21	5	12
	K ₂ O	14	5,50	1	4
	P ₂ O ₅	56,60	32,26	21,60	1,47
Dusík mg/100 g v suš.	veškerý	711,60	742,50	31,80	14,40
	přístupný	37,82	15,83	7,84	10,33
	NH ₃ rozp.	0,69	0,77	0,37	0,43
	NH ₃ váz.	3,51	0,61	0,74	1,89
	NO ₂	0,009	0,002	0	0
	NO ₃	0,13	0,09	0,06	0,05

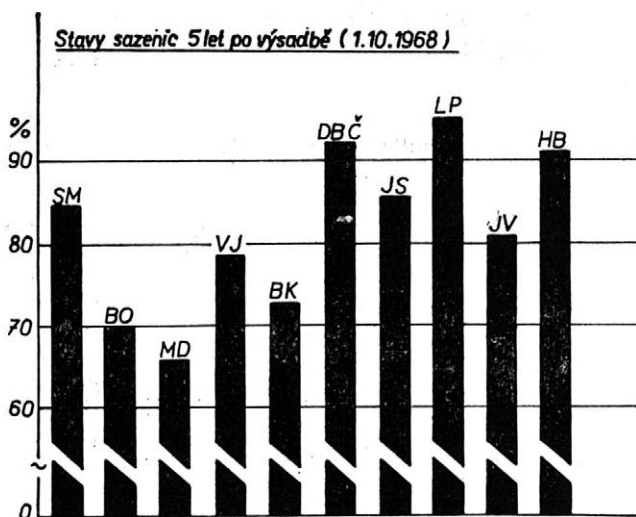
Výsledky rozborů konané lesnickou fakultou VŠZ v Brně, katedrou geologie a lesnické pedologie, jsou sestaveny v tabulce IV.

Plocha je zařazena ke sdruženému lesnímu typu *Querceto-Abieto-Fagetum* — bučina s dubem a jedlí (LHP 1968—1977), lesní typ: ostružiník chlupatý — *Rubus hirtus*.

K průzkumu byly použity sazenice těchto druhů dřevin: smrk ztepilý, borovice lesní, modřín evropský, vejmutovka, buk lesní, dub letní, jasan ztepilý, lípa srdčitá, javor klen a habr, vždy po 100 sazenicích stejného věku i původu jako u plochy č. 1.

ZÍSKANÉ VÝSLEDKY

Stavy sazenic 5 let po výsadbě jsou uvedeny v grafu na obr. 3. Aritmetické průměry výšek a tloušťek za období 5 let po výsadbě jsou sestaveny v tabulce V.



3. Stavy sazenic 5 let po výsadbě (plocha č. 2). — Plant condition 5 years after planting (plot No. 2)

Charakteristika a posouzení jednotlivých druhů dřevin:

Smrk ztepilý (*Picea excelsa* Link)

Úbytek za období 1964—1970 činil 16 %, z toho je 8 % ztrát v prvním roce po výsadbě. Téměř všichni jedinci jsou napadeni korovnicí (*Chermes viridis* Ratzb.) spolu s deformacemi větví. Výškový i tloušťkový růst je obdobný jako u plochy č. 1. Kultura se zapojila až v 7. roce po výsadbě. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 162 cm a tloušťku 31 mm.

Borovice lesní (*Pinus silvestris* L.)

Úbytek za období roku 1964—1970 činil 34 %, ztráty byly nejvyšší v prvním až třetím roce po výsadbě. Téměř všichni jedinci jsou napadeni sy-pavkou (*Lophodermium pinastri* Chev.) a rzí borovou (*Cronartium asclepiadeum* Fr.). Přírůst výškový i tloušťkový je značný se vzestupným trendem. Kultura se až na ojedinělé mezery zapojila již ve čtvrtém roce po výsadbě. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 246 cm a tloušťku 55 mm.

Modřín evropský (*Larix decidua* Mill.)

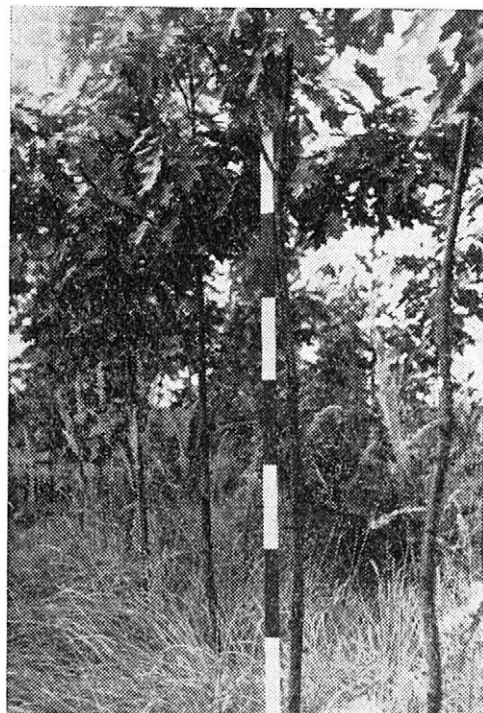
Vyazuje vysoké ztráty, za období 1964—1970 34 %, z toho nejvyšší (26 %) byly zaznamenány v prvním roce po výsadbě, takže tento úbytek nelze přičítat jen vlivům kouřových imisí. Všichni jedinci jsou vitální, bez viditelného poškození, vzrůstově velmi nadějní (obráz. 4). Již ve čtvrtém roce po výsadbě se kultura zapojila. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 470 cm a tloušťku 54 mm.

V. Aritmetické průměry výšek (v cm) a tloušťek (v mm) za období 5 let po výsadbě (plocha č. 2). — Arithmetic means of the heights (cm) and thickness (mm) for the period of 5 years after planting (plot No. 2)

Dřevina	Při výsadbě		1964		1965		1966		1967		1968	
	v.	tl.	v.	tl.	v.	tl.	v.	tl.	v.	tl.	v.	tl.
smrk	20,2	5,4	29,8	8,0	42,1	10,7	56,8	13,1	76,0	16,5	109,9	23,8
borovice	17,8	4,6	26,3	7,5	43,3	11,0	69,0	16,4	107,9	26,0	157,7	36,2
modřín	25,2	6,1	42,8	8,2	79,0	11,7	110,7	16,5	182,3	26,7	277,1	40,1
vejmu- tovka	8,7	3,1	10,6	3,9	16,4	5,3	27,1	6,7	42,8	8,4	59,7	12,7
buk	17,6	4,4	22,5	5,2	34,0	6,9	46,2	8,2	61,3	9,8	83,3	12,2
dub červený	23,1	5,9	30,0	6,8	49,7	8,8	74,9	11,6	119,5	17,0	192,1	24,8
jasan	19,8	5,0	25,8	6,0	31,2	7,6	46,5	11,4	62,7	11,6	84,5	13,9
lípa	23,5	5,9	27,6	6,8	38,1	8,5	56,9	11,4	91,1	16,7	122,2	21,3
klen	25,3	5,6	30,4	6,5	39,6	7,7	48,6	9,3	59,8	10,7	81,3	13,6
habr	25,8	5,4	30,4	6,4	42,5	8,2	65,4	11,3	107,3	16,8	153,6	24,2

Vejmutovka (*Pinus strobus* L.)

Vykazuje značně vysoké ztráty, za období 1964–1970 40 %. V prvních letech po výsadbě přes ošetření trpěla tlakem buřeně. Úbytek se však projevuje každoročně. Asi 20 % sazenic má sníženou životnost. Kultura je značně výškově diferencována, celkový výškový i tloušťkový růst je pomalý, dosud není zapojena. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 130 cm a tloušťku 21 mm.



4. Průměrné sazenice modřínu evropského (*Larix decidua* Mill.) v pátém roce po výsadbě (plocha č. 2). — Average plants of European larch (*Larix decidua* Mill.) in the fifth year after planting (plot No. 2)

5. Průměrné sazenice dubu červeného (*Quercus rubra* L.) v pátém roce po výsadbě (plocha č. 2). Snímky Richtár. — Average plants of Macassar ebony (*Quercus rubra* L.) in the fifth year after planting (plot No. 2). Photos by Richtár

Buk lesní (*Fagus silvatica* L.)

Úbytek za období 1964–1970 činil 30 %. Téměř všichni jedinci jsou vitální a bez zjevného poškození. Kultura je dosud prořídla a mezernatá. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 178 cm a tloušťku 21 mm.

Dub červený (*Quercus rubra* L.)

Úbytek za období 1964–1970 činil 8 %. Všichni jedinci jsou vitální, bez poškození. Kultura se zapojila již čtvrtým rokem po výsadbě. Růst je značný, v roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 325 cm a tloušťku 42 mm (obr. 5).

Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.)

Úbytek za období 1964–1970 činil 20 %. Je dosud mezernatý, vytváří málo listové hmoty a drobné listy. Růst je pomalý, v roce 1970 vykazovala kultura průměrnou výšku 174 cm a tloušťku 21 mm.

L í p a s r d č i t á (*Tilia cordata* Mill.)

Úbytek za období 1964–1970 činil jen 5 %. Všichni jedinci jsou vitální, bez poškození. Intenzivně roste od třetího roku po výsadbě, kultura se zapojila již čtvrtým rokem. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 201 cm a tloušťku 35 mm.

J a v o r k l e n (*Acer pseudoplatanus* L.)

Úbytek za období 1964–1970 činil 22 %. Kultura je dosud nezapojena, prořídla, asi $\frac{1}{3}$ jedinců má minimální přírůst. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 170 cm a tloušťku 21 mm.

H a b r o b e c n ý (*Carpinus betulus* L.)

Úbytek za období 1964–1970 činil 9 %. Všichni jedinci jsou vitální, bez poškození. Dobře a pravidelně roste. Kultura se zapojila již pátým rokem po výsadbě. V roce 1970 vykazovala průměrnou výšku 228 cm a tloušťku 32 mm.

DISKUSE

Oblasti kouřových škod mají své zvláštnosti, které se různě projevují v biologii a citlivosti dřevin. Vedle prašných a plyných imisí přistupuje zde skutečnost, že znečištěná atmosféra má vliv i na zvýšenou tvorbu mlh a na snížení celkové světelnosti v porovnání s oblastmi bez vlivů exhalátů. Je proto nezbytné, aby každý jedinec dřeviny měl již od nejútlejšího věku vytvořenu dostatečně velkou korunu, schopnou maximální fotosyntézy. Jedinci s korunou nedostatečně vytvořenou, prořídou nebo jedinci rostoucí v zástínu záhy odumírají a nedávají tak předpoklady k využití v pěšební technice.

Uvedené studium i dílčí získané výsledky se vztahují pouze ke stadiu kultur a mají jen regionální význam. Je dílčím, orientačním příspěvkem k poznání biologie a ekologie dřevin v kouřem poškozovaných oblastech. Je zaměřeno na v ý b ě r dřevin, které jsou schopny růstu v těchto nepříznivých podmínkách, dovedou co nejdříve zalconit půdu, a tím zabránit dalšímu růstu buřeně, která je v uvedené oblasti mimořádně vitální. Jako hlavní kritéria k vyhodnocení ploch byly vzaty počty ujmутých sazenic, posouzení celkové vitality podle vnějšího vzhledu a výškový i tloušťkový přírůst za období po výsadbě. Úkolem bylo také přezkoušet, zda je možno vysazovat sazenice přímo do vrstvy popílku a jaká je reakce sazenic. Získané výsledky naznačují použitelnost jednotlivých druhů dřevin k okamžitému zalesnění holin vzniklých exhaláty a mají orientační význam při vypracování směrnic pro obnovu cíl. Vzhledem ke značnému ovlivnění stanovišť působením pevných i plyných složek imisí je předpoklad, že aplikace výsledků bude možná i pro širší oblast poškozovaných lesů v rámci obdobných lesních typů. Výsledky však nemusí být platné pro provozní cíl vzhledem k tomu, že existuje úzký vztah dispozice k poškození dřeviny s jejím vývojovým stadiem (Pelz 1964). Je nutno brát také v úvahu zjištění Van Houta a Stratmanna (1960), že při vysokých koncentracích SO_2 se stupňovité rozdíly v odolnosti jednotlivých druhů dřevin stávají nepatrnými. Volba druhů dřevin se bude řídit podle stanoviště a rovnocenně i podle požadované odolnosti proti kouři (Pelz 1964). U všech dřevin jde pouze o odolnost relativní. Žádná dřevina není schopna odolávat vyšším koncentracím toxických látek, které na ni působí po celou dobu jejího vývoje.

V naší i zahraniční literatuře o kouřových škodách se uvádí různé klasifikační stupnice odolnosti dřevin proti exhalátům, seřazené do skupin jako dřeviny citlivé, středně citlivé a dosti odolné (Samek, Mater-

na, Vinš 1963). Platnost této posloupnosti nemá obecný charakter, ale platí jen pro studovanou oblast. Autoři se všeobecně shodují na tom, že odolnost jednotlivých druhů je závislá na době, po kterou list setrvává na stromě. Tím jsou jehličnany (kromě modřínu) zařazeny mezi citlivější dřeviny ve srovnání s listnáči. Z jehličnatých dřevin jsou nejchoulostivější a nejvíce poškozované ty druhy, u kterých je nejdelší cyklus shazování jehlic v normálních podmínkách.

Z ostatních činitelů se při obnově holin po kouřových škodách osvědčilo hnojení ke kulturám jako zásah, který zvyšuje vitalitu vysázených dřevin (Materna 1966). Intenzivní růst kultur naprostě většiny dřevin na ploše č. 1 se silnou vrstvou popílku prokazuje, jako jediný klad v této zóně maximálního poškození dřevin, příznivý účinek popílku, který působí obdobně jako přihnojování sazenic.

SOUHRN

1. Průzkum a uvedené výsledky na pokusné ploše č. 1 prokázaly, že sazenice lze přímo vysazovat obvyklým způsobem do vrstvy popílku, který je dostatečně živný se značnou zásobou mikroorganismů a podporuje tak rozvoj kořenového systému velké většiny sazenic. Zřetelnou výjimkou je borovice lesní, která vzrůstově zaostává.

2. Poškození sazenic, zejména asimilačních orgánů, projevující se nekrózou a následným odumíráním, se nejzřetelněji projevuje v prvních třech letech po výsadbě. Ve čtvrtém až sedmém vegetačním období je poškození velmi sporadické a závislé na citlivosti jednotlivých druhů dřevin.

3. Výsledky prokázaly rozdílnou rezistenci sazenic vůči exhalátům za období 7 let po výsadbě. Bylo také potvrzeno, že listnáče všeobecně lépe vzdorují exhalátům ve srovnání s jehličnany.

Do první skupiny lze zahrnout ty druhy dřevin, které svým dobrým zdravotním stavem, vitalitou i přírůstkem prokázaly relativní odolnost, a tím vhodnost k zalesňování holin po škodách exhaláty. Jsou to: z jehličnanů jen modřín evropský (*Larix decidua* Mill.), z listnáčů buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), dub letní (*Quercus robur* L.), dub červený (*Quercus rubra* L.), lípa srdčitá (*Tilia cordata* Mill.), jilm habrolistý (*Ulmus carpinifolia* Gled.) a habr obecný (*Carpinus betulus* L.). Rozdílné výsledky podle ploch prokázal javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.), který prosperuje jen na ploše č. 1. Je velmi pravděpodobné, že vrstva popílku mu poskytuje jako náročné dřevině dostatek půdních živin. Uvedené dřeviny se ukazují jako nadějně k použití v pásmu B i C včetně míst maximálně zamořených exhaláty. Svým včasným zapojením zabránily rozpínatosti vitální buřeni. Vynikající a zcela odolnou dřevinou je dub červený a modřín evropský.

Do druhé skupiny lze zahrnout ostatní zkoumané dřeviny, které nelze jednoznačně doporučit k zalesňování holin vzniklých působením imisí. Zde bude zapotřebí dalších i dlouhodobých výzkumů.

4. Použitelnost výsledků z plochy č. 1 (sdružený lesní typ *Fagetum typicum*) je zaměřena na pásmo C (= porosty nejvíce ohrožené) se samostatnou vrstvou popílku na půdě, kde je předpoklad, že převládajícím činitelem, určujícím porostní skladbu, jsou průmyslové exhaláty a jejich působení na lesní dřeviny. Použitelnost výsledků z plochy č. 2 (sdružený lesní typ *Querceto-Abieto-Fagetum*, jehož plošné zastoupení u ÚLZ Šenov je 61 %) je zaměřena zejména na pásmo B (= porosty středně ohrožené). Zde je předpoklad, že z či-

nitelů určujících skladbu dřevin působí jak stanovištní podmínky, tak i průmyslové imise.

5. Je žádoucí, aby zastoupení jehličnanů, které mají v této průmyslově rozvinuté oblasti velký hospodářský význam, nekleslo ani v místech maximálního ohrožení pod 20 %. Tím by jehličnany tvořily zálohu pro případ účinného snížení exhalátů ze strany průmyslu v budoucích letech.

Uvedené výsledky mají jen regionální platnost. Lesnímu hospodáři poslouží při výběru dřevin k včasné likvidaci holin vznikajících kouřovými imisemi v oblasti lesů Ostravské průmyslové pánve.

Došlo dne 1. 7. 1971

Literatura

1. FERDA J., 1955, Odolnost lesních dřevin proti kouřovým plynům. Lesnická práce 32/10 : 458-464
2. HAUT VAN H., STRATMANN H., 1960, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Schwefeldioxyd auf die Vegetation. Forschungsberichte d. Landes Nordrhein.-Westfalen - Nr. 884, Köln und Oplaten
3. JIRGLE J., 1966, Postup likvidace porostů a jejich obnova na kritických plochách v Krušných horách, v letech 1960—1965. Zprávy lesnického výzkumu, sv. XII, č. 4, Zbraslav-Strnady : 12-14
4. KASAL J., 1927, Poškození lesních porostů způsobené kouřovými výpary kame-nouhelných podniků. Lesnická práce 6 : 145-183
5. MATERNA J., 1963, Zvyšování odolnosti dřevin proti účinkům kouřových plynů hnojením. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSSR, sv. 26 : 207-235
6. MATERNA J., 1966, Vliv průmyslových exhalátů na lesní porosty. Zprávy les-nického výzkumu, sv. XII, č. 4 : 1-4
7. NOŽIČKA J., 1963, Kouřové škody v našich lesích a boj proti nim do r. 1918. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSSR, sv. 26 : 237-258
8. PELZ E., 1964, Poškození lesů kouřem a prachem (Překlad). Studijní informace ÚVTI, řada Lesnictví 1/2
9. PLEVA J., 1963, Pestovanie lesov. SVPL Bratislava
10. RICHTÁR V., 1969, Lesy v oblasti ostravské průmyslové pánve. Lesnická práce 48/5 : 229-232
11. RICHTÁR V., 1970, K problematice zalesňování holin po kouřových škodách na Ostravsku. Lesnická práce 49/9 : 398-401
12. SAMEK V., MATERNA J., VINŠ B., 1963, Zásady hospodaření v lesních poros-tech poškozených kouřem. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSSR, sv. 26 : 187-205
13. SOBOCKÝ E., 1965, Niektoré zásady zalesňovania nelesných pôd v podmien-kach škodlivého vplyvu priemyselných exhalácií na Slovensku. Problémy zne-čisťovania ovzdušia, SAV Bratislava
14. ŠINDELÁŘ J., 1965, Možnosti využití modřínu v Krušných horách. Lesnická práce 44/6 : 322-326
15. TESAR V., 1966, Zásady pěstování lesa v oblastech zasažených kysličníkem si-řičitým. Zprávy lesnického výzkumu sv. XII, 4 : 25-27
16. TICHÝ J., 1965, Průmyslové Ostravsko a lesy. Zprávy arboreta Nový Dvůr u Opavy č. 1 : 6-10
17. TICHÝ J., 1968, Původní lesy na Ostravsku a možnosti pěstování dřevin. Příro-dovědný sborník, roč. XXIV. Ostravské museum : 103-120
18. WENTZEL K. F., 1963, I. Kennzeichen akuter Rauchgaseinwirkung an Nadeln und Blättern. Forstszchr., 18, 7 : 107-108

Оценка выбора древесных пород для возобновления прогалин,
возникших в результате действия промышленных выбросов,
в лесах Остравского бассейна

Одной из важных лесных проблем Остравского бассейна является облесение прогалин, возникших из-за действия твердых и газообразных эксгалатов. Для оценки выбора древесных видов, годящихся для посадки на прогалинах, в апреле 1964 г. были заложены две опытные площадки по 0,18 га. Площадь № 1 находилась в зоне С, т. е. под сильной угрозой эксгалатов со сплошным слоем золыных выбросов 20—30 см, а площадь № 2 — в зоне В, т. е. под средней угрозой. Для посадки были выбраны саженцы следующих видов: *Picea excelsa* Link., *Pinus silvestris* L., *Larix decidua* Mill., *Pinus strobus* L., *Fagus silvatica* L., *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill., *Acer pseudoplatanus* L., *Ulmus carpinifolia* Gled., *Carpinus betulus* L.

Площади были отгорожены, а саженцы обработаны против злостных сорняков. Ежегодно к 1. октябрю оценивали потери из-за гибели, прирост по высоте и диаметру, общую жизнеспособность саженцев и состояние их здоровья.

7-летние результаты показывают, что саженцы можно сажать непосредственно в золый слой, их корневая система распростерта по всему почвенному профилю. Зольный слой достаточно питателен, запасен микроорганизмами и стимулирует рост большинства видов саженцев. Явное исключение составляет *Pinus silvestris* L., который отстает в росте. Доказана также разная устойчивость отдельных видов саженцев. Среди хвойных относительно устойчив и хорошо растет лишь *Larix decidua* Mill., а из лиственных на первом месте *Quercus rubra* L., затем *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill., *Fagus silvatica* L., *Ulmus carpinifolia* Gled., *Carpinus betulus* L. Остальные породы нельзя рекомендовать безусловно для облесения прогалин, оставленных действию дымовых выбросов.

Appreciation of the Choice of Forest Tree Species for the Regeneration of Clear-Cut Areas Caused by the Exhalations to the Forests of the Ostrava Basin

One of the serious problems in the Ostrava basin forests is the afforestation of clear-cut areas caused by the activity of solid and fluid pollutants. For examining the choice of forest tree species for such clear-cut areas, two sample plots were established in April 1964, each covering the area of 0,18 ha. The plot nr. 1 is situated in the zone C, i. e. of heavy hazard by the pollutants with a continuous ash layer thick 20—30 cm and the plot nr. 2 in the zone B, i. e. in the zone of medium hazard. The plants of following tree species were applied for the establishment of plantations: *Picea excelsa* Link., *Pinus silvestris* L., *Larix decidua* Mill., *Pinus strobus* L., *Fagus silvatica* L., *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill., *Acer pseudoplatanus* L., *Ulmus carpinifolia* Gled. and *Carpinus betulus* L.

The plots were fenced and the plants treated against vital weeds. Each year by 1. October assessments were made on the losses caused by dying off, height and diameter increments of plants and their total viability and state of health were evaluated.

The results of 7-year period showed that the plants may be planted directly into ash layer. Their root system is distributed through the whole soil profile. The ash layer provides sufficient nutrients with a considerable amount of microorganisms and it supports the growth of plants of most tree species. *Pinus silvestris* L. is a distinct exception being slow in growth. It was also found that the resistance of plants was different for individual species. As conifers are concerned, a relatively favourable resistance showed only *Larix decidua* Mill. and of broadleaved species the best results showed *Quercus rubra* L., followed by *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill., *Fagus silvatica* L., *Ulmus carpinifolia* Gled. and *Carpinus betulus* L. The other tree species cannot be definitely recommended for planting on clear-cut areas arisen as a result of exhalations.

Adresa autora:

Ing. Vojtěch Richtár, Střední lesnická technická škola, Hranice

■ Příjem toxické látky z ovzduší je prvním článkem procesu, který vede k poškození rostlin vlivem imisí. Je proto žádoucí prostudovat jednotlivé aspekty sorpce z tohoto hlediska. Neméně závažné však je získat studiem sorpce teoretické podklady listové analýzy, která je jedním z hlavních prostředků diagnózy vlivu imisí na rostliny. Vzhledem k našim poměrům, kde je rozhodující vliv kysličníku siřičitého, jsme se soustředili především na sledování sorpce tohoto plynu smrkem, jako hlavní dřevinou v kouřových oblastech.

Obecně se v literatuře běžně potvrzuje skutečnost, že přítomnost kysličníku siřičitého v ovzduší se v asimilačních orgánech hromadí sloučeniny síry. Podrobnějších údajů o procesu je velmi málo. Zmínka o příjmu kysličníku siřičitého jehličím douglasky je obsažena v Katzově přehledu o vlivu imisí na rostliny (1949); podle tohoto údaje probíhá příjem kysličníku siřičitého výhradně nebo téměř výhradně ve vegetačním období. Výsledek byl získán nepřímou, sledováním obsahu síry během roku. Godzik (1968) se zabýval příjmem SO_2 listy dubu, břízy, smrku a borovice, porovnáním intenzity sorpce SO_2 těmito druhy a lokalizací síry v asimilačních orgánech. Zjistil značné rozdíly mezi druhy (nejvyšší intenzitu sorpce vykazovala bříza) i rozdíly mezi jednoletými a dvouletými jehlicemi (starší jehličí smrku a borovice absorbovalo méně). Sorpci se zabývaly i naše dvě předchozí práce (Materna, Kohout 1963, 1969).

Vogl (1964) prokázal souběžnými měřeními asimilace kysličníku uhličitýho a příjmu kysličníku siřičitého, že příjem SO_2 probíhá i tehdy, není-li asimilace měřitelná. Určité údaje jsou o sorpci jiných látek — sloučenin fluóru, kysličníku dusíku — tyto výsledky nelze ale pro posouzení příjmu SO_2 využít.

Vedle získání základních poznatků k teoretickému podložení listové analýzy považovali jsme za žádoucí posoudit, zda se mohou koncentrace SO_2 v zimě podílet na vzniku poškození smrkových porostů. Důvodem k tomu jsou výrazné odchylky mezi letními a zimními průměry koncentrací SO_2 v Krušných horách a je nutno zjistit, jakou má tento rozdíl váhu.

Soustředili jsme se především na tyto otázky: 1. příjem kysličníku siřičitého smrkem v zimě, 2. rozdíly v příjmu kysličníku siřičitého jednotlivými ročníky jehličí v různých částech koruny, 3. translokace sloučenin síry vzniklých z kysličníku siřičitého ve stromě, 4. individuální rozdíly v příjmu kysličníku siřičitého.

METODIKA

Podstatou metodického postupu je prokázat přítomnost síry z přijatého kyslíčnicku siřičitého v různých orgánech stromu. To je přímo možné jen použitím radioaktivního izotopu síry. Použili jsme $^{35}\text{SO}_2$ uvolňovaného z $\text{Na}_2^{35}\text{SO}_3$ v množstvích, která zajišťovala dobré označení dané látky a udržela koncentraci v mezích fyziologicky přijatelných. Technické zařízení zatím dovolovalo uspořádání těchto pokusů s radioaktivním izotopem pouze tak, že se na počátku pokusu uvolnilo určité množství plynu. Výchozí koncentrace pochopitelně klesá jednak sorpcí rostlinným organismem, jednak sorpcí na vlhkost stěn polyetylenových komor nebo pytlů uvolněnou při transpiraci. Pro posouzení uvedených otázek toto uspořádání ale vyhovuje. Podrobnější údaje o postupu a při autoradiografii materiálu jsou uvedeny v předchozí práci (Materna, Kohout 1969). Radioaktivitu exponovaných jehlic jsme zpočátku měřili přímo, později na discích o průměru 1,2 cm, které vznikly slisováním 0,5 g suchého jehličí na lisu pod tlakem 500 kg. To zaručovalo dostatečnou porovnatelnost výsledků měření. Aktivita je jednotně přepočítána na 1 mg suché váhy. Nejde pochopitelně o celkovou aktivitu, ale pouze o aktivitu povrchové vrstvy materiálu. Tím, že byla zachována stejná velikost povrchu a stejná geometrie při měření jsou hodnoty dobře srovnatelné. Vedle práce se značeným izotopem síry jsme sledovali rozsah sorpce i v dlouhodobějších pokusech se zakuřováním izolovaných větví kyslíčnickem siřičitým v polyetylenových pytlích v proudícím vzduchu s příměsí kyslíčnicku siřičitého. Určitý materiál jsme získali i v poškozených porostech Krušných hor.

VÝSLEDKY

PŘÍJEM KYSLÍČNÍKU SIŘIČITÉHO SMRKEM V ZIMĚ

Ukutečnila se řada pokusů, vesměs při teplotách mezi -6 a -10°C s výchozí koncentrací SO_2 mezi 2,5 a 8,8 mg/m^3 vzduchu, o specifické aktivitě kolem 1 mCi, při které jsme exponovali větve smrku v polyetylenových pytlích 15–30 minut. Během této doby se nikdy neorosl vnitřní povrch polyetylenové fólie, to znamená, že transpirace neprobíhala. Výsledky jasně ukazují, že i v zimě probíhá příjem kyslíčnicku siřičitého jehličím smrku. Jeden příklad je uveden v tabulce I. Vedle toho probíhá však i příjem kůrou větví. To je patrné na přiloženém autoradiogramu (obr. 1), který jsme získali z jedné části exponované větve. Osud sloučenin síry, které vznikly z $^{35}\text{SO}_2$ v kůře, je patrný na dalším autoradiogramu (obr. 2) z další části exponované větve, která byla odebrána po dvou měsících od expozice v době, kdy byla míza v proudu a stromy se chystaly k rašení. Je jasně patrné, že došlo k velmi výraznému přesunu $^{35}\text{SO}_2$ z kůry do jehličí. To znamená, že jde o skutečné zapojení sloučenin síry vzniklých z kyslíčnicku siřičitého do životních procesů stromu, nikoliv o pouhou vnější kontaminaci asimilačních orgánů a větvíček.

I. Aktivita jehličí po aplikaci $^{35}\text{SO}_2$ v zimě. — Activity of needles after application of $^{35}\text{SO}_2$ in winter

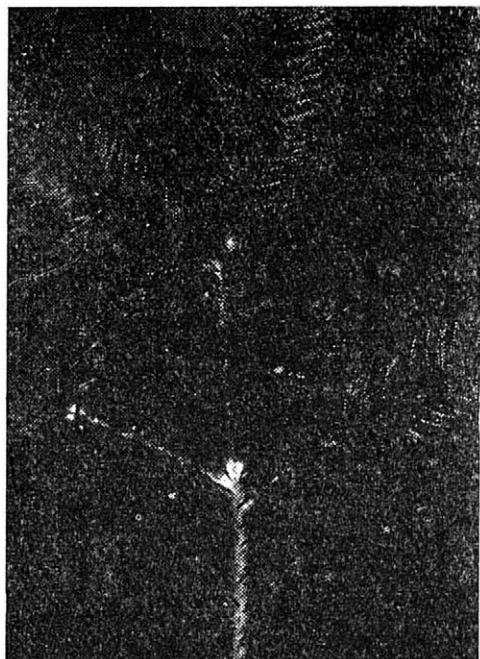
Stáří jehlic	Aktivita imp/mg/min
1 rok	331
2 roky	203
3 roky	62
4 roky	90

ROZDÍLY V INTENZITĚ PŘÍJMU KYSLIČNÍKU SIŘIČITÉHO RŮZNĚ STARÝMI ROČNÍKY JEHLIČÍ A V RŮZNÝCH ČÁSTECH KORUNY

V tabulce II jsou výsledky některých pokusů se zakuřováním izolovaných větví smrku ze stojících stromů kyslíčnickem siřičitým. Jsou zde obsaženy i výsledky pokusů, při kterých probíhalo současně zakuřování větví v něko-

II. Obsahy síry v různých ročnících smrku z pokusů se zakuřováním SO₂. — Sulfur contents in Norway spruce of various ages obtained from the experiments with SO₂ fumigation

Pokus č.	Část koruny — přeslen	Stáří jehličí											
		1leté			2leté			3leté			4leté		
		SO ₂	Ø	Δ	SO ₂	Ø	Δ	SO ₂	Ø	Δ	SO ₂	Ø	Δ
2.	(5)	0,227	0,136	0,091	0,229	0,163	0,066	0,254	0,209	0,045			
	(7)	0,186	0,137	0,049	0,238	0,166	0,072	0,240	0,180	0,060			
	(9)	0,203	0,156	0,047	0,232	0,204	0,028	0,205	0,205	0,000			
3.	(6)	0,183	0,149	0,034	0,172	0,155	0,017	0,175	0,160	0,015	0,177	0,159	0,018
4.	(6)	0,168	0,126	0,042	0,164	0,129	0,035	0,160	0,137	0,023	0,162	0,148	0,014
7.	(6)	0,342	0,153	0,189	0,232	0,152	0,080	0,249	0,155	0,094	0,247	0,167	0,080
11.	(6)	0,211	0,144	0,067	0,166	0,145	0,021	0,166	0,162	0,004	0,181	0,141	0,040
	(9)	0,192	0,137	0,055	0,178	0,138	0,040	0,164	0,140	0,024	0,166	0,141	0,025
15.	(7)	0,203	0,156	0,047	0,232	0,204	0,028	0,206	0,200	0,006			
	(9)	0,186	0,137	0,049	0,238	0,166	0,072	0,240	0,180	0,060			
	(11)	0,227	0,136	0,091	0,229	0,163	0,066	0,254	0,209	0,046			



1. Autoradiogram smrkové větévky vystavené v zimě $^{35}\text{SO}_2$. — Autoradiogram of spruce twig exposed in winter to $^{35}\text{SO}_2$

2. Autoradiogram smrkové větévky exponované v zimě $^{35}\text{SO}_2$ (2 měsíce po expozici). — Autoradiogram of spruce twig exposed in winter to $^{35}\text{SO}_2$ (two months after exposition)

lika přeslenech nad sebou stejnou dávkou plynu. Je jasné patrné, že se významně zvyšuje obsah síry v zakuřovaném jehličí. Rozdíly mohou být do jisté míry ovlivněny tím, že výchozí hodnoty obsahu síry ve vzorcích nebyly úplně stejné, i když na základě předběžných analýz bylo zjištěno, že jde vesměs o nepatrné rozdíly. Přesto je možno celkem hovořit o tendenci ubývání sorpce plynu u staršího jehličí. Jde jenom o tendenci, nikoliv o pravidlo, protože v některých případech maximum sorpce vykazuje některý ze starších ročníků jehličí. Tutéž tendenci potvrdily i pokusy se značeným kyslíčnickem siřičitým. Jeden z nich je uveden v tabulce III. Vlivu $^{35}\text{SO}_2$ byl v tomto případě vystaven celý 10letý smrk, rostoucí jako solitéra, s dobře vyvinutými přesleny a s dobrým zastoupením ročníků jehličí. Rozbor jehličí z vyvinutých přeslenů a ročníků potvrdil tendenci ubývání příjmu plynu se stářím jehlic; v tomto případě je zejména odlišení nejmladšího ročníku vůči starším velmi výrazné a projeví se určité rozdíly v sorpci v různých patrech koruny. To je v souladu jednak s výsledky uvedenými v tabulce II, ve které se prokázaly různé hodnoty příjmu ve starém jehličí z přeslenů různé úrovně, jednak s dalším šetřením v kouřové oblasti Krušných hor, kde jsme odebrali sérii vzorků ze dvou úrovní koruny (vrcholového přeslenu a čtvrtého přeslenu). Výsledek analýzy je shrnut v tabulce IV. Rozdíl v obsahu síry z jehličí na obou úrovních je statisticky průkazný.

III. Rozbor aktivity jehličí smrku po aplikaci $^{35}\text{SO}_2$. — Analysis of the activity of spruce needles after $^{35}\text{SO}_2$ application

Přeslen	Aktivita jehlic (imp/mg/min.)					
Postranní výhon	stáří jehlic (roky)					
	1	2	3	4	5	6
Vrcholový výhon	308					
1/1	133					
2	123					
3	127					
2/1	148	42				
2	82	27				
3	85	34				
4	133	41				
5	130	61				
6	113	43				
7	116	48				
3/1	89	35	31			
2	62	25	32			
4/1	156	65	57	45		
2	129	60	36	42		
5/1	195	86	52	64	31	
2	345	115	121	102	107	
3	205	73	48	48	46	
4	122	48	50	36	41	
5	150	49	48	56	42	
6/1	131	52	51	67	40	48
2	295	77	93	52	64	31
3	188	51	42	42	73	33
4	124	31	28	31	98	43

ŠÍŘENÍ SLOUČENIN SÍRY Z KYSLIČNÍKU SIŘIČITÉHO VE STROMĚ

Spolehlivost všech kvantitativních údajů o příjmu kysličníku siřičitého jehlicemi závisí na tom, zda přijatý plyn a sloučeniny z něho vzniklé setrvávají na místě nebo zda přecházejí do dalších částí stromu. Je známo, že tyto přesuny u některých prvků probíhají velmi rychle (např. draslík). V předchozím jsme si ukázali, že tento přesun je možný alespoň mezi kůrou a jehličím stejné větve. Že tento vnitřní transport může jít podstatně dále je doloženo tabulkou V. Izo-lovaná větev 25letého smrku byla vystavena působení značeného kysličníku si-řičitého a během 30 minut přijala poměrně značné množství toxické látky. Po třech měsících od ošetření se určitá úroveň radioaktivity vyskytla i v jehličí

IV. Variabilita obsahu síry v jehličí jednotlivých smrků v porostu ve dvou úrovních koruny. — Variability of sulfur content in needles of individual spruce trees in a stand at their two crown levels

Obsah síry v % sušiny	Počet jedinců	
	vrcholový přeslen	čtvrtý přeslen
0,150 — 0,200	1	
— 0,250		
— 0,300	1	
— 0,350	8	1
— 0,400	25	9
— 0,450	11	14
— 0,500	3	16
— 0,550		6
— 0,600		
— 0,650	1	1
— 0,700		
— 0,750		1

V. Šíření sloučenin síry z $^{35}\text{SO}_2$, který byl aplikován na jednu větev v koruně. — Distribution of sulfur compounds from $^{35}\text{SO}_2$ applied to one branch in the crown

Část koruny	Aktivita jehlic (imp/mg/min)		
	stáří jehlic (roky)		
	1	2	3
pod ošetřenou větví	1	4	5
ošetřená větev ($^{35}\text{SO}_2$)	1185	61	25
nad ošetřenou větví			
přeslen 1.	7	6	4
2.	0	2	0
3.	0	0	0
4.	0	0	0
5.	0	0	0
6.	16	7	6
vrcholek 7.	5	4	—

z dalších částí koruny, a to jednak přímo v sousedních přeslenech, jednak ve vrcholové části stromu. Vzhledem k radioaktivitě ošetřené větve je však radioaktivita ostatních větví velmi nízká, to znamená, že přesun probíhá jen v omezené míře. To konečně podporuje dosavadní znalosti o pohyblivosti síry v rostlinných organismech, podle kterých síra nepatří mezi prvky nejpohyblivější. Naproti tomu bylo možno zjistit, že aktivita jehličí letorostů vytvořených na exponovaných větvích byla značná. Jehličí starších ročníků je tedy zdrojem síry pro výživu letorostů alespoň v počátečním stadiu jejich vývoje. To je i v souladu s dřívějším zjištěním, že letorosty stromů silněji poškozených SO_2 měly i vyšší obsah síry ihned po vyrašení.

INDIVIDUÁLNÍ ROZDÍLY V INTENZITĚ PŘÍJMU SO_2

V dřívějších pracích, ve kterých jsme sledovali individuální odolnost smrku vůči imisím, jsme odebírali vždy vzorky z jedinců ostře odlišených stupněm poškození. Přitom byly prokázány výrazné rozdíly v obsahu síry jejich jehličí (Pelz, Materna 1964). K získání přehledu o celkové variabilitě jsme hodnotili variabilitu hladiny síry v 50 jedincích ze silněji poškozeného porostu v Krušných horách. Významné rozdíly v hladinách síry v jehličí jednotlivých stromů jsou zřejmé ať vycházíme z hodnot zjištěných v jehličí prvního, nebo čtvrtého přeslenu. Toto zjištění může být jen přibližným obrazem o rozsahu příjmu z ovzduší, protože obsah je ovlivněn i příjmem z půdy a dalšími faktory. Proto jsme sledovali v několika pokusech intenzitu sorpce radioaktivního plynu a její individuální variabilitu.

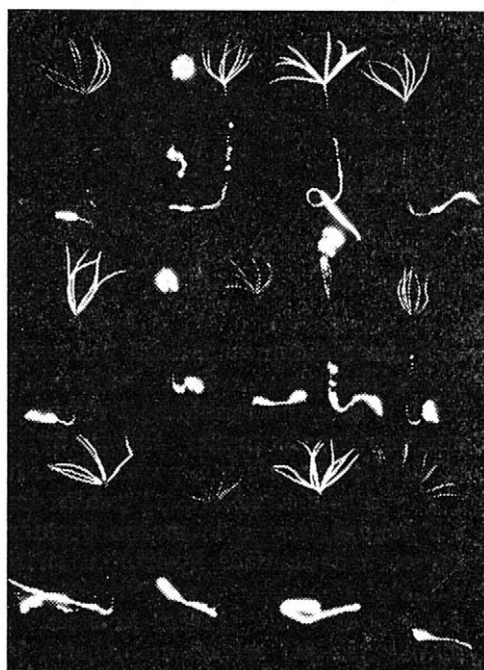
V jednom z nich šlo o příjem 4letými sazenicemi smrku. Bylo exponováno 75 sazenic počáteční koncentrací přibližně $9 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ vzduchu, značeného

radioaktivní látkou. Výsledky měření aktivity odebraných vzorků jehlic z vrcholového přeslenu jsou shrnuty v tabulce VI. Ta ukazuje, že rozdíly v příjmu jsou velmi výrazné a zahrnují řádové rozdíly v aktivitě, tj. i v rozsahu příjmu.

Názorně jsou individuální rozdíly v příjmu patrný z přiloženého autoradiogramu (obr. 3), získaného ze semenáčků, které byly na klíčidle vystaveny vlivu $^{35}\text{SO}_2$. I zde jsou rozdíly v radioaktivitě velmi výrazné.

VI. Příjem $^{35}\text{SO}_2$ jednotlivými sazenicemi smrku — aktivita jednoletých jehlic (imp/mg/min). — Absorption of $^{35}\text{SO}_2$ by individual spruce plants — activity of one-year-old needles (imp/mg/min)

Aktivita jehlic vrcholového přeslenu	Počet sazenic
— 10	12
— 100	20
— 200	16
— 300	10
— 400	5
— 500	3
— 600	2
— 700	1
— 800	1
— 900	1
— 1000	1
— 1100	0
— 1200	2
— 1300	0
— 1400	1
— 1500	1



3. Autoradiogram série smrkových semenáčků po expozici $^{35}\text{SO}_2$. — Autoradiogram of a series of spruce seedlings after the exposition to $^{35}\text{SO}_2$

Existence těchto rozdílů má přímý praktický význam teprve tehdy, bude-li možno prokázat, že je spojitost mezi intenzitou příjmu SO_2 jehličím a poškozením smrku imisemi. Proto jsme v dalším pokusu sledovali rozdíly mezi intenzitou sorpce značeného kysličníku siřičitého jehličím z velmi silně poškozených stromů a stromů relativně odolných na stejném stanovišti. Plyn byl v tomto případě aplikován na sérii letorostů odříznutých ze třetího přeslenu 15leté mlaziny na hřebeni Krušných hor, a to ihned po odříznutí. Výsledky dvou velkých sérií jsou uvedeny v tabulce VII. Rozdíly v aktivitě v obou případech jsou statisticky vysoce významné a ukazují tedy na významné rozdíly v příjmu SO_2 oběma skupinami v krátkodobém pokusu.

DISKUSE

Získané výsledky je možno hodnotit z několika hledisek. Z hlediska mechanismu vzniku poškození na smrku, z hlediska vysvětlení individuální odolnosti smrku a konečně i jako jeden z podkladů k posouzení listové analýzy.

VII. Příjem $^{35}\text{SO}_2$ jehličím různě poškozených smrků. — Absorption of $^{35}\text{SO}_2$ by needles of differently injured spruce trees

Stav stromů	Váha sušiny 100 jehlic	Aktivita imp/mg/min
1. série nepoškozené	0,460 g	135
silně poškozené	0,340 g	253
2. série nepoškozené	0,460 g	135
silně poškozené	0,300 g	263

vůči chronickému poškození než smrk. I při různých našich šetřeních v oblastech se znečištěným ovzduším se ukázalo, že řada listnatých dřevin (bříza, dub, osika, buk) je schopna absolutně i relativně nahromadit v asimilačních orgánech vyšší množství sloučenin síry, aniž by byly zřetelně poškozeny, zatímco smrk při daleko nižších hodnotách má podstatně redukovanou asimilační hmotu.

Jinak je tomu zřejmě uvnitř druhu. Je již dnes dostatek dokladů z přírody i z pokusů, aby bylo možno prohlásit, že existuje přímý vztah mezi intenzitou sorpce a akumulace kyslíčnicku siřičitého z ovzduší, a tím co označujeme individuálními rozdíly v poškození jedinců (Rohmeder 1962, Pelz, Materna 1964). Toto zjištění je možno dále rozvinout pro praktické řešení problematiky jak při selekci odolnějších jedinců a sort smrku pro výsadbu v kouřových oblastech, tak i při volbě dalších zásahů, které mohou příjem omezit. To je např. i snížení příjmu SO_2 dusíkatým hnojením (Materna, Kohout 1967), s nímž jde v určitém rozsahu i pokles poškození.

Obraz akutního poškození smrku je většinou charakterizován silným poškozením (popálením) především nejmladšího ročníku, resp. mladších ročníků jehličí, starší ročníky jsou bez patrných příznaků popálení, pokud působící koncentrace není tak silná, že spálí všechno. Naproti tomu při chronickém poškození odumírají a opadávají nejprve a především nejstarší ročníky jehličí, někdy bez patrných barevných změn. Tento rozdíl je možno vysvětlit právě rozdíly v rozsahu příjmu kyslíčnicku siřičitého různě starými ročníky jehličí. Při krátkodobém působení silné koncentrace je pochopitelně nejvíce ohrožen ten ročník jehličí, který nejsilněji absorbuje plyn, zatímco starší ročníky jehličí jsou ohroženy především dlouhodobým hromaděním sloučenin síry během celého období svého vývoje, a tím vzniklým narušením vnitřní rovnováhy, která se právě u nejstarších musí nejvýrazněji projevit. To je v souladu i s pozorováním v lesních porostech v okolí nově vzniklých zdrojů imisí. Pokud nedojde k akutnímu poškození porostů, trvá několik let, než se projeví výraznější škody redukcí asimilační plochy, právě o poškozené jehlice nejstarších ročníků. Další otázkou je, do jaké míry se může vliv koncentrací kyslíčnicku siřičitého v zimě projevit na zdravotním stavu smrkových porostů. Jedním z výsledků měření koncentrací SO_2 v Krušných horách (HMÚ 1968—1971) je konstatování, že v zimě jsou v tomto prostoru koncentrace podstatně vyšší než v letních měsících. Totéž platí pravdě-

Vztah mezi příjmem, hromaděním toxických látek obsažených v imisích a poškozením rostlin není možno vyjádřit jednoznačně. Je známo např. u fluóru, že některé odrůdy mečíku nejsou výrazně poškozovány, přestože přijímají poměrně značná množství fluorovodíku z ovzduší, zatímco jiné i při značně nižší sorpci a akumulaci toxické látky jsou poškozeny výrazně (např. Hitchcock a Zimmerman 1962). Totéž se však ukazuje, porovnáváme-li různé druhy dřevin, jejich sorpci SO_2 a citlivost. Již v úvodu zmíněná práce Godzikova ukazuje na vyšší rozsah příjmu kyslíčnicku siřičitého z ovzduší dřevinami (bříza, dub), které jsou podstatně odolnější

podobně i pro další území (Jizerské hory, Slavkovský les). Ke konci zimy a v předjaří je obraz poškození porostů také nejvýraznější. Rozrušení chlorofylu, barevné změny i opad více poškozeného jehličí jsou hlavními příčinami celkově nepříznivého dojmu. V mlazinách dosud nezapojených se často setkáváme s tím, že jednotlivé stromy mají málo poškozené nebo nepoškozené větve od země až do té výše, do níž sahá v zimním období sněhová pokrývka. To také upozorňuje na význačný vliv zimního období na poškození porostů. Předjarní poškození porostů se často vysvětluje jejich zvýšenou citlivostí vůči mrazu (Wentzel 1965). Z výsledků, které jsou v této práci uvedeny, je patrné, že není nutno toto vysvětlení přijmout jako jediné možné a že je třeba experimentálně ověřit, zda zimní sorpce se podílí na celkovém obrazu poškození dřeviny. Toto rozhodnutí je důležité i vzhledem k úvahám o realizaci signálního a prognózního systému v Podkrušnohoří a ev. na dalších lokalitách, kde se ukáže potřeba.

Konečně je nutno zdůraznit, že i na základě uvedených výsledků, je nutno věnovat velkou péči pracovnímu postupu při listové analýze, která je jedním z hlavních prostředků diagnózy vlivu imisí SO_2 na lesní dřeviny. Je tím zdůrazněna nutnost velmi pečlivého přístupu k odběru vzorků, jejichž počet je ovlivněn velkou variabilitou příjmu i hromadění síry v asimilačních orgánech i tím, že jsou značné rozdíly jak mezi různě starými ročníky jehličí, tak i mezi jehličím z různých úrovní koruny. To všechno je třeba mít na zřeteli, mají-li být získány srovnatelné výsledky.

SOUHRN

Příjem toxické látky z imisí je prvním článkem procesu, který vede k poškození rostlin. Je proto žádoucí prostudovat mechanismus příjmu z tohoto hlediska, je ale nutné i rozšířit teoretické podklady listové diagnózy a získat základní údaje o možnosti vlivu imisí v zimě, kdy se obecně vyskytují vyšší koncentrace SO_2 v ovzduší.

Práce se proto soustředila na řešení těchto otázek: 1. příjem kyslíčnicku siřičitého v zimě, 2. rozdíly příjmu SO_2 různě starým jehličím smrku v různých částech koruny, 3. translokace sloučenin síry z kyslíčnicku siřičitého ve stromě, 4. individuální variabilita v rozsahu sorpce SO_2 u smrku.

Průkaz příjmu kyslíčnicku siřičitého jehličím smrku v zimě byl podán. V zimě přijímá dřevina SO_2 intenzívně kůrou, v jarních měsících se přesouvá síra z SO_2 do jehličí. (obr. 1 a 2).

Rozdíly v příjmu různě starými ročníky jehličí a v různých částech koruny byly prokázány jak v pokusech s $^{35}\text{SO}_2$, tak v pokusech se zakuřováním neradioaktivním plynem (tabulka II a III). Hladiny síry v různých přeslenech smrku v kouřové oblasti jsou výrazné a v daném případě (tabulka IV) statisticky průkazné.

Přesuny síry byly potvrzeny nejen mezi částmi jedné větve, ale v celém stromě, pohyb síry je ale poměrně malý.

Individuální rozdíly v sorpci jsou velmi výrazné (obr. 3, tabulka VI). Přímou v kouřové oblasti bylo možno prokázat, že stromy odolnější a méně poškozené průkazně sorbovaly menší množství $^{35}\text{SO}_2$.

Došlo dne 1. 7. 1971

Literatura

1. GARBER K., 1961, Aufnahme von Schadstoffen durch die Rinde von Bäumen. Intern. Arbeitstagung forstl. Rauchschadensachverst. Tharandt — Mai
2. GODZIK S., 1968, Absorption of $^{35}\text{SO}_2$ and its localisation in the leaves of certain trees. Materialy VI. Międzynarodowej konferencji „Wpływ zanieczyszczeń powietrza na lasy”. Katowice 9.—14. 9. 1968
3. HITCHCOCK A. E., ZIMMERMANN B. W., COE R. R., 1962, Results of ten year's work (1951—1960) on the effect of fluorides on gladiolus. Contrib. Boyce Thompson Inst. 21 : 303-344
4. KATZ M., 1949, Sulfur dioxide in the atmosphere and its relation to plant life. Industr. and Eng. Chemistry 41 : 2450-2465
5. MATERNA J., KOHOUT R., 1963, Die Absorption des Schwefeldioxyds durch die Fichte. Naturwissenschaften 50 : 407
6. MATERNA J., KOHOUT R., 1967, Stickstoff-Düngung und Schwefeldioxydaufnahme durch Fichtennadeln. Naturwissenschaften 54 : 351
7. MATERNA J., KOHOUT R., 1969, Uptake of sulphur dioxide into the leaves of some tree species. Comm. Inst. forest. Czechosloveniae 6 : 39-47
8. PELZ E., MATERNA J., 1964, Beiträge zum Problem der individuellen Rauchhärte der Fichte. Arch. Forstw. 13 : 177-213
9. ROHMEDER E., MERZ W., SCHÖNBORN A. V., 1962, Züchtung von gegen Industrieabgase relativ resistenten Fichten und Kiefernarten. Forstw. Cbl. 81 : 321-332
10. WENTZEL K. F., 1965, Die Winterfrostschäden 1962/1963 in Koniferenkulturen des Ruhrgebietes und ihre vermutlichen Ursachen. Forstarchiv 36 : 49-59

Absorption of Sulfur Dioxide by Spruce Needles

Absorption of toxic matters from immissions forms a first stage of the process leading to plant injury. It is therefore desirable to study thoroughly the mechanism of absorption from this viewpoint, but it is also necessary to extend the theoretical bases of leaf analysis and to obtain the fundamental data on the possibility of the influence of immissions in winter, when higher SO_2 concentrations generally occur in the atmosphere.

The studies were therefore concentrated to the solution of following problems: 1. SO_2 absorption in winter. 2. Differences in SO_2 absorption by needles of different age and in different parts of the crown. 3. Translocation of sulfur compounds from SO_2 in the tree. 4. Individual variability in the extent of SO_2 absorption in Norway spruce.

The evidence of the absorption of sulfur dioxide by spruce needles in winter was given. SO_2 absorption in winter occurs intensively via bark, whereas in spring months sulfur from SO_2 is transferred to needles (fig. 1 and 2).

The differences in the absorption by needles of various age and in various tree crown parts were proved in the experiments both with $^{35}\text{SO}_2$ and with fumigation of non-radioactive gas (tab. II and III). Sulfur levels in various branch whorls of spruce in smoke area are obvious and have in the given case (tab. IV) statistical significance.

The transfers of sulfur were confirmed not only between individual parts of a branch, but also in the whole tree. Nevertheless, the sulfur movement was relatively small.

The individual differences in the absorption are very distinctive (fig. 3, tab. VI). Immediately in the smoke area it was possible to prove that the more resistant and less damaged trees absorbed evidently a lesser amount of $^{35}\text{SO}_2$.

Adresa autorů:

Ing. Jan Materna, CSc., Ing. Rudolf Kohout, CSc., Ing. Lubor Ryška,
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Zbraslav - Strnady

Podepsáno k tisku 2. 11. 1971.

Materna J.: Lesní hospodářství a znečištění ovzduší. Problematika výzkumu	971
Mrkva R.: Vymezení oblasti zasažené průmyslovými imisemi na území Lesního závodu Jablunkov	983
Sobocký E., Lipták J., Bublinec E.: Lesnícke opatrenia proti imisiám v okolí magnezitového závodu	1003
Tesař V., Temmlová B.: Olistění stromu jako kritérium pro posuzování stavu smrkových porostů v imisním území	1017
Vinš B.: K problematice zjišťování produkčních ztrát v kouřových oblastech	1033
Richtár V.: Posouzení výběru lesních dřevin k obnově holin vzniklých působením průmyslových exhalátů v lesích Ostravské pánve	1049
Materna J., Kohout R., Ryška L.: Příjem kyslíčnicku šířitého jehličím smrku	1065

СОДЕРЖАНИЕ

Матерна Я.: Лесное хозяйство и загрязнение атмосферы (979). — Mrkva R.: Обособление областей, подвергнутых промышленной имиссии, на территории лесхоза Яблунков (999). — Собочки Э., Липтак Я., Бублинец Э.: Лесоводческие мероприятия против имиссий в районе магnezитного завода (1014). — Тесарж В., Теммлова Б.: Облиствение дерева как критерий оценки состояния еловых насаждений на подвергнутой имиссии территории (1029). — Винш Б.: К проблематике определения потерь продукции в задымленных областях (1046). — Рихтарж В.: Оценка выбора древесных пород для возобновления прогалов, возникших в результате действия промышленных выбросов, в лесах Остравского бассейна (1064). — Матерна Я., Когоут Р., Рышка Л.: Поглощение серы еловой хвоей (рез. Ан/1074)

CONTENTS

Materna J.: Forestry and Air Pollution (980). — Mrkva R.: Delimitation of an Area Affected by Industrial Immissions on the Territory of Forest Enterprise Jablunkov (1000). — Sobocký E., Lipták J., Bublinec E.: Forestry Measures against Immissions in the Proximity of a Magneite-Processing Plant (1015). — Tesař V., Temmlová B.: Tree Foliage as a Criterion for the Appreciation of the State of Norway Spruce Stands in an Immission Area (1030). — Vinš B.: On the Problems of Finding Production Losses in Smoke Areas (1047). — Richtár V.: Appreciation of the Choice of Forest Tree Species for the Regeneration of Clear-Cut Areas Caused by the Exhalations to the Forests of the Ostrava Basin (1064). — Materna J., Kohout R., Ryška L.: Absorption of Sulfur Dioxide by Spruce Needles (1074).

INHALT

Materna J.: Die Forstwirtschaft und die Verunreinigung der Atmosphäre (980). — Mrkva R.: Die Abgrenzung des durch Industrie-Immissionen betroffenen Gebietes im Bereich des Forstbetriebes Jablunkov (1001). — Sobocký E., Lipták J., Bublinec E.: Forstwirtschaftliche Maßnahmen gegen Immissionen in der Nähe eines Magnesitbetriebes (1015). — Tesař V., Temmlová B.: Die Benadelung des Baumes als Kriterium für die Beurteilung des Standes von Fichtenbeständen im Immissionsgebiet (1030). — Vinš B.: Zur Problematik der Feststellung von Produktionsverlusten in Rauchgebieten (1047). — Richtár V.: Die Beurteilung der Auswahl von Waldholzarten bei der Verjüngung der durch die Wirkung von Industrie-Exhalaten in Wäldern des Beckens von Ostrava entstandenen Bösen (Res. En/1064). — Materna J., Kohout R., Ryška L.: Die Aufnahme von Schwefeldioxyd durch Fichtennadeln (Res. En/1074).

Materna J.: Sylviculture et pollution de l'atmosphère (rés. An/980, Al/980). — Mrkva R.: Détermination de la région atteinte par les immissions industrielles sur le territoire du district forestier Jablunkov (rés. An/1000, Al/1001). — Sobočský E., Lipták J., Bublinec E.: Mesures forestières contre les immissions ayant lieu dans les alentours des établissements traitant la magnésite (rés. An/1015, Al/1015). — Tesař V., Temmllová B.: Foliation de l'arbre en tant que critère pour l'appréciation de l'état des peuplements d'épicéa sur le territoire atteint d'immissions (1031). — Vinš B.: Sur la problématique relative à l'identification des pertes de production dans les régions abondant en fumées (1048). — Richtár V.: Appréciation du choix des essences forestières destinées à la régénération des vides, dus à l'action des exhalaisons industrielles dans les forêts du bassin d'Ostrava (rés. An/1064). — Materna J., Kohout R., Ryška L.: Réception de l'anhydride sulfureux par les aiguilles de l'épicéa (rés. An/1074).

LESNICTVÍ Č. 12/1971

otiskuje tyto zajímavé práce:

Vyskot M.: Rozvoj lesnické vědy a výzkum a zhodnocení základního lesnického výzkumu ČSSR „Biologie lesa“ v uplynulé pětiletce

Materna J.: Zhodnocení státního a resortního výzkumu v ČSR

Zachar D.: Zhodnotenie štátného a rezortného výskumu v SSR

Navrátil V., Sláma O.: Příspěvek k využití samočinného počítače při výpočtu průmyslové taxace a sortimentace

Dejmal J.: Optimalizace sortimentace surového dříví podle tloušťkových tříd

Aktuality

Hošek E.: K otázce lesního hospodaření a provenience smrkových porostů v severní části českomoravského pomezí

Čurić R.: Porosty borovice bělokore (Pinus heldreichii Christ. var. leucodermis) v Bosně a Hercegovině

Svoboda A. M.: Nové výsledky výzkumu proměnlivosti smrku ztepilého (Picea abies Karst.)

Rakušan C.: Postgraduální studium ochrany a tvorby životního prostředí

Lesnictví č. 12/1971 stojí 12,— Kčs. Objednávky přijímá

Ústav vědeckotechnických informací, Praha 2, Slezská 7

Poštovní novinová služba, Praha 1, Jindřišská 14

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