

LESNICTVÍ FORESTRY

Volume 40, No. 5, 1994

OBSAH – CONTENTS

B í b a M., B r e j c h a J.: Přehled porostních, stanovištních a funkčních poměrů lesů v okolí Temelína – A survey of forest composition, habitat and functional conditions of forests in the Temelín surroundings	169
L o c h m a n V., B u c e k J., B í b a M.: Spad látek do lesních ekosystémů a charakteristika chemických vlastností půd v okolí Temelína – Pollutant deposition in forest ecosystems and characteristics of chemical properties of soils in the environs of Temelín.....	174
H ý s e k J., L e t t l A.: Sledování mikrobiologických charakteristik lesních půd z okolí Temelína – A study of microbiological characteristics from forest soils near Temelín.....	189
P a s u t h o v á J., L e d i n s k ý J.: Výživa a transpirace smrkových mlazin v okolí Temelína – Nutrition and transpiration of spruce young stands in the Temelín surroundings	197
U h l í ř o v á J., K o n e č n ý J.: Radiocesium v lesních ekosystémech jihočeského regionu – Radiocaesium in forest ecosystems in the South Bohemian region	203
Š a c h F., K a n t o r P., Č e r n o h o u s V.: Water budget in young stands of substitute tree species in immission region of the Trutnov Piedmont in the Czech Republic – Balance vody v mladých porostech náhradních dřevin v imisní oblasti Trutnovské pahorkatiny v České republice.....	211

LESNICTVÍ - FORESTRY

Mezinárodní vědecký časopis - An International Journal

Redakční rada - Managing Editorial Board

Prof. Ing. Vladimír Chalupeš, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic) - Chairman - předseda

Prof. Ing. Jiří Bartunek, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Ing. Josef Bělí, CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnád, Czech Republic)

Prof. Ing. Mirjam Čech, CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Ján Ilavský, CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Ing. Jozef Konôpka, CSc. (Forestry Research Institute, 960 92 Zvolen, T. G. Masaryka 22, Slovak Republic)

Prof. Ing. Jan Koubek, CSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 165 21 Praha 6-Suchbát, Czech Republic)

Ing. Vladimír Krečmer, CSc. (160 00 Praha 6, Na loukotí 20, Czech Republic)

Ing. Václav Lochman, CSc. (Forestry and Game Management Research Institute, 156 04 Praha 5, Zbraslav-Strnád, Czech Republic)

Prof. Ing. Štefan Šmelko, DrSc. (Faculty of Forestry, Technical University, 960 53 Zvolen, T. G. Masaryka 24, Slovak Republic)

Prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskoč, DrSc. (Faculty of Forestry, University of Agriculture, 613 00 Brno, Zemědělská 3, Czech Republic)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief:

Mgr. Radka Chlebečková (Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic)

Odborná náplň časopisu

LESNICTVÍ - FORESTRY je mezinárodní vědecký časopis, který publikuje původní výsledky základního a aplikovaného výzkumu ze všech oborů lesnictví mající vztah k lesním ekosystémům střední Evropy. Časopis je vydáván měsíčně.

Rukopisy

Rukopisy nepřesahující 20 stran (psané obřádku, A4 formát) včetně tabulek, obrázků, literatury a abstraktu je třeba zaslat na adresu vedoucí redaktorky: Mgr. Radka Chlebečková, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Články jsou publikovány v českém, slovenském nebo anglickém jazyce.

Objednávky a předplatné časopisu

Informace o předplatném podává, objednávky přijímá a rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, 120 56 Praha 2, Slezská 2, Česká republika.

Scope of Journal

LESNICTVÍ - FORESTRY is an international scientific journal that publishes original results of basic and applied research from all fields of forestry related to forest ecosystems of Central Europe. The journal is published monthly.

Manuscripts

Manuscripts, maximum 20 double-spaced typed pages (A4 size), including tables, figures, references and abstract, should be sent to the editor-in-chief: Mgr. Radka Chlebečková, Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic. Articles are published in the Czech, Slovak or English language.

Subscription Information

Information on subscription available, subscription orders are accepted and the journal is distributed by the Institute of Agricultural and Food Information, 120 56 Praha 2, Slezská 7, Czech Republic.

PŘEHLED POROSTNÍCH, STANOVIŠTNÍCH A FUNKČNÍCH POMĚRŮ LESŮ V OKOLÍ TEMELÍNA

M. Bíba, J. Brejcha

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště - Strnady

Článek vymezuje zájmovou oblast výzkumu možného vlivu provozu jaderné elektrárny Temelín na lesní ekosystémy. Charakterizuje základní přírodní podmínky a způsob lesnického využití území. Uvádí základní stanovištní údaje a charakteristiku současných lesních porostů.

lesní vegetační stupeň; lesní typ; lesní hospodářský celek (LHC)

Výzkumný úkol byl směřován tak, aby zachytil reprezentativní podmínky lesních ekosystémů v oblasti, přiléhající k areálu jaderné elektrárny Temelín (JETE). Případné vlivy provozu JETE na lesní prostředí by se v budoucnosti mohly projevit především v této oblasti.

Z organizačního hlediska se jedná o části lesního hospodářského celku (LHC) Písek, Tábor a Hluboká nad Vltavou. Pro řešení projektu bylo zvoleno zájmové území, které se v té době organizačně členilo na lesních správách Purkarec, Stará Obora a Poněšice (Lesní závod Hluboká nad Vltavou), Lesní správy Všetec (LZ Protivín) a Lesní správy Týn nad Vltavou (LZ Tábor). Kromě toho byly vybrány kontrolní plochy v oblastech mimo předpokládaný dosah ovlivnění provozem JETE. Jde o Lesní správu Zdíkov (LZ Vimperk) a Lesní správu Vojtův (LZ Jindřichův Hradec).

V současné době podle nového organizačního uspořádání Lesů České republiky spravují zájmové území Oblastní inspektoráty LČR České Budějovice - Lesní správa Hluboká nad Vltavou, OI LČR Písek - Lesní správa Tábor, Vodňany. Lesy v kontrolních oblastech spravují LČR - Lesní závod Vimperk a OI LČR Jindřichův Hradec (Lesní správa Jindřichův Hradec).

CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

LESNÍ OBLASTI A GEOMORFOLOGIE

Lesní porosty v okolí jaderné elektrárny Temelín se nacházejí na rozhraní dvou lesních oblastí. Z jihozápadního směru zde zasahuje výběžek Českobudějovické pánve, náležející k lesní oblasti 15 - Jihočeské pánve. Geomorfologickým rysem podoblasti 15a - Českobudějovická pánve je plochý nebo nepatrně zvlněný reliéf s nadmořskou výškou v okrajových částech zpravidla nepřesahující 480 m n. m. Lesní porosty nevytvářejí větší komplexy, jedná se spíše o ostrůvkovitě rozšíření. Podstatná část porostů náleží k lesní oblasti 10 - Středočeská pahorkatina. V okolí Temelína tuto lesní oblast

představuje ze severozápadu Mehelnická pahorkatina (Mehelník 632,5 m n. m., Vysoký Kamýk 626,8 m n. m.) a jihovýchodním směrem se táhne tzv. Lišovský práh (350 - 578 m n. m.), který odděluje Českobudějovickou a Třeboňskou pánev.

Kontrolní plocha Zdíkov je součástí lesní oblasti 13 - Šumava a plocha Vojtův leží v jihozápadním výběžku lesní oblasti 16 - Českomoravská vrchovina.

GEOLOGICKÉ PODLOŽÍ

Geologické podloží této oblasti je tvořeno především horninami kyselými. Podloží Mehelnické pahorkatiny tvoří převážně migmatity ortorulového vzhledu (s průměrným obsahem SiO_2 72,99 %, Al_2O_3 13,38 %, Fe_2O_3 0,56 %, FeO 1,94 %, CaO 1,08 %, Na_2O 2,55 %, K_2O 6,03 %, MgO 0,49 %, MnO 0,07 %, P_2O_5 0,17 %) a biotitické až biotiticko-sillimanitické pararuly, částečně granit až syenodiorit. Podloží Lišovského prahu tvoří převážně biotitické pararuly migmatitické (40 % křemene, 30 % plagioklasu, 25 % biotitu, 5 % vedlejších součástí). Podloží Českobudějovické pánve tvoří usazeniny - jíl, písky, štěrky a pískovce.

Na ploše Zdíkov je geologické podloží tvořeno minerálně středně bohatými rulami. Na ploše Vojtův tvoří geologický podklad horniny krystalinika - dvojslídny granit, adamellit a muskovitická žula. Větší balvany při povrchu jsou částečně překryty navátým jemným pískem.

PŮDA

Přehled půdních typů jihočeské části Středočeské pahorkatiny udává tab. I.

V Českobudějovické pánvi se vyskytují, podle zrnitostního složení povrchových vrstev sedimentů, půdy lehké (písčité), středně těžké (písčitoilovité až písčitojilovité) až těžké (jilovitoilovité). Převažujícími typy jsou humózní pseudogleje a stagnogleje, méně gleje.

Na ploše Zdíkov převládá hnědá lesní půda, poměrně hluboká, ale velmi kamenitá v celém profilu. Místy se vyskytují náznaky podzolizace. Na ploše Vojtův je na vátem písku vyvinut humusový podzol.

KLIMA

Zájmové území se nachází v mírně teplé oblasti (počet letních dnů - do 50, průměrná červencová teplota nad 15 °C), převážně v okrsku B3 - pahorkatinový (do 500 m n. m.), mírně teplý, mírně vlhký, s mírnou zimou. Území nad 500 m n. m. patří do okrsku B5 - vrchovinový, mírně teplý, mírně vlhký. Průměrná roční teplota

vzduchu je kolem 7,5 °C, průměrná červencová teplota přes 17 °C a lednová slabě pod -2 °C. Mrazové dny nastupují v první dekádě října a končí na přelomu dubna a května. Dnů se zataženou oblohou je 125 - 130 ročně, jasných 40 - 50. Dnů s mlhou se ročně vyskytne 30 - 50. Převládá západní a jihozápadní proudění. Za rok se v dlouhodobém průměru vyskytne 150 dnů se srážkami, průměrný roční úhrn srážek se pohybuje kolem 600 mm.

Oblast Vojřova má roční průměrný srážkový úhrn 660 - 670 mm, průměrná teplota je 6,8 - 7,0 °C. Převládá západní proudění ve směru z Třeboňské a Českokubovické pánve, pro které tvoří zdejší vyvýšeniny první větší terénní překážku.

Plocha Zdíkov má chladnější klima, odpovídající středním horským polohám. Průměrná roční teplota vzduchu je zde 5 - 5,5 °C, průměrný roční srážkový úhrn asi 800 mm.

LESNÍ VEGETACE

Oblast okolí JETE patří v severní části do obvodu teplejší květeny hercynské (*Praehercynicum*), jižní část náleží do obvodu rybníční a pískovcové květeny hercynské (*Boreo-hercynicum*). Protože převládá chudší podloží a půdní kategorie kyselá, případně středně bohatá, je květena poměrně jednotvárná, kulturou značně pozmeněná. Charakteristika vegetačních poměrů vychází z údajů bývalé Lesní správy Vseteč a Lesní správy Týn nad Vltavou. Převládajícím vegetačním lesním stupněm je stupeň 3 - dubobukový (42 - 50 % porostní půdy podle lesních správ). Poměrně velké rozšíření má stupeň 4 - bukový (30 - 38 %), menší potom stupeň 2 - bukodubový (11 - 17 %). Nejrozšířenější je řada kyselá (40 - 49 %), dále živná (13 - 43 %) a oglejená (9 - 29 %).

Pokud se týká jednotlivých kategorií v řadách, pak má nejvyšší zastoupení kategorie K - kyselá (34 - 38 %), následuje kategorie S - svěží, středně bohatá (11 - 28 %). Na LS Týn nad Vltavou má větší zastoupení ještě kategorie P - pseudoglejová (15 %), O - oglejená (9 %) a illimerizovaná, uléhavá (9 %), na LS Vseteč pak kategorie H - hlinitá (8 %) a O - oglejená (8 %). Z těchto údajů vyplývá, že největší výskyt v procentech má soubor lesních typů 3K - kyselá dubová bučina (14 - 25 %), 2K - kyselá buková dubina (11 - 14 %) a 3S - svěží dubová bučina (8 - 13 %). Na LS Vseteč je větší výskyt ještě souboru 4K - kyselá bučina (14 %) a 4S - svěží bučina (11 %), na LS Týn nad Vltavou pak soubor 4P - kyselá dubová jedlina (14 %).

Na kontrolní ploše Zdíkov se vyskytují lesní typy 6K1 (porost smrku) a 6S1 (porost buku), na ploše Vojřov převládá lesní typ 3K6.

LESNÍ POROSTY

V tab. II jsou uvedeny základní taxační údaje v porostech v zájmové oblasti a kontrolní oblasti (LS Vojřov, LS Zdíkov). Z údajů je patrné, že většinou převládají lesy hospodářské, na LS Stará Obora a Poněšice

převládají lesy zvláštního určení, jejichž zaměřením je chov spárkaté zvěře v oborách. Z druhové skladby je patrné, že převládají jehličnaté dřeviny - především smrk (v okolí JETE 48 - 59 %), borovice (6 - 40 %). Na LS Stará Obora a Poněšice je vyšší výskyt listnatých dřevin - dub (13 - 20 %) a buk (14 - 18 %). Průměrný věk porostů je kolem 60 let, na LS Stará Obora a Poněšice kolem 80 let. Porosty dosahují v průměru u smrku a dubu přibližně 4. bonitního stupně, borovice a buk přibližně 3. bonitního stupně.

V oblasti lesní správy Vojřov jsou porosty charakterizované také poměrně vysokým podílem smíšených porostů. Zejména ve starších porostech je častá směs dubu a buku, kde postupně pod vlivem drsnějších klimatických podmínek převládá buk. Lesní hospodářství je zde tradičně na velmi vysoké úrovni, lze nalézt řadu porostů se zdařilými výsledky podrobného hospodaření a přirozené obnovy.

Plocha Zdíkov je součástí typické oblasti převažujícího monokulturního pěstování smrku. Buk je zastoupen pouze pomísně ve zbytkách souvislých porostů nebo vtroušeně. Místy je dosud i vyšší zastoupení jedle v mytných porostech.

V zájmových oblastech nejsou pozorovány příznaky rozsáhlejšího poškození působením imisních látek. Pouze lesní porosty v sousedství aglomerací jsou vystaveny působení imisí z lokálních zdrojů. Na LS Stará Obora a Poněšice je ve vyšší míře rozšířena tracheomykóza dubů a začíná se projevovat i na dalších dřevinách, především na smrku.

Oblast je významná rovněž z hlediska zachrany přirozeného stavu blízkých ekosystémů. Některé jsou chráněny formou maloplošných chráněných území, vyhlášených státní ochranou přírody, větší komplexy cenných lesních porostů podléhají zvláštnímu režimu hospodaření jako „genové základny lesních dřevin“, vyhlášené na základě vyhlášky MLVD ze dne 4. 12. 1989. V blízkosti JETE se jedná o následující chráněná území (tab. III).

Genové základny lesních dřevin jsou v oblasti vyhlášeny převážně v komplexech listnatých lesů přirozené dřevinné skladby (tab. IV).

VÝBĚR REPREZENTATIVNÍCH PLOCH

Výzkumné plochy pro sledování složek lesního prostředí a jejich vlivu na růstové procesy a zdravotní stav porostů byly vybrány v rozdílných vzdálenostech od stanoviště JETE.

Pro stanovení parametrů (veličin) mikroklimatu, vodní bilance porostů a půd, půdní biologické činnosti, spadu látek se srážkami, chemismu půdní vody a půdních vlastností byly vybrány plochy Strouha, Hněvkovice a Vseteč. Rozhodující podmínkou byla homogenost a předpoklady pro stabilitu porostů IV. věkové třídy, ve kterých se nepředpokládá do deseti let podstatnější změna korunnového zápoje a rozvoj přízemní vegetace. Plocha Strouha a Hněvkovice je ve smrkovém porostu,

I. Půdní typy (procento zastoupení) – Soil types (percentages)

Půdní typ ¹	(%)
Syrozem	0,3
Ranker (šedý, hnědý)	0,4
Rendzina (hnědá)	0,2
Hnědozem (vápnitá)	0,3
Hnědá půda oligotrofní	17,7
Hnědá půda oligomezotrofní	17,8
Hnědá půda mezotrofní	19,5
Hnědá půda eutrofní	2,8
Hnědá půda nevyvinutá	3,3
Hnědá půda podzolovaná	7,9
Hnědá půda oglejená	7,7
Illimerizovaná půda (oglejená)	7,7
Podzol (železitý, glejový)	0,4
Pseudoglej (pravý, hnědý, stagnoglej)	12,6
Nevyvinutá půda	0,7
Glej (pravý, hnědý, semiglej)	0,7

¹ soil type

plocha Všetec v porostu buku. Tyto tři plochy jsou současně i trvalými zkoušnými plochami Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů.

Bližší taxační charakteristiky sledovaných porostů jsou obsaženy v tab. V. Srážkoměrné stanice byly zřízeny v bezlesí v blízkosti výzkumných ploch.

Pro sledování vlivu předpokládaného provozu elektrárny v širším okolí a přenosu látek ve větší vzdálenosti byly založeny i výzkumné plochy v porostu smrku a smíšeného porostu na lesní správě Vojšív (Lesní závod Jindřichův Hradec) a ke stejnému účelu mohou být využity již dříve existující založené plochy v porostech smrku a buku na Lesní správě Vimperk, v povodí U lizu (Zdíkov). Pro zajištění ochrany přístrojů a zařízení sloužících výzkumu mikroklimatu, vodního režimu půd, spadu látek a chemismu vody byly adekvátní části vybraných porostů oploceny.

Pro periodické odběry listových orgánů biomasy porostů na chemickou analýzu a pro provádění fyziologických testů byly vybrány mladé porosty smrku (ve věku 12 - 25 let) nebo porostní skupiny, které zůstaly neoploceny (tab. VI).

II. Základní taxační ukazatele lesních porostů podle lesních správ – Basic taxation characteristics of forest stands according to forest districts

		Lesní správa ⁷						
		Všetec	Týn nad Vltavou	Purkarec	Stará Obora	Poněšice	Zdíkov	Vojšív
Kategorie lesů ¹ (ha)	hospodářské	3 184,75	4 987,70	1 980,64	217,00	1 089,05	3 676,00	3 269,51
	ochranné	62,61	141,25	11,39	30,95	18,92	361,11	73,55
	lesy zvláštního určení	1 170,00	27,35	90,63	1 626,17	1 724,82	41,02	17,19
Zastoupení dřevin ² (% plochy)	jehličnaté	77,97	90,76	84,66	58,29	63,73	95,95	85,17
	listnaté	20,34	8,14	13,78	40,40	35,18	3,03	13,38
	holina	1,69	1,10	1,56	1,31	1,11	1,02	1,45
Zastoupení hlavních dřevin ³ (% plochy)	smrk	50,56	48,57	59,64	48,33	49,74	78,36	51,44
	borovice	23,491	39,83	21,34	6,30	10,48	13,36	30,73
	modřín	2,60	1,23	2,26	2,31	2,28	1,74	1,18
	jedle	0,81	0,77	0,93	0,77	0,70	2,48	1,44
	dub	6,22	3,91	4,76	19,90	12,54	0,00	4,70
	buk	9,82	0,71	3,48	14,06	17,93	1,36	5,55
Průměrná bonita hlavních dřevin ⁴	smrk	4,0	4,1	3,7	4,0	3,9	4,1	3,7
	borovice	3,7	3,9	2,1	2,0	3,4	4,1	3,4
	modřín	2,7	3,0	3,6	3,8	3,7	2,3	1,9
	jedle	3,7	3,9	3,1	3,9	3,8	4,7	4,3
	dub	4,2	4,0	3,9	4,1	3,4	0,0	3,8
	buk	3,3	3,8	3,3	3,6	2,9	4,8	3,6
Střední věk ⁵	jehličnaté	60	62	65	82	70	70	68
	listnaté	58	48	40	97	89	48	73
	celkem	60	61	62	88	77	69	69
Průměrná zásoba ⁶ (m.ha ⁻¹)	jehličnaté	233,6	226,3	299,3	309,4	299,9	300,2	270,5
	listnaté	174,7	107,0	127,4	250,2	286,3	114,2	222,1
	celkem	221,6	216,4	275,2	285,1	296,1	294,5	263,9

¹ forest category (ha), ² percentages of trees species, ³ percentages of main tree species (% of area), ⁴ average yield classes of main tree species, ⁵ mean age, ⁶ average growing stock, ⁷ forest district

III. Chráněná území – Protected regions

Název ¹	Kategorie ²	Katastrální území ³	Rok vyhlášky ⁴	Výměra ⁵ (ha)	Charakteristika ⁶
Dědovické stráně	PR	Dědovice	1974	11,42	zbytek dubohabrových porostů s lípou
Dubná	CHN	Držov	1973	1,46	lokalita medvědice lékařské
Hrby	PR	Zlivice	1973	26,77	smíšený listnaný les
Krkavčina	PR	Dědovice	1974	3,53	reliktní bor s medvědicí lékařskou
Rukávečská obora	SPR	Květov	1933	3,00	zachovalé bukové porosty
Řežabinec	NPR	Lhota u Kestřan	1949	104,54	rybník a slatiny, hnízdiště ptactva
Stará Blanice	SPR	Putim	1956	2,41	mrtvé rameno s břehovými porosty
Výň skály u Oslova	PR	Tukleky	1985		
Žilfky	PR	Borečnice	1973	37,39	mozaika lesních porostů přirozeného složení
Čertova louka u Vráže	PR	Zlivice	1985		
V kontrolní oblasti (Vojřov) se nachází rovněž lesnický významné chráněné území:					
Fabián	PR	Dolní Lhota	1974	17,19	smíšená podhorská bučina

¹name, ²category, ³cadastral area, ⁴year of decree issue, ⁵acreage, ⁶characteristics

Pozn.: Vzhledem k průběžně probíhající změně kategorie chráněných území odpovídá označení kategorií stavu v r. 1992 (PR - přírodní rezervace, SPR - státní přírodní rezervace, NPR - národní přírodní rezervace, CHN - chráněné naleziště) – Note: With respect to a currently ongoing change in the category of protected regions, the designation of categories corresponds to the situation in 1992 (PR - nature preserve, SPR - state nature preserve, NPR - national nature preserve, CHN - protected locality)

IV. Genové zásadny lesních dřevin v oblasti – Gene pools of forest species in the area

Pořadové číslo ¹	Lesní závod ²	Lesní správa ³	Rozloha ⁴ (ha)	Hlavní dřeviny ⁵
21	Hluboká	Stará obora	200	bk, ostatní listnáče
22 a	Hluboká	Poněšice	1000	sm, bk, ostatní listnáče
b		Poněšice	100	sm, bk, db, kl, js
c		Poněšice	100	sm, bk, db, kl, js
42	Protivín	Všeteč	770	bk, db
43	Protivín	Písek	612	jd, bk, ostatní listnáče
Dále v kontrolní oblasti:				
24	Jindřichův Hradec	Vojřov	461	sm, jd, db, bk

¹ordinal number, ²forest enterprise, ³forest district, ⁴area, ⁵main tree species

V. Porostní charakteristiky výzkumných ploch pro sledování vodního režimu lesních ekosystémů, spadu látek a chemismu vody – Stand characteristics of research plots for investigation of the water regime of forest ecosystems, air pollution and water chemistry

Plocha ¹	Dřevina ²	Lesní správa ³	Číslo porostu ⁴	Věk ⁵	Zakmenění ⁶	Střední výška ⁷	Bonita ⁸	Lesní typ ⁹	Nadmořská výška ¹⁰
Hněvkovice	smrk 10	Týn nad Vltavou	676 B3	60	8	21	26	3 K7	420
Strouha	smrk 10	Purkarec	122 J5	80	8	26	28	3 S1	440
Kamýk	buk 10	Všeteč	30 D1	96	10	27	(3)	4 S4	600
Vojřov (Dubovice)	smrk	Vojřov	67 B3	77	10	27	(2)	3 K6	565
	smrk 3	Vojřov	67 A5	90	10	25	sm (2)	3 K6	
	jedle 1	Vojřov							
	buk 3	Vojřov				25	bk (2)		
Zdíkov	dub 1	Vojřov							
	smrk 10	Vimperk	716 B4	121	8	27	(6)	6 K1	835
	buk 10	Vimperk	707 A3	76	9	22	(4)	6 S1	880

¹plot, ²tree species, ³forest district, ⁴stand no., ⁵age, ⁶stand density, ⁷mean height, ⁸site class, ⁹forest type, ¹⁰height above sea level
Věk porostů je uveden k 1. 1. 1991 – stand age applies to 1st January 1991

Číslo plochy ¹	Název ²	Lesní závod ³ Lesní správa ⁴ Polesí ⁵	Oddělení porostu ⁶ Porostní skupiny ⁷	Dřevina ⁸	Výměra ⁹	Věk ¹⁰	Bonita ¹¹	Lesní oblast ¹²	Hospo- dářský soubor ¹³	Lesní typ ¹⁴
2	Hněvkovice	Tábor Týn nad Vltavou	675 C5	smrk	0,7	14	4	10	431	3 K3
3	Kaliště-Shon	Protivín Všeteč	38 E3	smrk	0,89	14	7	15	431	4 K6
6	Podhájí	Hluboká nad Vltavou (Purkarec)	11 E	smrk	0,44	12	4	10	451	3 S1
7	Strouha	Hluboká nad Vltavou (Purkarec)	20 B	smrk	0,27 0,51	15	4	10	431	311
8	Rachačky	Hluboká nad Vltavou (Purkarec)	39 E	smrk	0,27	23	2	10	451	3 S
9	Drviště	Vimperk Zdíkov	551 B2	smrk	3	21	3	13	571	6 01
10	Nový Dvůr-Bláhov	Vimperk Zdíkov	556 B1	smrk	4,39	21	4	13	571	6 P2
11	Kůsov	Vimperk Zdíkov	587 C2	smrk	3,15	24	4	13	571	6 P2
13	Babí kámen	Jindřichův Hradec Vojňov	64 A	smrk	2,42	13	3	16	431	4 K6
14	Babí kámen jih	Jindřichův Hradec Vojňov	64 A	smrk	2,72	13	3	16	431	4 K6

¹plot no., ²name, ³forest enterprise, ⁴forest district, ⁵forest range, ⁶stand compartment, ⁷stand groups, ⁸tree species, ⁹acreage, ¹⁰age, ¹¹site class, ¹²forest region, ¹³management complex, ¹⁴forest type

V blízkosti Temelína byly vybrány plochy Hněvkovice a Kaliště - Shon, Podhájí, Strouha, Rachačky, Malý Kamýk. V okolí Zdíkovy Drviště (Lesní závod Vimperk), Nový Dvůr - Bláhov a Kůsov a na Lesní správě Vojňov plocha Babí kámen.

Literatura

PLÍVA, K. - ŽLÁBEK, I.: Provozní systémy v lesním plánování. Praha, SZN 1989: 208.
K práci byly použity údaje Lesních hospodářských plánů pro LHC Hluboká nad Vltavou, Jindřichův Hradec, Písek, Tábor a Vimperk, zpracovaných ÚHÚL Brandýs nad Labem, pobočka České Budějovice.

Došlo 17. 1. 1994

BÍBA, M. - BREJCHA, J. (Forestry and Game Management Research Institute, Jíloviště - Strnady): A survey of forest composition, habitat and functional conditions of forests in the Temelín surroundings. *Lesnictví-Forestry*, 40, 1994 (5): 169-173.

A research into the Temelín nuclear power station impacts was performed in the nearest parts of the Management Plan Areas of Hluboká nad Vltavou, Písek and Tábor. The area is situated on the southern border of the forest region of the Středočeská pahorkatina Hills on the

pass to the South-Bohemian Basin. Localities Zdíkov (in the Šumava Mountains) and Vojňov (in the Českomoravská vrchovina Hills) are the checkplots out of assumed impacts.

Prevailing altitudinal vegetation zone is the oak-beech one. The existing forest composition largely differs from the original one, prevailing forests are the commercial ones. In the forest districts of Stará Obora and Poněšice there are forests for special purposes, devoted to deer management in game preserves. Prevailing species are the coniferous trees (spruce 50 - 60 per cent, pine 6 - 40 per cent). A more appropriate tree composition with the habitat of friendly broad-leaved species (beech 14 - 18 per cent, oak 13 - 20 per cent) can be found in the area of the Všeteč forest district. These forests are of a high quality from the genetic point of view.

Damage of the stands due to air pollution is at a very low level here and on a local scale only. Gale-disaster areas have developed lately. Progressive tracheomycoses represent the most serious threat of all at present, namely to oaks. Other species, including the spruce, have also been invaded lately.

altitudinal vegetation zone; forest type; management plan area

Kontaktní adresa:

Ing. Milan Bíba, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště-Strnady

SPAD LÁTEK DO LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ A CHARAKTERISTIKA CHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ PŮD V OKOLÍ TEMELÍNA

V. Lochman, J. Bucek, M. Bíba

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště-Strnady

Na výzkumných plochách v porostech smrku a buku rozmístěných v bližším i vzdálenějším okolí staveniště jaderné elektrárny Temelín (JETE) byl sledován spad látek z ovzduší, chemismus srážkové a půdní vody a byla stanovena zásoba přístupných biogenních prvků v půdě. V letech 1991 a 1992 bylo zjištěno poměrně nízké zatížení lesních ekosystémů této části jižních Čech imisními látkami (ionty H^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , F^- , Cl^- , NH_4^+). Ačkoliv je spad protonů do lesních porostů relativně malý, jsou jejich povrchové půdní horizonty, především pod porosty smrku, silně kyselé s nízkou zásobou kationtů. Ve sledovaných půdách byla zjištěna nízká zásoba dusíku. Výzkumná činnost v lesních porostech v jižních Čechách pokračuje v dalších letech s cílem stanovit stav lesního prostředí před zahájením provozu JETE.

spad imisních látek; zásoba živiny v půdě; porosty smrku a buku

PROBLEMATIKA A CÍLE

Cílem příspěvku je informace o spadu prvků se srážkami do lesních ekosystémů z ovzduší, o jejich vymývání do půdního profilu z povrchového humusu a o stavu zásoby prvků v půdě. Výsledky šetření byly získány na plochách v několikakilometrové vzdálenosti od staveniště jaderné elektrárny Temelín a ve vzdálenějším okolí a jsou součástí širšího výzkumu stavu lesního prostředí.

Na výzkumných objektech je prováděno studium mikroklimatu porostů a vodního režimu půd v oblasti možného vlivu provozu elektrárny na změny mikroklimatu. Na několika vybraných plochách byla zjišťována i úroveň kontaminace lesních ekosystémů radionuklidy a sledovala se úroveň výživy porostů i aktivity půdní mikroflóry.

Cílem řešení bylo získání údajů pro prognózu vlivu provozu JETE na lesní prostředí, na podmínky růstu lesních porostů, jejich stabilitu a schopnosti plnit mimoprodukční funkce lesních ekosystémů. Získané výsledky mohou být podkladem pro hodnocení změn v lesních ekosystémech po plánovaném zahájení provozu JETE.

Studie s prognózou změn mikroklimatu v lesních porostech a jejich zatížení radioaktivními látkami byly již vypracovány jako součást podkladového materiálu projektu JETE (F o j t , M a t e r n a , 1983). Po zahájení

provozu elektrárny lze očekávat emisi vodní páry s dopady na zvýšení vlhkosti a teploty vzduchu ve směru jeho proudění a s tím souvisejících zvýšení výskytu meteorologických jevů jako je mlha a v chladném období roku i námraza.

Zvýšení radioaktivity prostředí emisemi tritia (H_3) a radionuklidů je podle vyjádření odborných posudků při normálním provozu elektrárny minimální, rozhodně je nižší než současný spad radionuklidů ze znečištěného ovzduší (Kolektiv, 1989).

Změny mikroklimatu a vodního režimu půdy mohou ovlivnit podmínky růstu dřevin a podmínky pro rozvoj škůdců a chorob i abiotických škod. Tyto změny také podmiňují změny v půdní biologické činnosti, rozkladu organické půdní hmoty a v uvolňování a koloběhu prvků v lesních ekosystémech.

Zvýšení spadu látek nehrozí z emisí elektrárny, ale přičinou může být zvýšení vlhkosti povrchu listů (jehlic) a tím i dispozice pro odlučování látek ze znečištěného ovzduší. Zachycování cizorodých látek v korunách stromů má v současném období především význam pro jejich toxické působení na listové orgány a pro zatěžování lesních půd. Zatížení lesních ekosystémů cizorodými látkami a kyselými spady ovlivňuje plnění jejich funkcí, zejména přírůstu, zajišťování kvalitní pitné vody a možnosti rekreačního využívání lesů.

Hodnocení sledování spadů v širším okolí Temelína je příspěvkem k získání ucelenějšího přehledu o zatížení celého teritoria ČR. Těto oblasti jižních Čech byla v minulosti (v sedmdesátých a osmdesátých letech) při výzkumu imisního zatížení lesů věnována menší pozornost než jiným imisně a vodohospodářsky exponovaným oblastem.

VÝBĚR VÝZKUMNÝCH PLOCH

Výzkumné plochy pro sledování složek lesního prostředí a jejich vlivu na růstové procesy a zdravotní stav porostů byly vybrány v rozdílných vzdálenostech od staveniště JETE.

Pro stanovení parametrů (veličin) mikroklimatu, vodní bilance porostů a půd, půdní biologické činnosti, spadu látek se srážkami, chemismu půdní vody a půdních vlastností byly vybrány plochy Strouha, Hněvkovice a Všeteč. Rozhodující podmínkou byla homogenost a předpoklady pro stabilitu porostů, ve kterých se nepředpokládá do deseti let podstatnější změna korunového zápoje a rozvoj přizemní vegetace. Plocha Strouha

Plocha ¹	Dřevina ²	Lesní správa ³	Číslo porostu ⁴	Věk ⁵ (1991)	Zakmenění ⁶	Střední výška ⁷	Bonita ⁸	Lesní typ ⁹	Nadmořská výška ¹⁰ (m)
Hněvkovice	smrk ¹¹ 10	Tábor	676 B3	80	8	21	26	3 F7	420
Strouha	smrk ¹¹ 10	Hluboká	122 J5	80	8	26	28	3 S1	440
Všeteč (Kamýk)	buk ¹² 10	Vodňany	30 D1	96	10	27	(3)	4 S4	600
Vojřov (Dubovice)	smrk ¹¹	Jindřichův Hradec	67 B3	77	10	27	(2)	3 K6	565
	smrk ¹¹ 3		67 A5	90	10	25	(2)	3 K6	565
	buk ¹² 3					25	(2)		
Zdíkov	dub ¹³ 1	Vimperk							
	smrk ¹¹ 10		716 B4	121	8	27	(6)	6 K1	838
	buk ¹² 10		707 A3	76	9	22	(4)	6 S1	880

¹plot, ²species, ³forest district, ⁴stand number, ⁵age, ⁶stocking, ⁷mean height, ⁸site class, ⁹forest type, ¹⁰altitude (a.s.l.), ¹¹spruce, ¹²beech, ¹³oak

a Hněvkovice je ve smrkovém porostu, plocha Všeteč v porostu buku. Tyto tři plochy jsou současně i trvalými zkusnými plochami ÚHÚL (TZP). Bližší taxacní charakteristiky sledovaných porostů obsahuje tab. I. Srážkoměrné stanice byly zřízeny v bezleší, v blízkosti výzkumných ploch a u obydlí pozorovatelů.

Pro sledování vlivu předpokládaného provozu elektrárny v širším okolí a přenosu látek ve větších vzdálenostech byly založeny i výzkumné plochy v porostu smrku a smíšeného porostu na bývalé lesní správě Vojřov (Lesní správa LČR Jindřichův Hradec). Ke stejnému účelu mohou být využity již dříve existující plochy umístěné v porostech smrku a buku v povodí U lizu (Zdíkov) na Lesním závodu Vimperk. Pro zajištění ochrany přístrojů a zařízení sloužících výzkumu mikroklimatu, vodního režimu půd, spadu látek a chemismu vody byly adekvátní části vybraných porostů oploceny.

Trvalé zkusné plochy pro sledování vlivu exhalátů na lesní porosty a jejich půdní prostředí byly ÚHÚL zakládány s ohledem na potřeby řešení výzkumného úkolu a budou i vyhodnocovány v souladu s jeho cíli.

POPIS VÝZKUMNÝCH PLOCH A PRACÍ

PŮDNÍ POMĚRY

Půdy výzkumných ploch v blízkém okolí JETE, tedy ploch Všeteč, Strouha a Hněvkovice, lze zařadit do středně hlubokých hnědých lesních půd (kambizem) s velkou příměsí skeletu matečné horniny, kterou tvoří biotitické parafy až asterity. Humusovou formou je v porostech smrku i v porostu buku moder. Na LS Vojřov, na lokalitě Dubovice, se v navátém jemném písku mezi balvany muskovitické žuly vyvinul podzol s humusovou formou moderu až mōru. Na plochách Zdíkov, na povodí U lizu, je hnědá lesní půda (kambizem) poměrně hluboká, ve smrku s náznakem podzolizace, ale v celém profilu s kameny až balvany moldanubické parafy. Humusovou formou je zde moder, v porostu smrku

s přechodem k mōru. Na výzkumných plochách není v porostech vyvinuto bylinné a keřové patro.

POPIS PRACÍ

Srážková voda je zachycována pomocí koryt z novoduru, umístěných ve výšce 1 m nad zemí. Půdní gravitační voda je jímána lyzimetry uloženými pod horizontem povrchového humusu (A_0). Srážková a půdní voda byla sváděna do nádob z PVC a sumarizována za měsíční období; při srážkově bohatším počasí častěji a v obdobích mimořádně suchých i za delší období. Při zhotovení sond pro jímání půdní vody byly v roce 1990 odebrány i vzorky humusu a půdy pro laboratorní analýzy. Zařízení pro zachycování srážkové a půdní vody bylo budováno během roku 1990 a jara 1991. Pravidelné sledování chemismu vody začalo na jaře roku 1991.

METODIKA ANALÝZ VODY A PŮDY

Analýzy vody a půdy pro stanovení jejího látkového složení byly prováděny v laboratoři Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti v Jilovšti-Strnaděch.

Ve vodách byl stanovován obsah organického uhlíku (C_{ox}) jodometrickou titrací po mineralizaci kyselinou chromosírovou, hodnoty pH na mikroprocesoru pH 10N Meter PMX 2000. Na stejném přístroji byly pomocí iontově selektivních elektrod CRYTUR stanoveny i koncentrace fluoridů a chloridů (Weiss, 1969). Koncentrace NO_3^- a NH_4^+ byly stanoveny na přístroji Technicon, AutoAnalyzer II (Industrial method No. 186-75 a No. 329/74 W B) kolometrickou metodou. Fosfáty kolorimetricky, při použití molybdenanu amonného. Sulfáty na Techniconu AutoAnalyzer II (Industrial method No. 118-71 W). Kationty včetně kovů (Na, K, Mg, Ca, Zn, Mn, Fe, Al) byly stanoveny na spektrofotometru Varian Techtron AA-1273.

Ve vzorcích půdy je určováno pH (H_2O a KCl) na přístroji DIGI 520 WTW. Celkový obsah organických látek (C_{ox}) se určil stejně jako ve vodách Tjuringovou

metodou, celkový dusík (N_t) po kjeldahlizaci fotometricky na přístroji Technicon, AutoAnalyzer II (Industrial method No 329/74 W B). Další prvky ve výluhu 1 M NH_4Cl . V humusovém materiálu je stanovena celková zásoba prvků po mineralizaci žháním (do 500 °C), ve výluhu popela HCl. Koncentrace kationtů a kovů je také určována na spektrofotometru Varian Techtron AA-1273. Fosfor v půdě je vyluhován směsí 0,05 N HCl a 0,025 N H_2SO_4 a stanoven fotometricky pomocí molybdenanu a vanadičitanu amonného.

VÝSLEDKY

CHEMISMUS SRÁŽKOVÉ A PŮDNÍ VODY

Výsledky rozborů srážkové vody ze sledovaných výzkumných ploch jsou uvedeny v tab. II až V. Na většině ploch se uskutečnily první odběry srážek během roku 1991. Plocha Vojřův byla založena až v dubnu téhož roku.

Koncentrace charakteristických imisních látek ve srážkové vodě, zachycované na volné ploše, je na plochách v okolí Temelína relativně nízká. Rozpuštěné sulfáty, nitráty, fluoridy ve srážkové vodě z odkrytých srážkoměrů (bulk precipitation) dosahují poněkud nižších koncentrací na plochách v okolí Temelína proti hodnotám na ploše Vojřův. Průměrné hodnoty pH těchto srážek jsou vyšší než v jiných, exponovanějších oblastech. Také koncentrace kovů nevykazují vliv větších zdrojů emisí. Rozdíly průměrných koncentrací sledovaných látek v letech 1991 a 1992 jsou ovlivněny odlišným počasím těchto dvou let - především rozložením srážek a průběhem teplot.

Podkorunové srážky jsou ovlivněny mírou zachycovaných látek ze znečištěného ovzduší (suchého spadu) v korunách stromů. V okapové vodě pod korunami smrku jsou zjišťovány vyšší koncentrace protonů (H^+ iontů), aniontů silných kyselin (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , F^-), NH_4^+ a dalších prvků (kationtů, kovů). Na srážkově velmi chudém jaře roku 1992 však některé podkorunové srážky ze smrku vykazovaly vyšší pH než srážky zachycované ve stejném období v bezlesí (plocha Strouha).

Vyšší znečištění podkorunových srážek pod porosty smrku na plochách Vojřův a Zdíkov (U lizu) než na plochách v blízkém okolí Temelína zřejmě souvisí s jejich vyšší nadmořskou výškou a exponovaností porostů vůči proudícímu vzduchu.

V porostu buku na ploše Všetec působí koruny stromů i při olistění nižší obohacení okapové vody o imisní látky než porosty smrku na plochách Hněvkovice a Strouha. Pod korunami smíšeného porostu na Vojřově byly zjišťovány také nižší koncentrace sledovaných iontů, především protonů, aniontů silných kyselin (SO_4^{2-} , NO_3^- , F^- , NH_4^+) a kovů (Zn, Mn, Al, Fe). Koncentrace Cl^- a Zn v okapové vodě jsou na této ploše nižší než ve srážkách na volné ploše „u myslivny“ (u obydlí pozorovatele).

Podobně i ve srážkách pod korunami bukového porostu na ploše Všetec byly v roce 1992 zjištěny nižší koncentrace Cl^- a Zn než ve srážkách zachycovaných na volné ploše. Podstatně více než okapová voda je kontaminována srážková voda stékající po kmenech buku, a to především protony (H^+) sloučeninami dusíku (NO_3^- , NH_4^+), Cl^- , F^- , PO_4^{3-} . Podkorunové srážky na ploše Zdíkov svým chemismem ukazují, že tato lokalita má relativně mírně znečištěné ovzduší. Okapová voda pod korunami smrku má vyšší pH než na ploše ve smrku na Vojřově a v Hněvkovicích. Průměrné hodnoty koncentrací Zn, Mn, Al, F, SO_4^{2-} , kationtů i sloučenin dusíku, především NO_3^- , byly ve sledovaném období nižší než v okapové vodě ve smrku na ostatních plochách. Také na ploše v porostu buku byly zjištěny koncentrace iontů látek, přicházejících ze znečištěného ovzduší, které nedosahovaly úrovně znečištění podkorunových srážek v porostu buku na Všetci a ve smíšeném porostu ve Vojřově. Srážková voda stékající po kmenech buku obsahovala podstatně vyšší koncentrace imisních látek než okapová voda.

Na plochách v porostech je odebrána i voda zachycovaná lyzimetry pod pokryvným humusem. Její chemické složení je závislé na složení srážkové vody a charakteru dalších forem spadu a v podstatě míře na biologických a chemických procesech probíhajících v pokryvném humusu. Uvolňováním bioprveků při rozkladu organického materiálu a rozpouštěním „suchého spadu“ se perkolující voda v pokryvném humusu obohacuje téměř všemi sledovanými látkami. Rozkolísanost jejich koncentrací v jednotlivých obdobích je ale menší než ve srážkové vodě především pod porosty smrku. V porostech buku jsou ve vodě odtékající z humusového horizontu větší sezonní výkyvy koncentrací biogenních látek než v porostech smrku. Na ploše Hněvkovice je půdní gravitační voda obohacována humusovými látkami a dalšími prvky (tab. II). Trendy snižování koncentrací lze naopak pozorovat u H^+ iontů, Zn, NO_3^- . Na ploše Strouha je také průměrná hodnota pH vody odtékající z pokryvného humusu vyšší než v podkorunových srážkách. Nevýrazný je pokles průměrných koncentrací Zn. Zřetelný vzestup rozpuštěných iontů v odtékající vodě je vidět u Mg, Ca, Mn, Fe, Al, PO_4^{3-} a také u humusových látek (C_{ox}).

V bukovém porostu na ploše Všetec se v humusovém horizontu A_0 protékající gravitační voda oichazuje o protony, u průměrných ročních hodnot je patrný i pokles koncentrací Mn a Zn proti hodnotám v okapové vodě (tab. III).

Na plochách ve Vojřově v porostu smrku i ve smíšeném porostu byl v půdní vodě zachycované pod horizontem A_0 zjištěn nárůst koncentrací humusových látek, protonů, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Al, NO_3^- a SO_4^{2-} . Vyšší obohacování vody protékající humusovým horizontem v roce 1991, kdy byly instalovány lyzimetry, mohlo být způsobeno nejen rozdílnou kontaminací srážek a srážkovým deficitem ve vegetačním období, ale také porušením struktury a určitým promíslením vrstev poměrně mocného pokryvného humusu, které způsobilo

II. Průměrné koncentrace látek ve srážkové a půdní vodě na výzkumných plochách Hněvkovice a Strouha - smrk – Average concentrations in precipitational and soil water at the plots Hněvkovice and Strouha - spruce stands

Odběrové místo ¹	Hněvkovice					Strouha					
	srážky ²			gravitační voda pod horizontem A ₀ ⁵		srážky ²				gravitační voda pod horizontem A ₀	
	volná plocha ³	pod porostem ⁴				volná plocha ³		pod porostem ⁴			
Období ⁶	1991	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
	VI - IX	I - IX	IV - XII	I - XI	IV - XII	VI - XII	I - XII	VI - XII	I - XII	VI - XII	VII - XII
mg.l ⁻¹											
pH	5,05	3,85	4,15	3,85	4,55	5,05	4,75	4,30	3,95	4,65	4,15
C _{ox}	0,84	9,07	9,36	51,36	35,87	2,30	2,31	12,19	7,75	44,08	39,53
Na	0,33	0,50	0,73	0,72	2,01	0,27	0,30	0,75	0,61	0,75	0,66
K	0,065	4,00	3,62	8,16	15,37	0,39	0,37	5,54	7,74	9,33	9,24
Mg	0,45	0,84	0,92	1,05	3,36	0,34	0,40	0,75	0,97	2,02	1,65
Ca	3,37	5,43	3,50	4,54	6,43	2,83	4,08	3,81	4,48	8,41	7,51
Zn	0,08	0,11	0,13	0,06	0,17	0,037	0,050	0,072	0,073	0,077	0,053
Mn	0,019	0,34	0,24	0,35	0,44	0,031	0,015	0,29	0,48	1,07	0,84
Fe	0,044	0,13	0,061	0,84	0,32	0,023	0,010	0,077	0,12	0,39	0,39
Al	0,077	0,51	0,30	1,26	0,51	0,055	0,12	0,24	0,40	0,80	0,71
NH ₄ ⁺	1,28	4,28	3,06	4,67	4,69	1,37	1,36	4,31	2,74	4,96	2,28
NO ₃ ⁻	1,31	6,11	7,05	2,99	4,99	2,78	2,65	7,63	7,17	8,69	10,56
F ⁻	0,12	0,23	0,15	0,10	0,21	0,11	0,045	0,17	0,15	0,19	0,15
Cl ⁻	0,065	1,36	3,04	1,80	6,93	2,68	4,97	3,12	4,41	2,12	4,05
SO ₄ ²⁻	3,84	27,48	19,86	30,64	25,60	5,06	5,35	22,72	26,17	37,59	30,53
PO ₄ ³⁻	0,12	0,20	0,31	0,54	1,14	0,12	0,067	0,22	0,22	0,43	0,47

¹locality, ²precipitation, ³open plot, ⁴under crowns, ⁵gravitational water under A₀ horizon, ⁶period

III. Průměrné koncentrace látek ve srážkové a půdní vodě na výzkumné ploše Všetec - porost buku – Average concentrations in precipitational and soil water at the plot Všetec - beech stand

Odběrové místo ¹	Srážky na volné ploše ²				Srážky pod porostem ³		Gravitační voda pod horizontem A ₀		Pramen ⁵	
	u hájovny		u rozhledny							
Období ⁶	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
	VII - XI	I - XII	VII - XII	I - XII	I - XII	I - XII	I - XII	I - XII	XI - XII	I - XII
mg.l ⁻¹										
pH	5,10	4,70	5,25	4,60	4,85	4,60	5,30	4,65	6,75	6,50
C _{ox}	6,76	3,08	4,07	2,67	7,69	5,46	21,35	16,98	0,66	1,38
Na	0,32	0,41	0,38	0,41	0,59	0,52	0,63	0,46	7,91	9,40
K	0,54	0,51	0,37	0,35	3,50	3,41	6,14	9,67	1,63	1,80
Mg	0,45	0,46	0,39	0,48	0,65	0,71	5,58	6,90	2,72	3,22
Ca	2,85	3,53	2,89	4,41	3,21	2,51	10,64	16,91	11,82	12,48
Zn	0,053	0,034	0,041	0,041	0,060	0,031	0,065	0,028	0,022	0,033
Mn	0,019	0,033	0,027	0,049	0,14	0,18	0,12	0,075	0,086	0,009
Fe	0,021	0,016	0,03	0,015	0,047	0,015	0,16	0,18	0,017	0,007
Al	0,05	0,081	0,026	0,097	0,17	0,10	0,41	0,19 ⁷	0,085	0,10
NH ₄ ⁺	1,20	1,41	1,69	1,16	2,97	1,46	1,67	1,00	1,02	0,52
NO ₃ ⁻	2,20	2,47	2,42	2,54	4,35	5,68	42,58	56,62	12,37	11,39
F ⁻	0,023	0,029	0,042	0,03	0,11	0,066	0,12	0,14	0,18	0,23
Cl ⁻	1,13	5,94	1,49	5,86	1,31	1,76	1,24	2,08	3,07	3,14
SO ₄ ²⁻	3,59	4,77	4,73	4,49	9,12	8,84	15,19	13,55	30,34	25,59
PO ₄ ³⁻	0,13	0,11	0,068	0,087	0,44	0,22	1,19	1,43	0,41	0,32

¹locality, ²precipitation on open plot, ³precipitation under crowns, ⁴gravitational water under A₀ horizon, ⁵spring, ⁶period

IV. Průměrné koncentrace látek ve srážkové a půdní vodě na výzkumné ploše Vojřov - porost buku a smrku - Average concentrations in precipitational and soil water at the plot Vojřov - beech and spruce stand

Odběrové místo ¹	Buk ⁷ a smrk ⁸				Srážky na volné ploše ²		Smrk ⁸				Pramen ⁵	
	srážky pod porostem ³		gravitační voda pod horizontem A ₀ ⁴				srážky pod porostem ³		gravitační voda pod horizontem A ₀ ⁴			
Období ⁶	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
	V - XII	III - XI	V - XII	III - XI	V - XII	III - XI	IV - XII	III - XI	IV - XII	III - XI	V - XII	III - XI
mg.l ⁻¹												
pH	5,10	4,65	4,25	4,55	4,95	4,85	3,85	3,85	3,60	3,70	5,05	4,45
C _{ox}	14,07	8,59	55,10	35,23	4,39	2,72	16,60	13,08	76,89	28,68	3,09	9,34
Na	0,62	0,43	0,65	0,38	0,45	0,30	0,80	0,67	0,81	0,58	5,93	7,06
K	5,53	4,45	6,60	6,57	0,42	0,28	5,80	5,89	9,93	8,33	1,70	1,72
Mg	0,57	0,55	0,83	0,66	0,29	0,37	0,92	0,90	2,10	1,42	1,55	2,05
Ca	3,11	2,40	4,92	3,61	2,74	2,99	5,70	3,81	11,78	8,44	6,60	9,00
Zn	0,025	0,043	0,057	0,052	0,03	0,056	0,094	0,15	0,16	0,14	0,056	0,070
Mn	0,25	0,25	0,84	0,58	0,031	0,026	0,61	0,74	2,13	1,72	0,039	0,11
Fe	0,039	0,034	0,42	0,35	0,015	0,016	0,13	0,10	0,35	0,24	0,03	0,016
Al	0,18	0,16	0,83	0,63	0,15	0,15	0,55	0,44	1,11	0,75	0,19	0,27
NH ₄ ⁺	2,67	2,03	5,47	1,88	2,09	1,30	4,86	5,22	8,70	2,02	1,16	1,13
NO ₃ ⁻	3,40	4,50	14,66	5,11	2,89	4,55	12,28	9,08	53,17	38,15	2,63	2,78
F ⁻	0,092	0,11	0,069	0,11	0,048	0,055	0,19	0,16	0,19	0,17	0,36	0,37
Cl ⁻	1,32	2,14	1,49	1,79	3,08	3,37	3,05	3,86	3,22	5,12	1,97	3,27
SO ₄ ²⁻	13,36	10,04	26,78	11,66	5,99	5,24	31,48	24,13	33,45	19,69	32,24	39,95
PO ₄ ³⁻	0,99	0,90	3,22	1,91	0,16	0,16	0,44	0,37	6,40	4,06	0,41	0,39

For 1 - 6 see Tab. III, ⁷beech, ⁸spruce

V. Průměrné koncentrace látek ve srážkové a půdní vodě na výzkumné ploše Zdíkov - porost buku a smrku - Average concentrations in precipitational and soil water at the plot Zdíkov - beech and spruce stand

Odběrové místo ¹	Buk ²				Smrk ³					
	srážky pod porostem ⁴		stok po kmeni ⁵		gravitační voda pod horizontem A ₀ ⁶		srážky pod porostem ⁴		gravitační voda pod horizontem A ₀ ⁶	
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
Období ⁷	IV - XII	III - XII	IV - XII	III - XII	IV - XII	III - XII	IV - XII	III - XII	V - XII	III - XII
mg.l ⁻¹										
pH	4,45	4,90	4,05	4,80	4,95	5,20	3,90	4,20	3,65	3,80
C _{ox}	12,60	4,02	15,14	10,38	35,39	27,75	11,76	10,91	53,94	32,17
Na	0,43	0,48	0,48	0,49	0,37	0,43	0,29	0,61	0,70	0,52
K	4,42	2,51	8,53	6,63	3,75	4,00	3,29	4,96	2,24	3,20
Mg	0,43	0,46	0,61	0,47	0,94	0,83	0,41	0,88	0,78	0,66
Ca	2,42	1,76	3,65	1,67	5,27	3,48	2,95	2,45	2,18	1,47
Zn	0,028	0,059	0,046	0,036	0,047	0,067	0,033	0,051	0,059	0,041
Mn	0,12	0,062	0,18	0,085	0,22	0,084	0,12	0,18	0,14	0,11
Fe	0,048	0,023	0,042	0,049	0,21	0,19	0,022	0,054	0,34	0,25
Al	0,074	0,086	0,19	0,15	0,44	0,43	0,26	0,19	0,64	0,52
NH ₄ ⁺	1,72	0,87	3,08	2,67	3,57	0,89	1,91	1,84	2,02	1,45
NO ₃ ⁻	2,12	2,49	7,59	7,62	4,99	2,10	4,24	3,83	1,64	2,62
F ⁻	0,044	0,030	0,14	0,13	0,013	0,034	0,034	0,035	0,003	0,035
Cl ⁻	4,86	1,41	1,76	1,17	0,64	0,92	1,58	2,68	1,73	1,44
SO ₄ ²⁻	9,33	5,33	20,27	10,90	14,34	10,69	18,83	13,78	21,59	15,87
PO ₄ ³⁻	0,18	0,11	0,56	0,71	0,22	0,17	0,16	0,10	0,27	0,25

¹locality, ²beech, ³spruce, ⁴precipitation under crowns, ⁵stem flow, ⁶gravitational water under A₀ horizon, ⁷period

Vla. Spady imisních látek na výzkumných plochách a jejich vymývání z humusového horizontu – Pollutants fallout on sample plots and the elution from humus horizon

Plocha ¹	Odběrové místo ²	Období ³	Voda ⁴	H ⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Suma N/ NO ₃ ⁻ + NH ₄ ⁺
			mm					
Hněvkovice	volná plocha - srážky	VI - IX 91	270	0,0249	10,4	3,5	3,5	3,5
	porost - srážky	I - IX 91	315	0,441	86,5	19,3	13,5	14,7
		IV - XII 92	237	0,179	47,0	16,7	7,3	9,3
	gravitační voda pod A ₀	I - IX 91	153	0,288	46,7	4,6	7,1	6,5
IV - XII 92		167	0,044	42,7	8,3	7,8	7,9	
Strouha	volná plocha - srážky	VI - XII 91	361	0,034	18,3	10,0	4,9	6,1
	porost smrku - srážky	I - XII 92	523	0,093	28,0	13,9	3,9	6,1
		VI - XII 91	237	0,117	53,9	18,1	10,2	12,0
	gravitační voda pod A ₀	III - XII 92	316	0,359	82,6	22,6	8,6	11,7
		VI - XII 91	140	0,034	52,5	12,1	6,9	8,1
	I - XII 92	231	0,171	30,4	5,3	5,2	5,2	
Všeteč	volná plocha - srážky 1	VII - XII 91	171	0,0094	8,1	4,1	2,9	3,2
	volná plocha - srážky 2	I - XII 92	431	0,119	99,4	10,9	5,0	6,3
		VII - XII 91	342	0,031	20,0	10,6	7,8	8,7
	porost buku - srážky	I - XII 92	410	0,078	19,6	10,1	5,8	9,3
		I - XII 91	370	0,052	33,7	16,1	11,0	12,1
	gravitační voda pod A ₀	I - XII 92	292	0,075	25,8	16,6	4,3	7,0
		I - XII 91	152	0,0073	23,1	64,6	2,5	16,2
	I - XII 92	155	0,035	21,0	87,6	1,5	14,5	
Vojšřov (Dubovice)	volná plocha - srážky	V - XII 91	542	0,065	32,5	15,7	11,4	12,3
	porost smrku - srážky	III - XI 92	512	0,075	26,8	23,3	6,6	10,3
		IV - XII 91	358	0,529	112,7	44,0	17,4	23,2
	gravitační voda pod A ₀	III - XI 92	476	0,684	114,9	43,2	24,9	28,9
		IV - XII 91	273	0,664	91,2	144,9	23,7	50,3
	smíšený porost - srážky	III - XI 92	283	0,532	56,5	109,5	5,8	28,6
		V - XII 91	312	0,027	41,6	10,6	8,3	8,8
	III - XI 92	346	0,085	34,8	15,6	6,9	8,8	
Zdířkov	gravitační voda pod A ₀	V - XII 91	236	0,137	63,2	34,6	12,9	17,7
	porost smrku - srážky	III - XI 92	319	0,089	59,7	16,3	6,0	8,3
		IV - XII 91	361	0,489	70,0	15,3	10,4	11,5
	gravitační voda pod A ₀	III - XII 92	372	0,243	51,3	14,3	6,9	8,5
		IV - XII 91	189	0,428	40,8	3,1	3,8	3,6
	porost buku - srážky	III - XII 92	270	0,444	42,8	7,1	3,9	4,6
		IV - XII 91	324	0,116	30,2	6,9	5,6	5,9
	III - XII 92	468	0,057	24,9	11,6	4,1	5,8	
Želivka	stok po kmenech	IV - XII 91	98	0,01	19,9	7,4	3,0	4,0
	gravitační voda pod A ₀	III - XII 92	102	0,016	11,2	7,7	2,7	3,8
		IV - XII 91	280	0,026	40,1	14,0	8,9	10,0
	seč - srážky	III - XII 92	320	0,02	34,2	6,7	2,9	3,7
		III - XII 91	538	0,257	32,2	32,3	12,7	17,0
	gravitační voda pod A ₀	II - XII 92	565	0,143	22,8	22,6	7,8	11,0
		III - XII 91	364	0,123	51,2	24,2	3,9	44,3
	II - XII 92	450	0,107	46,2	11,1	4,6	6,1	
Želivka	porost smrku - srážky	III - XII 91	322	0,716	195,0	69,5	32,8	40,9
	gravitační voda pod A ₀	II - XII 92	383	0,726	164,0	71,0	24,7	34,9
		III - XII 91	190	0,338	160,0	33,3	14,7	18,8
	porost buku - srážky	II - XII 92	253	0,283	162,8	41,0	14,9	206,0
		III - XII 91	356	0,089	47,2	19,0	10,1	12,1
	gravitační voda pod A ₀	II - XII 92	399	0,089	28,2	21,1	5,3	8,8
		III - XII 91	207	0,067	45,1	48,6	7,8	16,8
	II - XII 92	275	0,103	47,9	61,4	2,6	15,5	

¹plot, ²locality, ³period, ⁴water

1 - u rozhledny, 2 - u hájovny

Plocha ¹	Odběrové místo ²	Období ³	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al
			kg.ha ⁻¹						
Hněvkovice	volná plocha - srážky	VI - IX 91	1,57	1,23	9,11	0,18	0,05	0,12	0,21
	porost - srážky	I - IX 91	12,40	2,61	16,83	0,33	1,03	0,40	1,60
		IV - XII 92	8,57	2,18	8,28	5,23	0,56	0,15	0,72
	gravitační voda pod A ₀	I - IX 91	12,44	1,59	6,91	0,09	0,53	1,27	1,93
IV - XII 92		25,66	5,94	23,12	0,29	0,73	0,53	0,85	
Strouha	volná plocha - srážky	VI - XII 91	1,41	1,24	10,20	0,13	0,11	0,08	0,20
	porost smrku - srážky	I - XII 92	1,92	2,08	21,33	0,26	0,08	0,05	0,62
		VI - XII 91	13,13	1,74	9,03	0,17	0,69	0,18	0,57
	gravitační voda pod A ₀	III - XII 92	24,46	3,06	14,14	0,28	1,53	0,38	1,24
VI - XII 91		13,02	2,81	11,73	0,11	1,49	0,55	1,12	
I - XII 92		21,30	3,80	17,31	0,12	1,95	0,90	1,62	
	Všeteč	volná plocha - srážky 1	VII - XII 91	1,85	1,53	9,76	0,18	0,07	0,07
I - XII 92			2,09	1,89	14,46	0,14	0,14	0,07	0,33
		volná plocha - srážky 2	VII - XII 91	0,63	0,66	4,94	0,07	0,05	0,05
I - XII 92			1,50	2,07	18,99	0,18	0,21	0,06	0,42
		porost buku - srážky	I - XII 91	12,15	2,40	11,87	0,40	0,50	0,17
I - XII 92			9,94	2,09	7,34	0,09	0,51	0,05	0,30
		gravitační voda pod A ₀	I - XII 91	9,32	8,47	16,14	0,10	0,19	0,24
I - XII 92			14,16	10,67	26,16	0,04	0,12	0,28	0,79
Vojřův (Dubovice)	volná plocha - srážky	V - XII 91	2,29	1,59	14,87	0,16	0,17	0,08	0,81
	III - XI 92		1,45	1,88	15,33	0,45	0,13	0,08	0,77
		porost smrku - srážky	IV - XII 91	18,20	3,30	20,39	0,34	2,20	0,45
	III - XI 92		28,06	4,27	18,14	0,71	3,53	0,50	2,11
		gravitační voda pod A ₀	IV - XII 91	27,06	5,71	32,10	0,42	5,80	0,96
	III - XI 92		23,90	4,08	24,24	0,40	4,14	0,09	2,14
		smíšený porost - srážky	V - XII 91	17,24	1,78	9,67	0,08	0,78	0,12
	III - XI 92		15,40	1,91	8,32	0,15	0,87	0,12	0,54
gravitační voda pod A ₀		V - XII 91	15,58	1,96	11,62	0,14	1,99	0,98	1,97
III - XI 92		20,96	2,11	11,52	0,17	1,86	1,11	2,00	
Zdíkov	porost smrku - srážky	IV - XII 91	7,89	1,48	7,08	0,12	0,44	0,08	0,62
	III - XII 92		12,22	2,17	6,04	0,13	0,44	0,13	0,46
		gravitační voda pod A ₀	IV - XII 91	4,24	1,47	4,11	0,11	0,24	0,64
	III - XII 92		8,63	1,77	3,95	0,11	0,30	0,67	1,39
		porost buku - srážky	IV - XII 91	14,30	1,39	7,84	0,09	0,39	0,16
	III - XII 92		11,75	2,13	8,23	0,27	0,29	0,11	0,40
		stok po kmeni	IV - XII 91	8,33	0,60	3,58	0,05	0,18	0,04
	III - XII 92		6,77	0,48	1,70	0,04	0,09	0,05	0,15
gravitační voda pod A ₀		IV - XII 91	10,49	2,33	13,14	0,13	0,54	0,52	1,08
III - XII 92		12,79	2,64	11,15	0,22	0,27	0,61	1,38	

For 1 - 3 see Tab. VIa

1 - u rozhledny, 2 - u hájovny

aktivizaci půdní biologické činnosti. Tato skutečnost mohla po přechodnou dobu vyvolat zvýšení dynamiky především u hlavních biogenních prvků (C_{ox}, N, P). Z průměrných hodnot uvedených v tab. IV je možné vyvodit, že gravitační voda odtékající z humusového horizontu smíšeného porostu buku a smrku obsahuje nižší koncentrace biogenních prvků než voda, která přichází do půdního profilu pod porostem smrku.

Na Zdíkově ve smrkovém porostu probíhá v pokryvném humusu obohacování protékající vody především prvky uvolňovanými při rozkladu organického materiálu. Spolu s humusovými látkami je zvyšována přítomnost iontů K, Mg, Mn, Fe, Al, SO₄²⁻ a PO₄³⁻. Malé změny jsou zjišťovány u Na, F, Zn a u Ca a sloučenin dusku (NH₄⁺ a NO₃⁻) se průměrné hodnoty dokonce snížily (tab. V).

VII. Zásoba biogenních prvků v půdě smrkového porostu na ploše Hněvkovice. Přístupné živiny jsou stanoveny ve výluhu 1 M NH_4Cl (odběr vzorků v listopadu 1991) – Biogenic elements supply in the soil of spruce stand on the plot Hněvkovice. Nutrients available were determined in 1 M NH_4Cl (sample taking in November 1991)

Horizont ¹ (cm)	pH		C _{ox}	N _t	C/N	Na	K	Mg	Ca	Mn	Zn	Fe	Al	PO ₄ ³⁻
	aktivní ²	výměnné ³												
			%		ppm									
L x			42,66			36,9	107,5	394	6671	853	36,50	540	4,2	1000
F 2cm x	4,3	3,6	43,95	1,08		57,0	848	407	6671	1148	46,10	14,91	1075	1300
H 2cm	3,3	2,6	39,80	1,26		96,8	808	488	3224	527	40,70	65,35	4121	1100
0 - 5	3,4	2,8	4,89	0,096		17,9	396,4	62,8	410	32,7	8,32	148,9	547	134,9
5 - 20	3,8	3,5	1,49	0,06	24,8	9,3	73,1	17,2	90	11,6	2,23	11,5	463	88,9
20 - 30	4,1	3,6	1,00	0,036	27,8	8,4	60,7	25,9	101	15,1	1,54	1,4	362	144,1
30 - 40	4,5	3,6	0,91	0,039	23,3	10,1	57,1	108,1	232	15,0	1,37	0,6	318	159,4
40 - 50	4,5	3,6	0,90	0,03	30,0	16,2	64,3	195,2	498	8,5	0,89	0,3	224	171,7
50 - 60	4,6	3,7	0,75	0,03	25,0	17,7	85,3	215,8	869	5,8	1,12	0,1	127	171,7
60 - 70	5,0	3,8	0,65	0,024	27,1	19,3	107,5	214,4	1075	4,6	1,18		76	153,3
70 - 80	4,8	3,6	1,12	0,024	46,7	23,4	87,9	201,1	910	5,9	1,47	0,3	119	134,9

¹horizont, ²active, ³exchange

x celková zásoba prvků – total supply elements

V porostu buku se projevuje výraznější obohacování srážkové vody než ve smrku, což lze vysvětlit intenzivnějším rozkladem opadu. Největšího nárůstu dosahují biogenní prvky K, Mg, Ca, N a P, a proto převyšují koncentrace zjištěné ve vodě odtékající do půdy v porostu smrku.

CELKOVÝ SPAD LÁTEK SE SRÁŽKAMI

Celkový spad látek z ovzduší do lesních ekosystémů je obtížné stanovit, proto je pro hodnocení imisního zatížení lesních půd využíváno stanovení spadu látek se srážkovou vodou. Koncentrace rozpuštěných látek ve srážkách ukazují charakter znečišťujících látek v ovzduší, ale pro posouzení vstupu iontů je zapotřebí kalkulovat i výši srážek. Proto jsou vypočtené hodnoty spadu látek na jednotlivých lokalitách odlišné (tab. II až VI).

Na ploše Hněvkovice nebyla v letech 1991 a 1992 k dispozici data z celoročního měření, avšak i z prezentovaných údajů je zřejmý relativně nízký spad protonů (H^+) a síry ($\text{S}/\text{SO}_4^{2-}$) a hlavně sloučenin dusíku [$\text{N}/(\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+)$]. Z bilance prvků mezi vstupem se srážkovou vodou a výstupem v odtékající gravitační vodě je patrná spotřeba protonů, zinku a také dusíku.

Obdobné poměry jako v Hněvkovicích byly zjištěny v porostu smrku na ploše Strouha. V korunách stromů obohacované srážky přinášejí do půdy relativně málo protonů, sloučenin dusíku i dalších imisních látek. V horizontu pokryvného humusu byly rovněž spotřebovány protony, Na, Zn a sloučeniny N.

Také na ploše Všetec je nejen na volné ploše, ale i pod porostem buku spad imisních prvků relativně nízký. Okapová voda přináší menší množství protonů a sloučenin dusíku než pod porostem smrku. Při bilancování toku prvků lesními ekosystémy je však nutné

respektovat jejich vstup do pokryvného humusu s vodou stékající po kmenech buku. Její sledování začalo až koncem roku 1992. Humusový horizont působí na výraznější vymývání biogenních prvků do minerálního půdního profilu ve srovnání s jejich vstupem se srážkami. Bilance však ukazuje na zachycování iontů H^+ , Na, Zn, Mn a Cl^- .

Na plochách Vojřov se projevuje poněkud vyšší zatížení půdy imisními látkami v bezlesí a především v porostu smrku ve srovnání s poměry na plochách v blízkém okolí JETE. Z humusového horizontu jsou vymývány spolu s humusovými látkami sloučeniny dusíku, fosforečnany, Ca, Mn a Fe.

Ve smíšeném porostu přichází do půdy (pokryvného humusu) s okapovou vodou méně sledovaných prvků, výjimku činí pouze fosforečnany. Humusový horizont v tomto porostu je také prostředím, kde převládají procesy mineralizace organické hmoty nad spotřebou prvků, a proto se zvyšuje jejich transport s gravitační vodou do minerálního profilu.

Spad imisních látek do smrkového porostu na ploše Zdíkov je nižší než na Vojřově, a je možné ho porovnávat s úrovní v porostech smrku na plochách Hněvkovice a Strouha. Pod korunami buku přichází do půdy se srážkami více iontů K, Na, Ca, F a SO_4^{2-} než pod smrkem. Voda stékající po kmenech buku působí zatížení půdy pouze v zóně infiltrace této vody.

Humusový horizont A_0 v porostu smrku zadržuje většinu prvků přinášejících podkorunovými srážkami, ale spolu s humusovými látkami jsou vyluhovány ionty H^+ , Fe, Al a PO_4^{3-} .

V pokryvném humusu půdy bukového porostu jsou z protékající vody odlučovány pouze ionty H^+ , Na, Cl^- a N. Ostatní biogenní prvky jsou vymývány ve větším množství oproti jejich vstupu se srážkami. V porostu

VIII. Zásoba biogenních prvků v půdě porostu smrku na ploše Strouha. Přístupné živiny jsou stanoveny ve výluhu 1 M NH_4Cl (odběr vzorků v dubnu 1991) – Biogenic elements supply in the soil of spruce stand on the plot Strouha. Nutrients available were determined in 1 M NH_4Cl (sample taking in April 1991)

Horizont ¹ (cm)	pH		C _{ox}	N _t	C/N	Na	K	Mg	Ca	Mn	Zn	Fe	Al	PO ₄ ³⁻
	aktivní ²	výměnné ³												
			%		ppm									
L/F 2cm x	4,2	3,4	41,6	1,20		32,0	1324,0	680	8920	1038,0	38,00	710	560	3100,0
H 1 - 2cm	3,3	2,6	28,17	1,00	28,2	24,3	868,1	208,4	2435	231,7	16,85	338	316	134,9
0 - 5	3,3	2,8	1,47	0,111		14,8	55,6	21,1	24	2,6	0,78	6,8	642	82,8
5 - 10	3,5	3,1	0,29	0,036	8,1	10,5	49,1	11,8	22	4,8	0,40	34	376	70,5
10 - 20	3,5	3,3	0,17	0,021	8,1	8,7	52,7	9,0	18	6,0	0,44	21	296	85,9
20 - 30	3,8	3,8	0,32	0,015	21,3	7,6	64,6	43,5	53	6,7	0,28	0,6	229	85,9
30 - 40	4,1	3,5	0,32	0,015	21,3	11,2	86,7	135,2	136	7,8	0,21	1,2	193	110,4
40 - 50	4,0	3,1	0,22	0,009	24,4	10,3	89,1	182,9	178	3,6	0,17	0,7	157	150,2
50 - 60	4,0	3,1	0,15	0,015	10,0	11,7	87,1	210,7	187	3,2	0,24	0,8	189	165,6
60 - 70	4,4	3,7	0,21	0,015	14,0	11,0	95,2	208,5	176	3,6	0,35	0,8	203	211,6
70 - 80	4,2	3,1	0,08	0,012	6,7	7,2	129,3	211,2	183	3,5	0,37	5,5	217	184,0

For 1 - 3 see Tab. VII

x celková zásoba prvků – total supply of elements

IX. Zásoba biogenních prvků v půdě bukového porostu na ploše Všetec. Přístupné živiny jsou stanoveny ve výluhu 1 M NH_4Cl (odběr vzorků v listopadu 1990) – Biogenic elements supply in the soil of beech stand on the plot Všetec. Nutrients available were determined in 1 M NH_4Cl (sample taking in November 1990)

Horizont ¹ (cm)	pH		C _{ox}	N _t	C/N	Na	K	Mg	Ca	Mn	Zn	Fe	Al	PO ₄ ³⁻
	aktivní ²	výměnné ³												
			%		ppm									
Lx				1,04		7,9	6790,0	640,0	1023	1876,0	25	80	120	3400
0 - 5	4,3	3,9	6,33	0,28	22,61	6,9	120,3	190,9	763	135,6	5,26	0,7	195	211,55
5 - 10	3,8	3,4	1,78	0,075	23,73	6,2	41,9	25,9	89	6,0	2,07	3,8	466	416,98
10 - 20	4,0	3,8	1,04	0,036	28,89	5,0	18,7	7,9	31	2,8	1,46	1,1	291	711,31
20 - 30	3,9	3,5	0,61	0,012	50,83	6,4	18,4	7,3	25	2,9	1,55	0,3	230	395,51
30 - 40	3,9	3,8	0,62	0,009	68,89	7,5	13,1	5,1	21	2,0	1,40	0,3	202	370,99
40 - 50	3,7	3,2	0,25	0,006	41,67	10,5	21,0	4,1	16	2,6	1,98	0,6	236	343,39
50 - 70	4,2	3,7	0,07	0,006	11,60	11,3	35,9	20,7	68	4,6	0,56	0,4	259	340,33

For 1 - 3 see Tab. VII

x celková zásoba prvků – total supply elements

buku je z tohoto humusového horizontu transportováno gravitační vodou do minerální půdy více K, Mg, Ca, Zn, Mn a méně H^+ než v porostu smrku.

CHEMICKÉ VLASTNOSTI PŮDY

Základní údaje o chemismu půd a zásobě prvků v humusovém horizontu a minerální půdě jsou uvedeny v tab. VII až XII. V organickém materiálu pokryvného humusu je stanoven celkový obsah prvků po mineralizaci, v minerální půdě a v některých humifikačních vrstvách byla zjišťována zásoba prvků ve výluhu 1 M NH_4Cl , ve všech vzorcích byl stanoven celkový uhlík (C_{ox}) a dusík (N_t).

Z prezentovaných výsledků vyplývá, že v porostech smrku na plochách Hněvkovice a Strouha jsou půdy

v povrchových horizontech kyselé až silně kyselé s $\text{pH/KCl} < 3,0$ (tab. VII a VIII). Nízké pH zasahuje především rhizosféru. Povrchové horizonty do 30 cm jsou ochuzeny o Mg a Ca zejména v profilu na ploše Strouha. Rozložení zásoby vyuhlovatelného fosforu ukazuje určitý pokles v rhizosféře, ale celkově je možné ji hodnotit jako dobrou. Podíl Al v sorpčním komplexu je v rhizosféře vysoký, s hloubkou profilu ubývá a roste zastoupení Mg a Ca. Zásoba přístupného Mn, Zn a Fe je vázána především na humusové látky. Významná je skutečnost, že je v půdě relativně nízká zásoba dusíku vyjádřená vysokým poměrem C/N i v minerální části profilu.

V bukovém porostu na ploše Všetec (na Vysokém Kamýku) je půda v povrchových horizontech sice méně kyselé, než na plochách ve smrku, ale s hloubkou pH

X. Zásoba biogenních prvků v půdě smrkového porostu s bukem na ploše Vojřův. Přístupné živiny jsou stanoveny ve výtahu 1 M NH₄Cl (odběr vzorků v dubnu 1991) – Biogenic elements supply in the soil of spruce stand with beech on the plot Vojřův. Nutrients available were determined in 1 M NH₄Cl (sample taking in April 1991)

Horizont ¹ (cm)	pH		C _{ox}	N _t	C/N	Na	K	Mg	Ca	Mn	Zn	Fe	Al	PO ₄ ³⁻
	aktivní ²	výměnné ³												
			%		ppm									
L x				0,99		56,0	1010	443	7020	1182	42	40	427	3100
F 1 - 2 x	4,2	3,2	41,40	1,27	30,9	63,0	761	391	6610	1020	54	63	717	3100
H 5	3,5	2,8	26,46	1,16	22,8	12,1	255,3	145,7	2006	272,4	27,39	26	434	110,4
0 - 5	3,3	2,7	3,27	0,22	14,9	7,7	47,8	28,7	255	17,7	3,40	9,2	104	
5 - 10	3,3	3,0	1,26	0,12	10,5	1,8	18,5	16,9	131	5,8	1,49	6,0	134	58,3
10 - 20	3,1	3,0	0,93	0,075	12,4	1,6	10,0	4,3	31	1,8		6,2	136	82,8
20 - 30	3,7	3,7	1,37	0,061	26,9	2,7	14,6	3,7	27	4,9	0,68	7,2	314	1680,2
30 - 40	4,1	4,3	0,43	0,042	10,2	20	13,1	1,7	11	1,3	0,97	0,7	90	1017,9
40 - 50	4,1	4,3	0,30	0,033	9,1	1,7	15,2	1,5	10	1,4	0,76	0,5	82	1042,4
50 - 60	4,2	4,4	0,29	0,027		1,9	15,5	1,4	7	0,8	0,92	0,4	78	846,2
60 - 70	4,2	4,4	0,59	0,027	21,9	1,3	16,2	1,2	7	0,7	0,88	0,6	75	662,3
70 - 90	4,2	4,4	0,45	0,027	16,6	1,3	14,0	1,4	9	0,8	1,15	0,1	77	374,1
90 - 100	4,2	4,5	0,21	0,017	1,2	1,4	11,8	0,9	6	1,3	0,55	0,1	45	404,7

For 1 - 3 see Tab. VII

x celková zásoba prvků – total supply of elements

XI. Zásoba biogenních prvků v půdě smrkového porostu s bukem na ploše Vojřův. Přístupné živiny jsou stanoveny ve výtahu 1 M NH₄Cl (odběr vzorků v dubnu 1991) – Biogenic elements supply in the soil of spruce stand with beech on the plot Vojřův. Nutrients available were determined in 1 M NH₄Cl (sample taking in April 1991)

Horizont ¹ (cm)	pH		C _{ox}	N _t	C/N	Na	K	Mg	Ca	Mn	Zn	Fe	Al	PO ₄ ³⁻
	aktivní ²	výměnné ³												
			%		ppm									
L x				0,99		56,0	1010	443	7020	1182	42	40	427	3100
F 1 - 2 x	4,2	3,2	41,40	1,27	30,9	63,0	761	391	6610	1020	54	63	717	3100
H 5	3,5	2,8	26,46	1,16	22,8	12,1	255,3	145,7	2006	272,4	27,39	26	434	110,4
0 - 5	3,3	2,7	3,27	0,22	14,9	7,7	47,8	28,7	255	17,7	3,40	9,2	104	
5 - 10	3,3	3,0	1,26	0,12	10,5	1,8	18,5	16,9	131	5,8	1,49	6,0	134	58,3
10 - 20	3,1	3,0	0,93	0,075	12,4	1,6	10,1	4,3	31	1,8		6,2	136	82,8
20 - 30	3,7	3,7	1,37	0,051	26,9	2,7	14,6	3,7	27	4,9	0,68	7,2	314	1680,2
30 - 40	4,1	4,3	0,43	0,042	10,2	2,0	13,1	1,7	11	1,3	0,97	0,7	90	1017,9
40 - 50	4,1	4,3	0,30	0,033	9,1	1,7	15,2	1,5	10	1,4	0,76	0,5	82	1042,4
50 - 60	4,2	4,4	0,29	0,027		1,9	15,5	1,4	7	0,8	0,92	0,4	78	846,2
60 - 70	4,2	4,4	0,59	0,027	21,9	1,3	16,2	1,2	7	0,7	0,88	0,6	75	662,3
70 - 90	4,2	4,4	0,45	0,027	16,6	1,3	14,0	1,4	9	0,8	1,15	0,1	77	374,1
90 - 100	4,2	4,5	0,21	0,017	1,2	1,4	11,8	0,9	6	1,3	0,55	0,1	45	404,7

For 1 - 3 see Tab. VII

x celková zásoba prvků – total supply of elements

nevzrůstá (tab. IX). Dostatečná zásoba kationtů je pouze v humusem obohacených horizontech. V hlubší části profilu je zásoba Mg a Ca velmi nízká. Přístupný fosfor je v dostatečném množství přítomen v celém profilu. V sorpčním komplexu převládá Al, Mn a Zn jsou vázány na humusem obohacenou část půdního profilu. Vysoký poměr C/N ukazuje zejména v minerální části rhizosféry nízkou zásobu dusíku.

Na plochách Vojřův je půdní profil tvořen jemným vátým pískem s malou příměsí prachových a jílových částic. Proto je zásoba živin vázána především na humusový materiál. Povrchové horizonty humusu jsou sice silně kyselé, ale obsahují přístupné K, Mg, Ca (tab. X a XI). V minerální půdě pod porostem smrku nedosahuje zásoba Mg a Ca ani 10 ppm. Naopak koncentrace přístupných fosforečnanů (PO₄³⁻) v půdní spodině překračuje

XII. Zásoba biogenních prvků v půdě smrkového porostu na ploše Zdíkov. Přístupné živiny jsou stanoveny ve výluhu 1% kyseliny citronové (odběr vzorků v květnu 1986) – Biogenic elements supply in the soil of spruce stand on the plot Zdíkov. Nutrients available were determined in 1% citric acid (sample taking in spring 1986)

Horizont ¹ (cm)	pH		C _{ox}	C/N	Na	K	Mg	Ca	Mn	Zn	Fe	Al	PO ₄ ³⁻
	aktivní ²	výměnné ³											
			%		ppm								
L/F					47	972	662	4000	418	57	1560	1637	3679
F 2cm					448	792	720	3490	258	82	2450	2123	3986
H 5cm					54	605	468	1630	115	59	3680	3232	2759
0 - 5	3,4	2,7	6,88	28,66	7,9	33,4	24,5	59	2,5	3,13	1552	1059	61
5 - 10	3,6	2,9	4,20	24,14	8,5	25,8	23,1	43	2,5	3,88	3003	1618	40
10 - 25	4,1	3,6	2,43	22,50	5,4	19,9	12,5	36	2,5	1,88	1643	2470	18
25 - 45	4,4	4,2	1,72	20,48	5,4	17,1	8,0	36	2,5	3,19	288	4813	31

For 1 - 3 see Tab. VII

XIII. Zásoba biogenních prvků v půdě bukového porostu na ploše Zdíkov. Přístupné živiny jsou stanoveny ve výluhu 1% kyseliny citronové (odběr vzorků v květnu 1986) – Biogenic elements supply in the soil of beech stand on the plot Zdíkov. Nutrients available were determined in 1% citric acid (sample taking in spring 1986)

Horizont ¹ (cm)	pH		C _{ox}	C/N	Na	K	Mg	Ca	Mn	Zn	Fe	Al	PO ₄ ³⁻
	aktivní ²	výměnné ³											
			%		ppm								
L					42	853	659	8780	920	46	490	441	2800
L/F 1cm					53	963	813	9050	1427	64	1370	1136	3100
F/H 1cm					110	1369	1246	5880	1116	76	5380	4482	3400
0,5 - 2	4,4	3,9	14,80	15,50	55,0	304,8	204,9	1329	675,1	20,24	1329	1219	270
0 - 2	4,3	3,7	6,06	13,17	15,8	127,4	74,6	329	229,8	5,88	1452	1258	123
2 - 10	4,3	3,8	2,76	9,86	12,0	63,6	43,5	136	86,7	4,41	2102	1753	101
10 - 20	4,5	4,3	2,08	18,74	16,6	22,5	15,2	55	53,5	3,73	800	2399	74
20 - 40	4,6	4,0	0,76	13,30	9,3	15,0	15,7	54	41,9	3,87	616	1399	43
40 - 55	4,7	4,3	0,46	9,58	20,8	29,2	19,1	66	110,7	2,17	1111	1596	49

For 1 - 3 see Tab. VII

čují 1000 ppm. V sorpčním komplexu převažují ionty Al. Poměr C/N s hloubkou profilu kolísá, ale je příznivější než na plochách v blízkosti Temelína. Na ploše s bukem a smrkem je celková zásoba živin v pokryvném humusu mírně vyšší než v porostu smrku. Rozložení zásoby sledovaných prvků je však obdobné.

Při hodnocení zásoby kationtů a kovů v půdě výzkumných ploch na Zdíkově je nutné vzít v úvahu rozdílnou metodiku stanovení zásoby těchto prvků v přístupné formě. Do citrátového výluhu přicházejí i formy železa a hliníku, které nejsou vázány v sorpčním komplexu. Půda v porostu smrku je na povrchu silně kyselá (tab. XII). Zásoba přístupných kationtů v minerální půdě tohoto porostu je nízká, stejně i fosforečnanů (PO₄³⁻). Poměr C/N byl v době odběru vzorků relativně vysoký. Pod porostem buku obsahoval pokryvný humus více K, Mg, Ca a Mn (tab. XIII). Půdní profil byl méně kyselý než pod porostem smrku a měl poněkud vyšší zásobu Mg, Ca, PO₄³⁻ a hlavně Mn. Také poměr C/N byl příznivější v půdě pod porostem buku.

DISKUSE A SOUHRN VÝSLEDKŮ

Předkládané výsledky rozborů srážkových vod zachycovaných na volné ploše (v bezlesí) a pod porosty smrku a buku ukazují míru jejich kontaminace imisními látkami. Porovnáváme-li koncentrace znečišťujících látek i celkové spady s údaji získanými v jiných oblastech Čech a na severní Moravě (Lochman, 1993), jde především o depozici protonů (H⁺), sloučenin dusíku (NO₃, NH₄), sulfátů fluoridů, ale také těžkých kovů (Mn, Zn), potom patří zájmová oblast jižních Čech a Šumavy mezi nejčistší části České republiky.

Úroveň spadu imisních látek je srovnatelná s údaji získanými v lesích sousedního Bavorska. Podle Hüssera, Rehfuess (1988) dosahoval na stanicích v Bavorském lese v první polovině osmdesátých letů spád H⁺ na volné ploše 0,27 až 0,59 kmol.ha⁻¹.ro⁻¹ a pod porosty smrku 0,83 až 1,50 kmol.ha⁻¹. Roční spád S/SO₄²⁻ s okapovou vodou se pohyboval v rozmezí 37,1 až 51,2 kg.ha⁻¹ a spád N/NO₃ mezi 7,2 až 13,3 kg.ha⁻¹.

Kennel, Lechler (1993) uvádějí výsledky měření spadu imisních látek na stanicích v Bavorském lese v druhé polovině osmdesátých let. Průměrný roční spad v porostech smrku byl $0,93 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1}$, u $\text{S}/\text{SO}_4^{2-}$ $33 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a u N $21 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Porovnáme-li tyto údaje s hodnotami prezentovanými v tab. X, potom bylo zatížení lesů na našich sledovaných plochách nižší než v Bavorském lese.

Také spad protonů s podkorunovými srážkami v porostech buku na ploše Všetec a na ploše Zdíkov je v relaci k hodnotám zjištěným v bukových porostech Bádenska-Württemberska, kde s okapovou vodou přichází do půdy $0,11$ až $0,18 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a ve vodě stékající po kmenech $0,04$ až $0,37 \text{ kmol} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Führer et al., 1988). V Bavorském lese byl v bukovém porostu na ploše Mitterfels zjištěn v letech 1983 - 1990 průměrný roční spad H^+ iontů $0,16 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Kennel, Lechler, 1993).

Znečištění podkorunových srážek imisními látkami a spad prvků do půdy a jejich dynamika v půdě jsou ovlivněny nejen znečištěním ovzduší, ale i klimatickými veličinami - především průběhem srážek, teplot vzduchu a směrem jeho proudění.

Podle Barbořika, Hafnera (1991) dosahují dlouhodobé roční srážkové úhrny v okolí elektrárny Temelín asi 580 mm . Informace poskytnuté ze stanice ČHMÚ ve stejné obci však uvádějí srážkový úhrn v roce 1990 $479,7 \text{ mm}$, v roce 1991 $486,1 \text{ mm}$ a v roce 1992 celkem $539,8 \text{ mm}$; z tohoto množství dosáhly srážky v prvním pololetí pouze $180,3 \text{ mm}$.

Hlavní podíl zatížení lesních ekosystémů z ovzduší přichází se severozápadním prouděním, které v Jihočeské pánvi převažuje. Průměrné roční koncentrace SO_4^{2-} , uvedené v souhrnném ročním tabelárním přehledu ČHMÚ (1993), dosahovaly v roce 1992 na stanicích v Táboře, Strakoniciích a Chrástově pouze $8,7$ a $9 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ proti $18 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ v Košeticiích.

Naopak roční průměrné koncentrace oxidů dusku byly na stanicích Košetice nižší ($5 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) než na stanicích ve Strakoniciích a Táboře (9 a $10 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$), které jsou však umístěny v blízkosti zdrojů exhalátů těchto měst.

V současné době je hlavním zdrojem látek obohacujících systém porostu a půdy (do biologického koloběhu) spad z ovzduší, jak se srážkami „mokry spád“, tak ve formě „suchého spadu“ (plynů, aerosolů a tuhých látek).

Imisní látky zachycované v korunách stromů jsou především aerosoly kyselého charakteru, které zvyšují v podkorunových srážkách obsah protonů, sloučenin síry, dusku, fluoru, chloru a těžkých kovů. Prachové částice zachycované v korunách stromů a v půdě jsou zdrojem Na, K, Mg, Ca, Al a Fe.

Protony ve srážkové vodě jsou zčásti neutralizovány při reakci s kationty obsaženými v tuhém spadu. Neutralizaci srážkové vody působí také výměna (vymývání) prvků z listových pletiv. Mezi tyto prvky patří kationty

K, Mg, Ca, ale také Mn a další kovy (Ulrich et al., 1981).

Tyto reakce se ve vegetačním období projevují více u listnáčů (v našem případě u porostu buku) než u smrku. Spotřeba protonů při vymývání kationtů z listů sice snižuje jejich spad do půdy, ale současně vyvolává zvýšené nároky kořenů dřevin na příjem Mn, Ca a dalších prvků z půdy (Rehfuess, 1990). Proto je v porostech buku i ve vegetačním období (při olistění) nižší spad protonů se srážkami a povrch půdy není tak intenzivně okyselován jako v porostech smrku.

V rhizosféře buku se půdní reakce pH zvyšuje proti povrchovým horizontům méně výrazně. V blízkosti stromů působí okyselování hlubších půdních horizontů také srážková voda pronikající podle kořenů.

Srážkami chudé počasí na jaře 1992 způsobilo zvýšení prašnosti ovzduší a kontaminací jehličí a listů dřevin, takže kationty z těchto tuhých polutantů neutralizovaly kyselé složky na listech a v podkorunových srážkách se nezvyšovala koncentrace protonů (plocha Strouha).

Z hlediska výživy a stability porostů i z hlediska vodohospodářských zájmů je důležité sledování spadu a bilance dusíku. Podle údajů v tab. II a III je zjištěný spad dusíku do lesních porostů s podkorunovými srážkami na plochách v okolí Temelína (Hněvkovice, Strouha a Všetec) v letech 1991 a 1992 nižší než v jiných oblastech, kde překračuje $20 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Lochman, 1993). Nízké je také celkové množství dusíku zachycené ve formě NO_3^- a NH_4^+ s podkorunovými srážkami na výzkumných objektech na Zdíkově. Na plochách Vojšvov, zejména pod porostem smrku, překračuje roční spad $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nižší koncentrace sloučenin N ve srážkách a nízké srážkové úhrny sledovaných let způsobují, že je dusík v malé míře vymýván z humusového horizontu do minerální půdy. Dotýká se to především porostů smrku, kde je tento humusový horizont prokořeněn. V porostech buku působí odlišná struktura tohoto horizontu A_0 a intenzivnější rozkladná činnost mikroorganismů tak, že je N vymýván s gravitační vodou.

Omezená dynamika dusíku v humusových horizontech sledovaných smrkových porostů u okolí Temelína se zřejmě projevuje i v jeho zásobě v minerální půdě, kde je zjišťován relativně vysoký poměr $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_t$ (tab. VI a VII). Při sledování úrovně výživy mladších smrkových porostů v blízkosti našich výzkumných ploch byl v jehličí zjištěn nedostatek N (Pasuthová, Ledinský, 1994). Také nízké koncentrace oxidů dusíku v ovzduší (podle ČHMÚ) a NH_4^+ ve srážkách nenaznačují větší příjem dusíku listy přímo z ovzduší.

Hodnocený spad protonů do lesních půd je ve sledovaném období relativně nízký. Půdy těchto výzkumných ploch jsou však - zejména v povrchových horizontech - kyselé až silně kyselé ($\text{pH}/\text{KCl} < 3,0$). Příčiny tohoto stavu je možné hledat v dlouhodobějším a pravděpodobně i vyšším zatížení těchto půd v období před prováděným výzkumem. Příčinou okyselování

půdního prostředí je i vstup, přeměna, transport a příjem minerálních forem dusíku v půdě. Při nitrifikaci amonných iontů na nitráty ($\text{NH}_4^+ - \text{NO}_3^-$) jsou uvolňovány H^+ ionty. Také při příjmu NH_4^+ iontů přecházejí H^+ ionty do půdního prostředí. Naopak amonizace nitrátů nebo příjem NO_3^- kořeny vyvolává spotřebu těchto iontů (Ulrich et al., 1981).

Z bilance tvorby a spotřeby protonů těmito reakcemi v humusovém horizontu (A_0) smrkových porostů byla v období od počátku sledování do června 1992 stanovená produkce protonů, a to na ploše Hněvkovice 0,16 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, Strouha 0,16 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, Vojřov 0,339 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, Želivka 0,53 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a Zdíkov 0,21 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, ve smíšeném porostu buku a smrku na Vojřově 0,152 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a v buku na Zdíkově je bilance vyrovnaná.

Vypočítaná produkce protonů v humusových horizontech sledovaných porostů je poměrně vysoká, u porostu buku je dokonce vyšší než jejich spad s podkorunovými srážkami. Spotřeba těchto H^+ iontů v humusovém horizontu je spojena s rozkladnými procesy, a proto je jejich vymývání často nižší než vstup se srážkovou vodou. Popsané acidifikační procesy mohou probíhat i v hlubších rhizosférických horizontech minerální půdy.

Oxyselení půdního profilu je spojeno i s nízkým podílem kationtů v sorpčním komplexu půdy. Na plochách Hněvkovice a Strouha je vázána zásoba hlavních živin na humusem obohacené horizonty. V povrchových horizontech minerální půdy smrkových porostů je zásoba Mg a Ca nízká, hlouběji opět vyšší. V sorpčním komplexu převažuje Al. V půdě pod porostem buku se projevuje snížení zásoby výměnného Mg a Ca výrazněji a do větší hloubky.

Ve skeletem bohaté půdě pronikají kořeny dřevin až do hloubky obnaženého profilu, tedy do horizontů s dostatečnou zásobou kationtů. Jejich příjem je však spojen s příjmem vody. Podle výsledků měření zásoby vody v půdě (sacího tlaku) pomocí tenzometrů (Bucek, 1992) byl však po většinu vegetačního období let 1991 až 1992 příjem vody kořeny v těchto částech půdního profilu omezen malou přístupností vodní zásoby (při tlaku > 40 kPa).

Na plochách Vojřov je zásoba kationtů v půdě vázána na zásobu humusových látek a rozhodující pro výživu porostů je dobrý koloběh prvků v ekosystému. Údaje o půdních vlastnostech porostů smrku a buku na Zdíkově, uvedené v tab. VIII, ukazují na ploše buku příznivější pH v půdním profilu a poněkud vyšší zásobu bioprvků, především Mn. Je to v souladu s nižším zatížením půdy tohoto porostu okapovou vodou. V zóně infiltrace kontaminovanější vody, stékající po kmeni, je však nutné počítat s méně příznivými poměry. Hüttermann (1983) popisuje nepříznivý vliv zatížení cizorodými látkami ve vodě stékající po kmeni buku na půdní biologickou činnost a hynutí semenáčků této dřeviny. Také Šálý (1993) zjistil, že v zóně vsakování stokové vody v porostech buku na Slovensku byl v povrchových horizontech půdy rozdíl $\text{pH}/\text{H}_2\text{O}$

o 1 stupeň i více v hloubce 0 - 5 cm a ještě znatelný rozdíl v hloubce 15 - 20 cm proti půdě ležící mimo vliv stoku.

Nízká zásoba přístupných kationtů v lesních půdách se vyskytuje v oblastech s působením mírně kyselých srážek. Je zjišťována nejen v Německu (Rehfuess, 1990), ale také v Rakousku. Kilian (1993) uvádí jako kritérium pro nedostatečnou zásobu Mg v půdě 2% podíl na její celkové výměnné kapacitě. Nižší zásoba tohoto prvku se vyskytuje na krystaliniku Českého masivu (Böhmsche Masse) v Horních Rakousích u hranice s ČR. Na naší straně byla taková nízká zásoba Mg zjištěna v půdních profilech vyvinutých na křemitém písku na Vojřově.

Zatížení lesních ekosystémů toxickými látkami ovlivňuje stabilitu lesů a zachování jejich užitečných funkcí. Při výzkumu stavu lesních ekosystémů byla pozornost věnována těžkým kovům a radionuklidům. Některé těžké kovy (Zn a Mn) byly sledovány ve srážkové a půdní vodě a v půdním prostředí. Údaje o obsahu těchto kovů jsou uvedeny v tab. II až XIII a nevybočují z úrovně zjišťované v jiných oblastech České republiky s nízkým imisním zatížením. Na ploše Strouha v pokryvném humusu dosahovalo Pb 15 ppm a Cu 5 ppm. Na plochách Vojřov v povrchových vrstvách humusového horizontu dosahovalo Pb 7 až 29 ppm a Cu 5 až 12 ppm. Úroveň zatížení jednotlivých lesních ekosystémů v širším okolí Temelína radionuklidy popisuje Uhlířová, Konečný (1994). Předkládané hodnocení podmínek chemismu půdního prostředí a jeho zatížení spady z ovzduší probíhalo v období mimořádně teplých a srážkově chudých let. Tuto skutečnost je nutné respektovat při posuzování získaných výsledků.

Prognózy změny klimatických veličin v okolí elektrárny jsou založeny na předpokládaném provozu kapacit 4 x 1000 MW. I při tomto výkonu dosahuje předpokládané zvýšení průměrné teploty relativně malých hodnot. Při stometrové výšce chladicích věží se má podle Barbořika, Hafnera (1991) maximální změna projevit v lesích vzdálených 5 km východním směrem (zvýšení průměrné teploty o 0,16 °C a zvýšení obsahu vody v ovzduší o 0,26 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$). Významnější pro růst, vývoj a zdravotní stav lesních porostů, pro zvýšení intercepce cizorodých látek z ovzduší, pro změnu rozkladných procesů v půdě a vodní režim půd může být prodloužené trvání mlh až o několik desítek hodin v blízkosti zdroje.

ZÁVĚR

Práce je součástí širšího výzkumu současného stavu hlavních složek lesního prostředí a úrovně fyziologických procesů lesních dřevin v okolí budované jaderné elektrárny Temelín. Pro stanovení předpokládaného vlivu plánovaného provozu elektrárny na lesní ekosystémy byly ke sledování vybrány výzkumné plochy v jejím neďalekém okolí a pro charakteristiku

oměru a změn v širší oblasti i plochy vzdálené asi 50 km. Prezentované výsledky tedy popisují situaci v imisní zátěži a chemismu půd podstatné části jižních Čech.

Proti současnému stavu lesního prostředí je zapotřebí očekávat zvýšení četnosti a trvání mlh a v chladném období roku i námraz. Zvýšení srážek je možné očekávat za určitých podmínek, a to ve formě horizontálních srážek a podporou lokální bouřkové činnosti.

Zvlhčování korun vytváří příznivější podmínky pro zachycování látek ze znečištěného ovzduší a pro intenzivnější kontaminaci podkorunových srážek. Zvýšení vlhkosti půdního prostředí exponované oblasti se projeví pouze v povrchových horizontech. Ve srážkově chudé oblasti tato změna podpoří půdní biologickou činnost, rozklad půdní organické hmoty i dynamiku a koloběh prvků. Po určité období může nastat zlepšení výživy lesních porostů.

Určité zvýšení úhnu srážek a rozkladných procesů a koloběhu látek přispěje v povrchových horizontech ke snížení přítomnosti cizorodých látek včetně radionuklidů. Podle odborných posudků se nepočítá s podstatnější emisí radioaktivních látek do ovzduší.

Při současné a předpokládané úrovni atmosférického znečištění lesních ekosystémů v okolí Temelína a úrovni dynamiky sloučenin dusíku, fluoru, těžkých kovů a radioaktivních látek je nepravděpodobné zatížení vodních zdrojů vysokými koncentracemi těchto látek.

Hodnocení dvouleté období je pro získání podkladů k signifikantnímu hodnocení změn vyvolaných provozem JETE krátké. Proto práce pokračovaly v r. 1993 a pravděpodobně budou pokračovat i v dalším roce.

Literatura

BARBOŘÍK, J. - HAFNER, J.: Výzkum vlivu jaderné elektrárny Temelín na klimatické poměry Jihočeského kraje. Zpráva Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM, Praha, 1991: 32, 29 tab., 25 obr.

BUCEK, J.: Změny ve vodním režimu půd a odtoku vody. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM, Jiloviště - Strnady, 1992: 23, 44 příl.

FOJT, V. - MATERNA, J.: Vliv zvýšené vlhkosti vzduchu v okolí jaderné elektrárny Temelín na lesní porosty. [Studie.] VÚLHM, Jiloviště - Strnady, 1983: 18, 8 obr.

FÜHRER, H. W. - BRECHTEL, H. M. - ERNSTBERGER, H. - ERPENBECK, C. H.: Ergebnisse von neuen Depositionsmessungen in der Bundesrepublik Deutschland und im benachbarten Ausland. DVWK Mitteilungen 14, Bonn, 1988: 122.

HÜSER, R. - REHFUESS, K. E.: Stoffdeposition durch Niederschläge in ost und südbayerischen Waldbeständen. Fakultät der Universität München und Bayerischen Forstlichen Versuchs und Forschungsanstalt, 1988, Nr. 86: 153.

HÜTTERMANN, A.: Immissionschäden im Bereich der Wurzeln von Waldbäumen. Immissionsbelastungen von Waldökosystemen. Sonderheft der Mitteilungen - Erweiterte Neuaufgabe 1983, Landesanstalt Ökologie, Landschaftsentwicklung u. Forstplanung Nordrhein - Westfalen, 1983: 10a-14a.

KENNEL, M. - LECHLER, H. H.: Langfristiges Monitoring belasteter Waldökosysteme an den Bayerischen Waldklimastationen. Proceeding Symposium Stoffeinträge aus der Atmosphäre und

Waldbodenbelastung in der Ländern von AGRE ALP und ALPEN - ADRIA, 27. - 29. April 1993, Berchtesgaden. GSF - Bericht 39/93: 58-63.

KILLIAN, W.: Ergebnisse der Österreichischen Waldbodenzustandsinventur. Proceeding Symposium Stoffeinträge aus der Atmosphäre und Waldbodenbelastung in der Ländern von AGRE ALP und ALPEN - ADRIA, 27. - 29. April 1993, Berchtesgaden. GSF - Bericht 39/93: 170-178.

LOCHMAN, V.: Pollutant fall-out into forest ecosystems as related to changes in forest soils. Lesnictví-Forestry, 39, 1993: 58-72.

PASUTHOVÁ, J. - LEDINSKÝ, J.: Výživa a transpirace smrkových mlazin v okolí Temelína. Lesnictví-Forestry, 40, 1994: 197-202.

REHFUESS, K. E.: Review of forests decline research activities and results in the Federal Republic of Germany. Proc. of the Workshop Verification of Hypotheses on the Mechanisms of Damage and Possibilities of Recovery of Forest Ecosystems, Beskydy Mountains, September 4. - 8., 1989, Univ. of Agricult. Brno, 1990: 53-76.

ŠÁLY, R.: Veränderung von Böden unter dem Einfluß des Stammbau von Buchen in der Slowakei. Proceeding Symposium Stoffeinträge aus der Atmosphäre und Waldbodenbelastung in der Ländern von AGRE ALP und ALPEN - ADRIA, 27. - 29. April 1993, Berchtesgaden. GSF - Bericht 39/93: 218-225.

UHLÍŘOVÁ, H. - KONEČNÝ, J.: Radiocesium v lesních ekosystémech v jihočeském regionu. Lesnictví-Forestry, 40, 1994: 203-210.

ULRICH, B. - MAYER, R. - KHANNA, P. K.: Deposition von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen im Solling. Forstl. Fak. Univ. Göttingen, 58, Sanerländer's Ver. Frankfurt am Main, 2. Ausgabe, 1981: 291.

WEISS, D.: Stanovení fluoru v nerostných surovinách lanthan-fluoridovou membránovou elektrodou. Chem. Listy, 63, 1969: 1152-1156.

KOLEKTIV: Sborník přednášek z konference o bezpečnosti jaderných elektráren a jejich vlivu na životní prostředí. ÚISJP Zbraslav, 1989.

ČHMÚ: Souhrnný roční tabelární přehled staničních sítí a imisních charakteristik znečišťujících látek České republiky 1992. Český hydrometeorologický ústav, Praha, duben 1993.

Došlo 28. 1. 1994

LOCHMAN, V. - BUCEK, J. - BÍBA, M. (Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviště - Strnady): *Pollutant deposition in forest ecosystems and characteristics of chemical properties of soils in the environs of Temelín*. Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (5): 174-188.

The paper describes the results of investigations of the chemistry of precipitation water and soil water in 1991-1992 on research plots in the nearer and farther environs of the building site of the Temelín nuclear power plant (about 25 km north of České Budějovice). Research plots lie in spruce and beech stands. When the installations on research plots were built (1990 and 1991), soil samples were taken to determine the supply of biogenic elements in humus and soil.

The objective of the program was to determine the current level of element deposition in forest ecosystems, dynamics of soil elements and chemistry; the program is

a part of more extensive research into forest environment and stand condition. The results of investigation provide data for a forecast of the effect of the projected operation of the nuclear power plant on forest environment, basic factor of growth and stabilization and for fulfilment of their functions. They can be a basis for evaluation of the rate of changes in forest ecosystems after the nuclear power plant has been launched into operation. The results of research are currently applied to supply data to the network of plots with monitoring of pollutant loads in the forest ecosystem in Southern Bohemia.

Two research plots in spruce stand (Hněvkovice and Strouha) and a plot in beech stand (Všeteč) were laid out at a distance of several kilometers from the built-up premises of the Temelín nuclear power plant. The soils on these plots are medium deep brown forest soils (Cambisol) with a large amount of mother rock skeleton (biotitic paragneiss).

Moder is a soil humus form in the spruce and beech stands. To monitor pollutant deposition in the forest ecosystems and their effect on the soil properties Vojškov plots were laid out which lie in spruce stand and in a mixed stand of beech and spruce in the Jindřichův Hradec forest district, near the frontier with Austria. Humus podzols with moder and mör forms were developed on eolian sand between the boulders of muscovite granite. The results of research on Zdíkov plots in the foothills of the Šumava Mts. are also evaluated in this paper. Pollutant deposition and their dynamics in the soil under the crowns of spruce and beech stands are followed here. The soils on these plots are brown forest soils (Cambisols), with slight podzolization in spruce stand and with stones to boulders of moldanubic paragneiss. The humus form can be characterized as moder in beech stand and as moder to mör in spruce stand.

To determine the rate of dry deposition in the crowns, wet deposition was investigated in the open area simultaneously with bulk precipitation. Chemical analyses of water performed in a laboratory of the Forestry and Game Management Research Institute at Jíloviště-Strnadý.

Average concentrations of the pollutants in precipitation water from the open area and from throughfall show

that this region of Southern Bohemia in question is not affected by more intensive pollutant deposition. This applies particularly to the compounds of sulfur (S/SO_4^{2-}), fluorine and nitrogen ($NO_3^- + NH_4^+$). Heavy metal contamination of precipitation waters (Zn, Mn) is also relatively low with respect to the fallout of these elements in other regions of the Czech Republic. Contamination of precipitation water in the crowns is higher in spruce stands than in beech stands. Larger exposure to air flow results in the larger fallout of protons (H^+) and other elements on Vojškov and Zdíkov plots in comparison with the plots in the environs of Temelín. Rainfall deficit on the plots Hněvkovice, Strouha and Všeteč and neutralizing activity of cations leached from solid deposition, emitted by local sources, which is intercepted in the tree crowns, contribute to the relatively low load of forest soils in the years of observation.

The values of total fallout of protons (H^+), sulfates and nitrogen compounds (NO_3^- , NH_4^+) are comparable with the data cited in literature on the plots in the neighboring Bavaria. Particularly in the periods with low atmospheric precipitation low N dynamics and its transport to the soil profile can be observed in forest stands.

Although the fallout of protons and pollutants potentially causing soil acidification is low on the investigated plots in the years of observation, low pH values are determined in the upper soil horizons in spruce stands, while the saturation of the soil sorption complex with Mg and Ca cations as well as Mn cations is low in the rhizosphere. Deeper horizons with admixtures of weathering parent rock are richer in these cations. Root distribution and ion supply are more uniform in the soil profile in beech stands.

In keeping with the low deposition of nitrogen compounds there was an adverse ratio of soil C and N (C_{ox}/N_t) on the plots in the environs of Temelín, and N deficit was observed in the foliage of spruce stands. In beech stands pollutant deposition is lower and the biological activity of soil is more intensive, so contributing to the better biological circulation of elements. The described research activities are in progress in 1994.

pollutant deposition; nutrient supply in soil; spruce and beech stands

Kontaktní adresa:

Ing. Václav L o c h m a n , CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště-Strnadý

SLEDOVÁNÍ MIKROBIOLOGICKÝCH CHARAKTERISTIK LESNÍCH PŮD Z OKOLÍ TEMELÍNA

J. Hýsek, A. Lettl

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jiloviště - Strnady

Lesní půdy z okolí stavby jaderné elektrárny Temelín (JETE) - lokality: Strouha, Hněvkovice, Všetec - byly zkoumány dlouhodobě z hlediska půdně-biologických charakteristik. Zkoumali jsme: sušinu, pH, obsah C a N, poměr C/N, respiraci (bazální a potenciální), hodnoty amonických a nitrátových iontů v půdě, amonizaci, nitrifikaci a počty aerobních a amonizačních bakterií a mikromycet. Zjistili jsme rozdíly půdně-biologických charakteristik mezi půdami smrkových a bukových stanovišť, což bylo dáno typem opadu a jeho mineralizací. V půdách bukových porostů byl dán vyšší obrat amonických iontů a nitrátů. Celkově bylo možné hodnotit půdní procesy z půd v okolí Temelína jako procesy v půdách průmyslově dosud velmi slabě narušené oblasti (vyšší respirace, amonizace a nitrifikace). Vysoký výskyt hub rodu *Mortierella* indikoval nižší znečištění oblasti zvláště těžkými kovy.

oblast Temelína; lesní hnědozemě; lesnická půdní mikrobiologie; respirace; amonizace; nitrifikace; počty půdních mikroorganismů; spektrum mikromycet

Studium půdní mikrobiologické činnosti je důležité pro posouzení správného odbourávání organického opadu a jeho mineralizace na různých lokalitách. Naše sledování probíhalo na vybraných výzkumných plochách v okolí stavby jaderné elektrárny v Temelíně, kde byl současně sledován spad látek se srážkami, chemismus půdní vody, půdy a humusu.

Lesní půdy prezentují složitý komplex z pohledu mikrobiální rozkladné činnosti. Většina vytvořených anorganických látek je využita ve výživě lesa. V přírodním cyklu zapadá jedna složka do druhé. Je logické, že stavba a provoz složitých zařízení, jakým je jaderná elektrárna, může ovlivnit fyzikálně-chemické podmínky prostředí a podmínky pro život organismů. Pro srovnání situace za provozu je nutné znát výchozí podmínky. I mineralizace organických látek může být ovlivněna. Lesnická půdní mikrobiologie se zabývá celkovým obrazem osídlení lesních půd mikroorganismy včetně jeho důsledků pro biochemismus půdy. V příspěvku se zabýváme studiem bakterií a mikromycet. I ve světovém měřítku se tyto mikroorganismy prioritně zkoumají ve vztahu ke klimatickým změnám (Anonym, 1990). Mikrobiální půdní populace lze studovat pomocí různých metod - např. přímého pozorování, kultivace, určení celkové bakteriální a houbové biomasy, stanovení příjmu kyslíku a výdeje oxidu uhličitého, anaerobní kultivace, analýzy půdních enzymů, půdního ATP atd.

Již dlouhou dobu u nás a v mnoha dalších zemích dochází k acidifikaci lesních půd. Jednou z prvních zemí, kde byl tento jev popsán, je Švédsko (T r o e d s s o n, 1980). Je známo, že v kyselých půdách se mění poměr mezi bakteriemi a mikromycetami ve prospěch mikroskopických hub. Po neutralizaci např. vápněním dochází k výraznému zvýšení bakteriální biomasy (M a c D o n a l d, 1979). Rovněž atmosférické precipitace mohou mít vliv na změny v počtech a v biomase bakterií. Nízké pH srážek působí na snížení bakteriální půdní biomasy zvláště při nižší půdní vlhkosti (C l a r h o l m, R o s s w a l l, 1980).

Pro kyselé lesní půdy je typický vysoký výskyt půdních mikromycet a převládající rody *Penicillium* a *Trichoderma* (G r u n d a, M á l e k, 1978). Většina uhlíkatých sloučenin v půdě je v anorganické a organické formě a uhlík mikrobiální biomasy (zemědělské půdy) zaujímá pouze 0,27 - 4,8 % celkového půdního uhlíku (A n d e r s o n, D o m s c h, 1975). V lesních půdách většinou převládá v půdní respiraci aktivita mikromycet nad bakteriemi (A n d e r s o n, D o m s c h, 1973), ve smrkových lesních půdách byl tento poměr 80 : 20 až 70 : 30, v horizontech bukových porostů byl poměr 60 : 40 (A n d e r s o n, D o m s c h, 1975).

Vlivem znečištění prostředím některými kovy (měď a zinek) se snižuje respirační poměr a je také zkrácena délka hyf (N o r d g r e n et al., 1983). Některé prvky (např. mangan) mají vliv na zpoždění morfogeneze mikromycet. Tento jev popsali T i n n e l l et al. (1977) na *Penicillium clavigerum*. Změny půdní kyselosti mohou probíhat krátkodobě, ovšem většina změn v okyselování dnešního životního prostředí probíhá chronicky. Dojde-li k náhlé redukci půdního pH z hodnoty např. 6,8 na 2,9, dochází ke snížení půdní respirace (B r y a n t et al., 1979).

V průběhu roku dochází v lesních půdách k významným změnám v počtu jednotlivých skupin mikroorganismů. Typické je kolísání počtu aerobních bakterií např. v půdách bukových porostů. Nejvyšší počet aerobních bakterií byl zjištěn na podzim po opadu listů, na jaře v době vývinu listů a rozvoje přezimné vegetace byl počet nejnižší (K a u r i, 1982). Vlivem sucha nastává deprese počtu bakterií a zvláště mikromycet, snižuje se bazální a potenciální respirace půdy, nitrifikace, redukce thiosíranu, mírně se zvyšuje amonizace a oxidace elementární síry. Příchodem srážkového období se naopak zvyšuje počet mikroorganismů, který je provázen prudkým vzestupem CO₂ (L e t t l, M a -

terna, 1982). Je otázkou, do jaké míry zde mají úlohu exsudáty rostlin. Někteří autoři (např. Clarholm, Rosswall, 1980) zjistili kolísání počtu bakterií a jejich biomasy dokonce v průběhu jednotlivých letních dnů. Na počátku roku dochází k trvalému vzestupu počtu bakterií od dubna do listopadu, bývají však rozdíly i v jednotlivých letech.

Bylo popsáno i ovlivnění výskytu některých rodů a druhů mikromycet (rod *Trichoderma*) sezonou - půdní vlhkostí a teplotou. Na jaře a na podzim se více vyskytovaly druhy *T. polysporum* a *T. viride*, v létě druh *T. koningii* (Widden, Abbitbol, 1980).

Počet neutrofilních streptomycet a termoaktinomycet se snižoval v souvislosti s okyselením půdy, zatímco počty acidofilních bakterií se zvyšovaly. Mezi tyto acidofilní patřily rody *Arthrobacter*, *Bacillus* a *Streptomyces* (Goodfellow, Dawson, 1978). Některé rody mikromycet jsou přítomny spíše v povrchových horizontech jako rod *Verticillium*, zatímco rod *Mortierella* (mykorrhizní houba) se vyskytuje spíše v hlubších vrstvách. V podmačených půdách bývají nalezeny mikromycetální rody *Aspergillus* a *Mucor*, v minerálně bohatších a jen mírně podmačených půdách byly nalezeny rody *Alternaria*, *Cylindrocarpon*, *Gliocladium*, *Torula*, *Absidia* a *Cladosporium* (Grunda, Málek, 1978).

Saprofytické houby rodů *Penicillium*, *Trichoderma*, *Acremonium* a *Cylindrocarpon* zamezovaly mykorrhizaci semenáčků jehličanů ve Vogézách ve Francii. Pokusně byly tyto houby potlačeny pasterizací půdy a aplikací fungicidů. Většina saprofytických hub však odbourává organický opad a slouží živě v půdě žijícího monokaryotického nebo dikaryotického mycelia makromycet, které přetrvává v půdě (Estivalet et al., 1990).

V půdách znečištěných těžkými kovy může dojít k přechodnému zvýšení počtu některých rodů mikromycet jako jsou *Penicillium* a *Oidiodendron*. Některé rody jsou naopak na toto znečištění značně citlivé jako rod *Mortierella*, který vlivem silného znečištění hyne. Zvyšuje se však i četnost rodů *Geomyces*, *Paecilomyces* a různých sterilních mycelií (Nordgren et al., 1983). Již Langkramer (1968, 1975) se zabýval vlivem průmyslových exhalací na mikroflóru půdy původních smrkových porostů v Krušných horách. Průmyslové imise, zvláště SO_2 , ovlivňovaly složení mikroflóry ve starých smrčínách i ve smrkových mlazínách. Zvýšil se počet mikromycet.

V zatížené oblasti Slavkovského lesa byl zjištěn na méně poškozených plochách vyšší poměr C/N, byla tam i vyšší bazální a potenciální respirace. Obsah amonného dusíku byl nejvyšší na poškozených plochách, kde byl i vyšší počet mikromycet (Langkramer, 1975). Změny v půdě smrkových porostů zasažených znečištěným ovzduším se projevily v okyselení půdy a v poklesu přístupného vápníku a hořčíku v humusu a na povrchu minerální půdy (Lochman, 1981). I tyto změny mají vliv na mikroflóru půdy. V půdách poško-

zených lesů zvláště vlivem oxidu siřičitého stoupá počet thiobacilů a mikromycet, zatímco počet aerobních a amonizačních bakterií klesá, současná i potenciální respirace půdy je inhibována, je snížena dekompozice celulózy, oxidace thiosulfátu a amonizace (Langkramer, Lettl, 1982; Lettl, 1990). Lettl (1988, 1990) zjistil při dlouhodobých analýzách fermentačního horizontu, že na imisemi poškozených plochách jsou redukovány počty heterotrofních bakterií (až na 40 % počtu málo zatížených ploch), ustupují pseudomonády, roste počet sulfát rezistentních bakterií schopných růstu při toxických koncentracích sulfátu. Dochází k nárůstu mikroskopických hub (zvláště rodu *Mucor*). Na nejvíce zatížené ploše se kumuloval amonný iont. Heterotrofní bakterie produkovaly 30 - 70 % nitrátů ve srovnání s izoláty z čistých ploch.

Smrkový opad je hůře rozložitelný než listnatý vzhledem k velkému množství vosků, pryskyřic, silic a tříslovin - tedy látek s poměrně silným antimikrobiálním účinkem (Lettl, 1984). Naopak listnatý opad a travičky mají vyšší obsah sacharidů, vodorozpuštěných látek, dusíku a fosforu. Horizonty F - A₀₁ a H - A₀₂ půd listnatých porostů jsou kolonizovány řádově vyšším množstvím bakterií než půdy smrkových porostů bez přizemní vegetace. Převládající bakterie půd listnatých porostů mají vliv na zvýšení biologické aktivity půdy.

V práci jsme se zaměřili na mikrobiologické studium půd jehličnatých a listnatých lokalit v oblasti jaderné elektrárny Temelín. Přestože tato oblast zatím nepatří k průmyslově zatíženým oblastem, je třeba znát výchozí podmínky před zahájením provozu jaderné elektrárny, abychom mohli posoudit, jak se provoz projeví na stabilitě ekosystému a tedy i na stabilitě půdně-biologické složky.

MATERIÁL A METODY

Půdní vzorky pro mikrobiologické rozborů jsme odebírali na třech lokalitách v okolí stavby JETE:

- smrk - stáří přibližně 50 let, lokalita Strouha,
- smrk - stáří přibližně 50 let, lokalita Hněvkovice,
- buk - stáří přibližně 50 let, lokalita Všeteč.

Na těchto stanovištích jsou kyselé lesní hnědozemě. Lokality jsou umístěny v okruhu přibližně 10 km od stavby JETE. Průměrné vzorky pro mikrobiologická vyšetření byly odebrány na všech lokalitách z horizontů:

- fermentačního (F - A₀₁) - povrchová vrstva mineralizujícího opadu,
- humusového (H - A₀₂) - vlastní vrstva humusu různé mocnosti, u smrku pouze do 3 cm, u buku silnější,
- minerálního A - podkladového.

Výjimečně byly odebrány i vzorky s příměšinami nadložního horizontu (H/A, A/H) v případech, kdy nešlo oddělit jednotlivé horizonty beze zbytku od sebe. V průběhu vegetačního období 1991 - 1992 jsme odebrali vzorky ve zhruba dvouměsíčních intervalech. Půdu

jsme prosívali tak, aby velikost jednotlivých částic byla menší než 2 mm. Stanovili jsme relativní vlhkost, pH aktivní (H₂O), pH výměnné (KCl), obsahy organického uhlíku (C_{org}), humusu, celkového dusíku (N_t), koncentraci amonných a dusičnanových iontů (Schlichting, Blume, 1966).

Počet půdních mikroorganismů jsme stanovili kultivačně v jednotkách CFU (colony forming unit), přepočtených na 1 g suché půdy. Pro kultivaci jsme použili následující agary:

- Thorntonův agar - pro průkaz aerobních bakterií,
- masopeptonový agar - pro průkaz amonizačních bakterií,
- sladinkový agar - pro průkaz půdních mikromycet,
- Czapek - Doxův agar s 1 % sladinkového extraktu - pro průkaz půdních mikromycet,
- Sabouraudův agar - pro průkaz půdních mikromycet.

Živé půdy byly připravovány podle standardních metodik (Lettl, 1990): 5 g čerstvé půdy bylo rozřepáno v 500 ml sterilního fyziologického roztoku (0,85 % NaCl). Z tohoto množství byl pak odebrán 1 ml do 99 ml sterilního fyziologického roztoku. Po promíchání byl odebrán ze směsi 1 ml a nalit na dno sterilní Petriho misky a přelit 13 ml sterilní vychladlé živné půdy. Kultivace Petriho misek se vzorky byla prováděna při teplotě 25 °C. Mikromycety byly dále určovány v preparátu. Preparáty byly připraveny z mycelia do laktófenolu s metylenovou modří. Laktófenol byl připraven podle Fassatiové (1979). K určování mikromycet jsme použili různých determinačních klíčů (Domsch, Gams, 1972; Dyr, 1941; Fassatiová, 1979; Hampl, Šilhánková, 1957).

VÝSLEDKY

Hodnoty půdně-biologických charakteristik horizontů F - A₀₁ a H - A₀₂ ze smrkových a bukových porostů z půd okolí Temelína jsou uvedeny v diagramech 1 - 2.

Z uvedených výsledků z horizontů F - A₀₁ a H - A₀₂ vyplývá, že hodnoty půd bukových porostů mají proti hodnotám půd smrkových porostů ze stejné oblasti příznivější hodnoty pH aktivního i výměnného. Relativní vlhkost půdních horizontů bukových porostů bývá o 5 % i více vyšší než u půd smrkových porostů a rovněž vyšší jsou hodnoty bazální a potenciální respirace. Hodnoty amonizace jsou kolísavé, v horizontech bukových porostů je intenzivnější odbourávání na amoniak. Nitrifikace dosahuje v horizontech půdy lesních porostů pouze nízkých hodnot, vyšší hodnoty jsme zjistili v horizontech půd bukových porostů. Ve vzorcích půd z okolí stavby JETE jsme pozorovali převahu aerobních a amonizačních bakterií nad mikromycetami.

V průběhu roku byly významné rozdíly mezi jednotlivými půdně-biologickými charakteristikami v horizontech smrkových a bukových porostů. Zatímco

se hodnoty pH mění během roku pozvolna, k sezónním změnám vlhkosti dochází náhle, vlhkost svrchních půdních horizontů má maxima na jaře a na podzim, uprostřed roku pozvolna klesá. Podobně kolísá respirace v půdě horizontu bukových porostů. Hodnoty amonizace a nitrifikace kolísají sezonně pouze v malém rozsahu. Kolísání bylo typické i pro počty aerobních a amonizačních bakterií, méně kolísaly počty mikromycet. Výskyt mikromycet v půdních horizontech může mít zvláště velký význam pro amonizaci, která probíhá heterotrofně. V jednotlivých horizontech je typické spektrum mikromycet (tab. I).

Zvláště slabý byl výskyt mukorovitých hub v horizontech bukových porostů na podzim; jejich vyšší počet

I. Diverzita rodů mikromycet v horizontech různých porostů na podzim 1991 a na jaře 1992 – Diversity of micromycete genera in the horizons of different stands in fall 1991 and in spring 1992

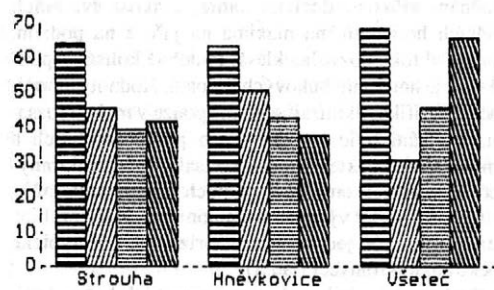
Mikromyceta - rod ¹	Smrkové porosty ²			Bukové porosty ³		
	F	H	A	F	H	A
<i>Acremonium</i>	a	a	a	n	a	a
<i>Aspergillus</i>	a	a	a	n	a	n
<i>Aureobasidium</i>	n	n	a	n	n	n
<i>Botryotrichum</i>	a	a	a	n	n	n
<i>Botrytis</i>	a	a	a	n	a	a
<i>Cladosporium</i>	a	n	n	n	n	n
<i>Cylindrocarpon</i>	n	n	n	a	n	a
<i>Doratomyces</i>	n	n	n	n	n	a
<i>Endomyces</i>	n	n	n	n	n	n
<i>Endomycopsis</i>	a	a	a	a	n	n
<i>Geotrichum</i>	n	n	n	a	n	n
<i>Gilmaniella</i>	n	n	n	a	n	n
<i>Gliocladium</i>	n	n	n	n	a	n
<i>Chrysospora</i>	n	n	n	n	n	n
<i>Micromucor</i>	a	a	a	n	n	a
<i>Monilia</i>	a	n	n	n	n	n
<i>Mortierella</i>	a	a	a	n	a	a
<i>Mucor</i>	a	a	n	a	a	n
<i>Oidium</i>	n	n	n	n	a	n
<i>Paecilomyces</i>	a	a	a	a	a	a
<i>Penicillium</i>	a	a	a	a	a	a
<i>Rhizoctonia</i>	n	a	n	n	a	n
<i>Rhizopus</i>	n	a	a	n	a	n
<i>Saccharomycetodes</i>	n	n	a	n	n	n
<i>Scopulariopsis</i>	a	a	a	n	a	a
<i>Sporendonema</i>	n	n	a	n	n	n
<i>Stachybotrys</i>	n	a	n	a	n	n
Sterilní mycelium	a	n	a	a	a	a
<i>Thielaviopsis</i>	n	a	a	n	n	n
<i>Trichoderma</i>	n	n	a	n	n	n

¹micromycete - genus, ²spruce stands, ³beech stands

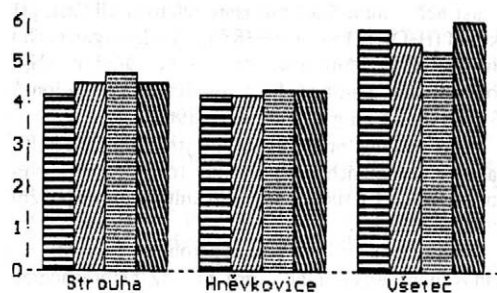
a - pozitivní výskyt – positive occurrence

n - rod nezachycen – genus not determined

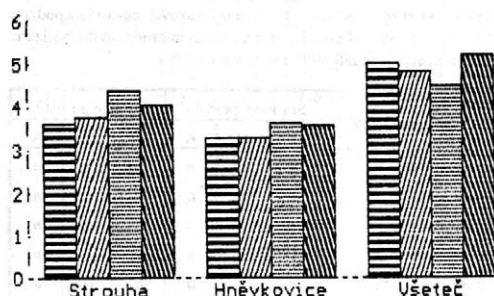
Vlhkost půdy (% hmotnosti)



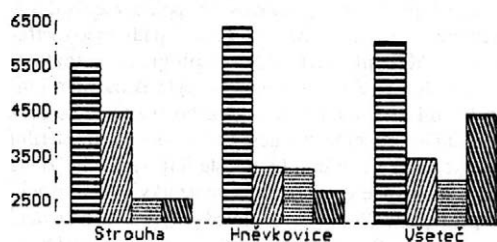
pH (H₂O)



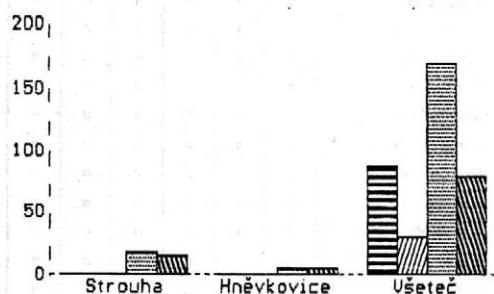
pH (KCl)



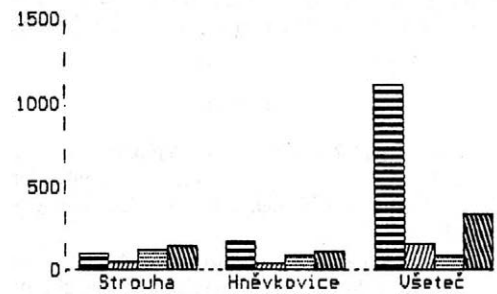
Bazální respirace (CO₂ mg.kg⁻¹.den⁻¹)



NO₃⁻ N (mg.kg⁻¹ půdy)



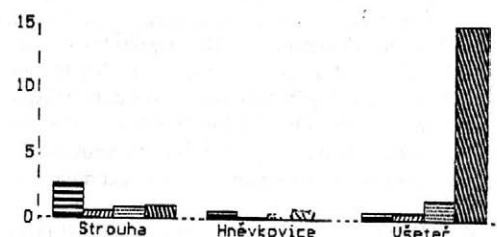
NH₄⁺ N (mg.kg⁻¹ půdy)



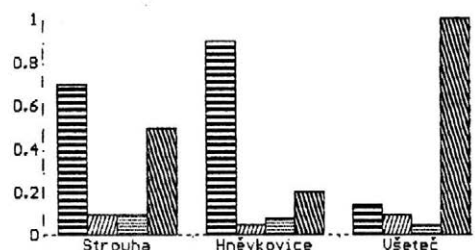
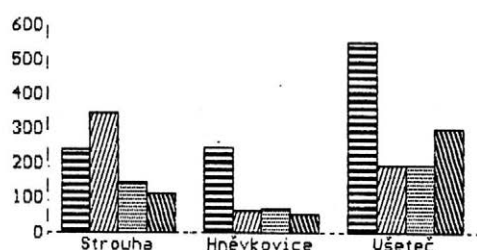
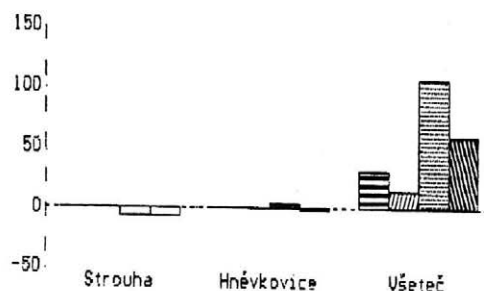
Bakterie aerobní (milióny.g⁻¹)



Bakterie amonizační (milióny.g⁻¹)



Mikromycety (miliony.g-1)

Amonizace (NH_4^+ mg.kg⁻¹.2 týdny)Nitrifikace (NO_3^- mg.kg⁻¹.2 týdny)1. Hodnoty půdně-biologických charakteristik, horizont F - A₀₁ - The values of soil-biological characteristics, horizon F - A₀₁

byl zachycen na jaře, což je zřejmě spojeno s intenzivnějším rozkladem opadu. Ve smrkových půdách byly naproti tomu mukorovitě houby zastoupeny rovnoměrně v průběhu celého roku. Větší význam pro heterotrofní amonizaci mají rody saprofytických hub jako jsou *Acremonium*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cylindrocarpon*, *Paecilomyces*, *Penicillium* a další, z nichž některé mohou být podmíněně patogenní. Většina mikromycet bývá nalézána v horizontech F - A₀₁ a H - A₀₂. Pokud jsou mikromycety i v horizontu A, lze předpokládat, že zde nedochází k podstatnému rozvoji těchto hub; o tom svědčí jejich nižší počet. V horizontu A nelze mluvit o pomnožování mikroorganismů, ale spíše o jejich přežívání.

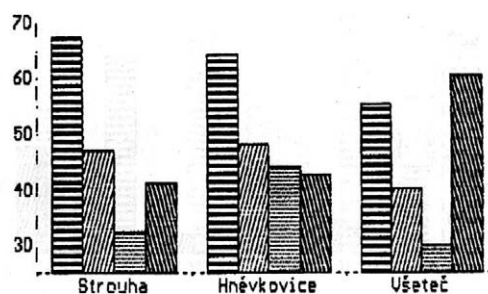
Přestože jsou hodnoty amonizace kolísavé, lze konstatovat, že v horizontech bukových porostů je vyšší odbourávání organických dusíkatých látek na amoniak a rovněž nitrifikace, která však nedosahuje ani v půdách bukových porostů vysokých hodnot. V mnohých případech je hodnota nitrifikace záporná a tak lze uvažovat i o odbourávání dusičnanů a o denitrifikaci. Je možné konstatovat, že buk lépe podporuje biologickou půdní činnost. Hodnoty získané rozbořením půd však nelze absolutizovat - např. počty amonizačních bakterií nejsou často v souladu s příslušnou hodnotou amonizace. Přestože počty amonizačních bakterií ve smrkovém půdním horizontu F - A₀₁ jsou nižší, ale na stejné řádové úrovni, kvantita amonizace je v horizontu F - A₀₁ bukového porostu řádově vyšší (diagramy 1, 2).

DISKUSE

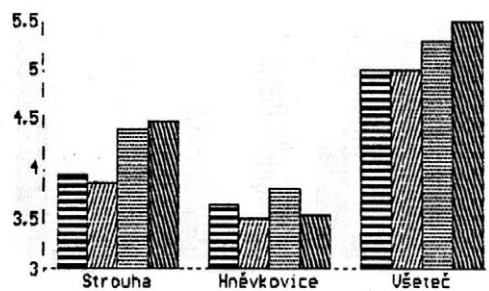
Cílem práce bylo podat obraz půdně-biologických charakteristik několika lokalit v okolí stavby jaderné elektrárny Temelín. Dosud však zde nebyl zahájen provoz a tak je důležitým úkolem posoudit oblast před jeho zahájením. Významná bude i navazující kontrola během provozu, která ukáže na negativní působení provozu tohoto energetického zdroje (Anonym, 1990). Porosty v oblasti Temelína nejsou a ani v minulosti nebyly vystaveny nadměrné imisní zátěži, proto jde o relativně čistou oblast.

Půdy jsme zpracovávali co nejdříve po odběru, aby nedocházelo k nežádoucím změnám ve vlhkosti, která má vliv na půdní mikroorganismy. Vzhledem ke krátkodobosti pokusu jsme nepotvrdili možnou acidifikaci půdy. Ani poměr bakterií a mikromycet odvozený z lesních půd v okolí Temelína se neměnil, jak je při acidifikaci popisováno (Troedsson, 1980). V práci je bakteriální složka (stanovená kultivačně) převládající a proto lze usuzovat, že je to převládající respirační složka podobně jako v pracích některých autorů (Anderson, Domsch, 1975). Redukci počtu bakterií zjistili i jiní autoři v imisních oblastech - např. Langkramer (1968, 1974) a Lettl (1989, 1990) - a rovněž zmenšení délky houbových hyf (Bryant et al., 1979; Fritze, 1987). Tyto jevy jsme v naší práci, sledující mikrobiální složku lesních půd v okolí Temelína, nezjistili. Z toho lze odvozovat,

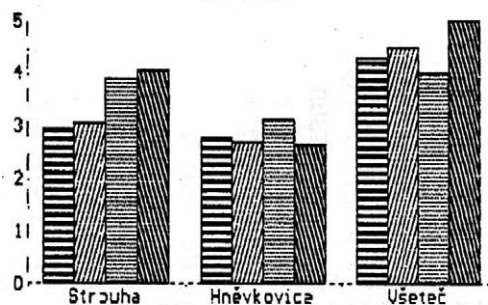
Vlhkost půdy (% hmotnosti)



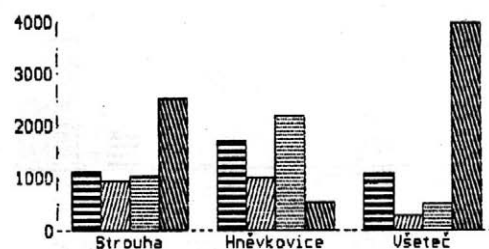
pH (H₂O)



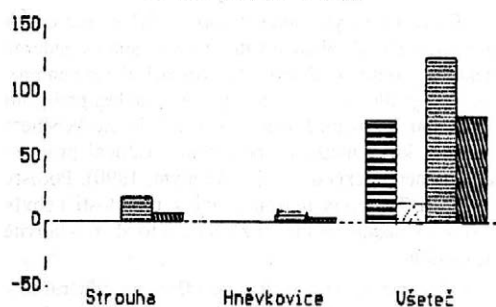
pH (KCl)



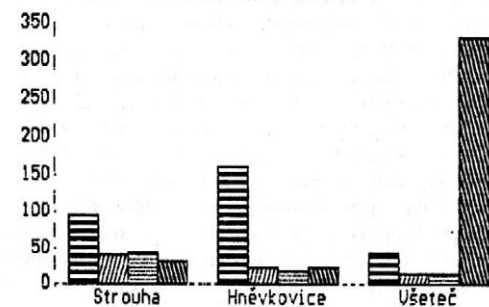
Bazální respirace (CO₂ mg.kg⁻¹.den⁻¹)



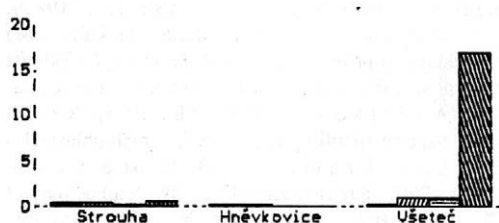
NO₃⁻ N (mg.kg⁻¹ půdy)



NH₄⁺ N (mg.kg⁻¹ půdy)



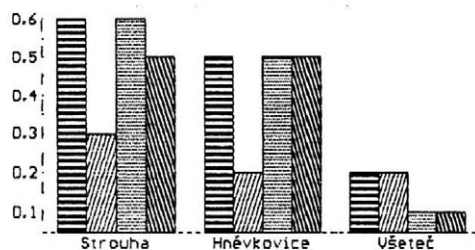
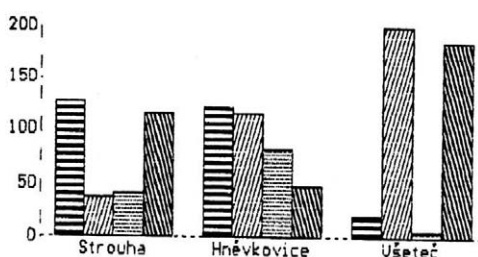
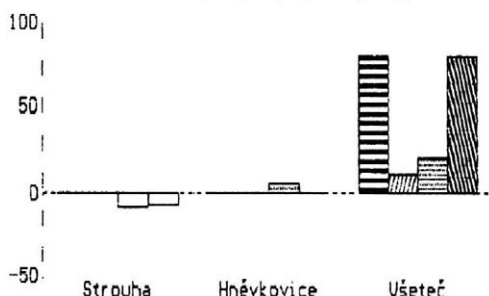
Bakterie aerobní (miliony.g⁻¹)



Bakterie amonizační (miliony.g⁻¹)



Mikromycety (milióny.g-1)

Amonizace (NH_4^+ mg.kg⁻¹.2 týdny)Nitrifikace (NO_3^- mg.kg⁻¹.2 týdny)

jaro 1991
 léto 1991
 podzim 1991
 jaro 1992

2. Hodnoty půdně-biologických charakteristik, horizont H - A_{02} - The values of soil-biological characteristics, horizon H - A_{02}

že půdy sledované oblasti nejsou enormně zatíženy zvláště acidifikací.

Podobně jako jiní autoři (K a u r i, 1982) jsme zjistili, že na jaře a na podzim dochází ke vzestupu výskytu aerobních bakterií v lesních půdách, v létě naopak k poklesu. Souvisí to s vlhkostí půdy v uvedených ročních obdobích. Někteří autoři (W i d d e n, A b b i t t o l, 1980; G r u n d a, M á l e k, 1978) zjistili, že se v létě vyskytovaly v lesních půdách houby rodu *Trichoderma*. Tento rod jsme izolovali z horizontů smrkových porostů rovněž v letním období. Přestože jsme zjistili, že ve smrkových půdních horizontech dochází v létě k celkovému snižování vlhkosti (o 10 % i více), zůstaly počty mikrobu na řádově stejné úrovni na jaře a na podzim. Šlo zřejmě o rok, kdy v létě nebyl pokles vlhkosti vysoký. Z našich výsledků vyplývá - na rozdíl od prací L a n g k r a m e r a (1968, 1975) a později L e t t l a (1984, 1988, 1990) -, že v půdních vzorcích z oblasti Temelína nedocházelo ke zvýšeným aktivitám půdních mikromycet.

Z horizontů smrkových porostů byly pravidelně zachycovány saprofyty rodů *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Scopulariopsis*, *Stachybotrys* a dalších. Byl také pravidelně zachycován rod *Mortierella*, méně zachycovaný z půd bukových porostů. Výskyt tohoto rodu byl vázán spíše na jaro. Rod *Mortierella* se nalézá na místech málo znečištěných těžkými kovy (N o r d g r e n et al., 1983). Protože byl velmi pravidelně zachycován z půd v okolí Temelína, můžeme usuzovat, že studované prostředí je těžkými kovy málo znečištěné. Počet námi zachycených mikromycet většinou nepřekročil celkový počet aerobních a amonizačních bakterií, a to zvláště v horizontech půd smrkových porostů. Mukorovité houby rodů *Mucor* a *Rhizopus* se vyskytovaly poměrně zřídka ve smrkových i bukových horizontech. Jejich výskyt byl vyšší na jaře než na podzim. Biologická diverzita mikroorganismů byla vyšší v půdách bukových porostů ve srovnání s půdami smrkových porostů.

ZÁVĚR

Půdně-biologické charakteristiky lesních půd z okolí stavby jaderné elektrárny Temelín prokázaly, že oblast je dosud nenarušena průmyslem. Zjistili jsme rovněž rozdíly mezi horizonty bukových a smrkových porostů ve prospěch vyšší biodiverzity bukových horizontů a vyššího odbourávání organických dusíkatých látek. Pravidelný záchyt mikromycet rodu *Mortierella*, který je zachycován z méně znečištěných oblastí, potvrzuje, že oblast není zatížena spadem těžkých kovů. Tuto oblast bude nutné sledovat i po zahájení provozu jaderné elektrárny, abychom zjistili, zda nedochází k nežádoucím změnám.

Poděkování

Děkujeme ing. M. B í b o v i, CSc., za pomoc při grafickém zpracování výsledků a I. V a l e n t o v é za technickou spolupráci.

Literatura

- ANDERSON, J. P. E. - DOMSCH, K. H.: Quantification of bacterial and fungal contribution to soil respiration. *Arch. Microbiol.*, 93, 1973: 113-127.
- ANDERSON, J. P. E. - DOMSCH, K. H.: Measurement of bacterial and fungal contributions to respiration selected agricultural and forest soils. *Can. J. Microbiol.*, 21, 1975: 314-322.
- ANONYM: Impacts of assessment of climate change. World Meteorological Organisation, United Nations Environment Programme, Commonwealth of Australia, 1990.
- BRYANT, R. D. - GORDY, E. A. - LAISHLEY, E. J.: Effect of soil acidification on the soil microflora. *Wat. Air. Soil. Pollut.*, 11, 1979: 437-445.
- CLARHOLM, M. - ROSSWALL, T.: Biomass and turnover of bacteria in a forest soil and a peat. *Soil Biol. and Biochem.*, 12, 1980: 49-57.
- DOMSCH, K. H. - GAMS, W.: Fungi in agricultural soils. Halsted Press Division. New York, John Wiley and Sons Inc. 1972.
- DYR, J.: Zygomyceten in Waldboden der Böhmischer Länder. *Stud. Bot. čech.*, 1941: 73-168.
- ESTIVALET, D. - PERRIN, R. - LE TACON, F. - BOUCHARD, D.: Nutritional and microbiological aspects in the Vosges forest area (France). *Forest Ecol. and Mgmt.*, 37, 1990: 233-248.
- FASATIÖVÁ, O.: Plísň a vláknité houby v technické mikrobiologii. Praha, SNTL 1979.
- FRITZE, H.: The influence of urban air pollution on soil respiration and fungal hyphal length. *Ann. bot. fenn.*, 24, 1987: 251-256.
- GOODFELLOW, W. - DAWSON, D.: Qualitative and quantitative studies of bacteria colonizing *Picea sitchensis* Litter. *Soil Biol. and Biochem.*, 10, 1978: 307.
- GRUNDA, B. - MÁLEK, J.: Mikrobiální aktivita a vlastnosti humusu v řadách lesních biocenóz. *Acta Univ. agric. (Brno)*, Řada C, 48, 1978: 119-144.
- HAMPL, B. - ŠILHÁNKOVÁ, J.: Klíč k určování technicky důležitých plísň. Praha, SNTL 1957.
- KAURI, T.: Seasonal fluctuations in numbers of aerobic bacteria and their spores in four horizons of a beech forest soils. *Soil Biol. and Biochem.*, 14, 1982: 185-190.
- LANGKRAMMER, O.: Vliv průmyslových exhalací na mikroflóru půd smrkových porostů v Krušných horách. *Sbor. Imise a lesní cenosa*, Praha, ČSAV - ÚTOK 1968: 53-62.
- LANGKRAMMER, O.: Vliv imisí na mikroorganismy a jejich činnost ve svrchních horizontech půd smrkových porostů. *Lesnictví*, 21, 1975: 591-610.
- LANGKRAMMER, O. - LETTL, A.: Influence of industrial atmospheric pollution on soil biotic component of Norway spruce stands. *Zbl. Microbiol.*, 137, 1982: 180-196.
- LETTL, A.: The effect of atmospheric SO₂ pollution on the microflora of forest soils. *Folia microbiol.*, 29, 1984: 509-516.
- LETTL, A.: Mechanismus účinku průmyslových imisí SO₂ na mikroflóru lesních půd. *Lesnictví*, 34, 1988: 607-617.
- LETTL, A.: Nachweis der am Schwefelkreislauf beteiligten Bodenorganismen und des Schwefelumsatzes. In: DRUGER, W. - FIEDLER, H. J.: Methoden der Bodenbiologie. Jena, Gustav Fischer 1989: 160-173.
- LETTL, A.: Vztah půdní mikroflóry lesních porostů k půdní reakci. *Lesnictví*, 36, 1990: 97-112.
- LETTL, A. - MATERNA, J.: Vliv zvlhčení vyschlé půdy smrkového porostu na mikrobiální biocenózu. *Lesnictví*, 28, 1982: 715-724.
- LOCHMAN, V.: Změny půdních ekologických podmínek zejména chemismu půd v lesích zasažených průmyslovými imisemi. *Lesnictví*, 27, 1981: 699-714.
- MAC DONALD, R. M.: Liming and the growth of a mixed population of soil bacteria. *Soil. Biol. and Biochem.*, 11, 1979: 633-636.
- NORDGREN, A. - BAATH, E. - SODERSTRÖM, B.: Microfungi and microbial activity along a heavy metal gradient. *Appl. and Environ. Microbiol.*, 45, 1983: 1829-1837.
- SCHLICHTING, E. - BLUME, H. P.: Bodenkundliches Praktikum. Hamburg, Berlin, 1966.
- TINNELL, W. H. - JEFFERSON, B. L. - BENOIT, R. E.: Manganesemediated morphogenesis in *Penicillium claviforme* and *Penicillium clavigerum*. *Can. J. Microbiol.*, 23, 1977: 209-212.
- TROEDSSON, T.: Long-term changes of forest soils. *Ann. Agric. Fenn.*, 19, 1980: 81-84.
- WIDDEN, P. - ABBITBOL, J. J.: Seasonality of *Trichoderma* species in a spruce - forest soil. *Mycologia*, 72, 1980: 775-778.
- HÝSEK, J. - LETTL, A. (Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviště-Strnady): A study of microbiological characteristics from forest soils near Temelín. *Lesnictví-Forestry*, 40, 1994 (5): 189-196.

Došlo 20. 1. 1994

Forest soils from the surroundings of the building of atomic power station Temelín (localities: Strouha, Hněvkovice, Všetec) were long-termed studied in view of soil biological characteristics. These are: dry matter, pH, amount of C and N, C/N, respiration (basic and potential), values of ammonium and nitrate ions in the soil, ammonification, nitrification and the number of aerobic and ammonification bacteria and micromycetes. We found out the differences between spruce and beech stands (higher nitrogen metabolism). On the whole, it was possible to evaluate the soil processes only little damaged by the industry (higher respiration, ammonification and nitrification) in comparison with the industrial area. It presented more intensive soil life in the studied area. The occurrence of the fungus of the genus *Mortierella* indicated relatively little pollution of this region by heavy metals.

Temelín region; forest brown soils; respiration; ammonification; nitrification; number of soil microorganisms; qualitative study of micromycetes

Kontaktní adresa:

RNDr. Josef Hýsek, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jiloviště-Strnady

VÝŽIVA A TRANSPIRACE SMRKOVÝCH MLAZIN V OKOLÍ TEMELÍNA

J. Pasuthová, J. Ledinský

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jiloviště - Strnady

Při zvýšení vzdušné vlhkosti, které předpokládají studie o vlivu provozu jaderné elektrárny Temelín (JETE), lze očekávat změny v transpiraci. S nimi budou souviset i změny ve výživě. K monitoraci současného stavu před zahájením provozu byly vybrány smrkové mlaziny v okolí Temelína v různé vzdálenosti od JETE. Ve vybraných lokalitách byla sledována v roce 1990 a 1991 rychlost transpirace celkem pětkrát v různých ročních obdobích za různých podmínek. Rychlost transpirace se stanovovala porometrem. K posouzení stavu výživy byly odebrány vzorky k listové analýze na konci vegetačního období v roce 1990, 1991 a 1992.

smrkové mlaziny; jaderná elektrárna Temelín; transpirace; výživa

Studie o vlivu provozu jaderné elektrárny Temelín (JETE) vycházejí z původně plánovaného výkonu elektrárny a mj. předpokládají zvýšený výskyt srážek a zvýšení absolutní vlhkosti vzduchu, způsobené emisemi vody z chladicích věží. Při zvýšené vzdušné vlhkosti lze očekávat změny v transpiraci lesních porostů (Fojt, Materna, 1982).

Intenzita transpirace je přímo úměrná rozdílu mezi koncentrací vodní páry na vypařujícím se povrchu a koncentrací vodní páry v atmosféře (Larcher, 1988). Změnou vlhkosti vzduchu se změní strmost vodního potenciálu mezi povrchem listů, resp. jehlic, a okolním vzduchem. Při zvýšení vzdušné vlhkosti a dobrém zásobení vodou z půdy se sníží transpirace (sníží se gradient list - vzduch). Protože s transpiračním proudem souvisí příjem iontů z půdy, ovlivní transpirace zásobení jehličí živinami. Za předpokladu zvýšených srážek existuje i možnost zvýšeného ohrožení porostů a úrodnosti lesních půd kyselým spadem. Z toho vyplývá nutnost sledování stavu půd z hlediska zajištění minerální výživy porostů. I za předpokladu, že změny v prostředí nebudou tak významné, aby vážně ohrozily lesy v okolí JETE, bude faktor stabilně zvýšené vlhkosti vzduchu v prostředí nový. Monitorace současného stavu, který zahrnuje působení kombinace faktorů, by mohla odhalit i budoucí možné důsledky.

METODIKA

Současný stav byl zachycen proměřováním rychlosti transpirace a zjištěním úrovně výživy ve smrkových mlazinách. Zaměřením na smrkové mlaziny umožnilo sledovat transpiraci na jaře, v létě a na podzim. Výběr pokusných porostů vycházel z předpokladů předběž-

ných studií o dosahu působení JETE. Byly zvoleny porosty v první a druhé věkové třídě jednak v bezprostřední blízkosti (Hněvkovice, Kaliště, Strouha, Rachačky), jednak lokality kontrolní mimo předpokládaný dosah klimatického působení elektrárny (Babí kámen a Kúsov). Studovaná oblast je podrobně charakterizovaná v úvodním článku (Bíba, Brejcha). Charakteristiku sledovaných porostů udává tab. I.

Pro měření transpirace bylo ve smrkových mlazinách označeno 15 stromů k opakovanému sledování. Na každém stromě byla provedena vždy tři měření, tedy celkem 45 měření na jedné lokalitě v jednom období. Rychlost transpirace se měřila na intaktních prýtech posledního ročního přenosným porometrem LICOR 1600 (USA). Přístroj měří rychlost transpirace, stomatární odpor, resp. stomatární vodivost a současně zaznamenává podmínky měření: osvětlení, relativní vlhkost v měrné komoře, teplotu listu aj. Údaje o měření se zaznamenaly na kazetě a dále byly zpracovány na počítači. Plocha jehlic, která je nutná pro výpočet rychlosti transpirace, se u smrku stanovila ze sušiny 100 jehlic. Metoda stanovení rychlosti transpirace byla použita již dříve při studiu vlivu ozonu na sazenice smrku (Pásek et al., 1992).

Pro zjištění úrovně minerální výživy byla zvolena listová analýza. Metodou listové diagnostiky předpokládá, že se vnější i vnitřní změny projeví v chemickém složení asimilačních orgánů dřevin. Listová analýza poskytuje velmi průkazné informace a může být rozhodujícím kritériem. Hodnotu výsledků analýzy ovlivňuje způsob odběru vzorků (výběr stromů, doba odběru, umístění vzorků v koruně) a použité analytické postupy.

Odběr vzorků pro listovou analýzu se uskutečnil na podzim 1990, 1991 a 1992 vždy u deseti stromů na jedné lokalitě. Jako doplňující kritérium stavu výživy byla zvolena analýza půdních vzorků na sledovaných lokalitách. Na jaře 1990 byly odebrány vzorky minerální půdy do hloubky 10 cm. Analýzy vzorků jehličí a půd byly provedeny podle metod a postupů v laboratoři Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti Jiloviště - Strnady. V půdních vzorcích byly přístupné živiny stanoveny ve výluhu chloridem amonným, vzorky pro listovou diagnostiku byly mineralizovány: pro stanovení celkového dusíku podle Kjeldahla, fosforu spalováním při 500 °C a extrakcí popela HCl, podobně K, Ca, Mg a Mn. Pro stanovení síry byly vzorky mineralizovány metodou podle Schönigera. Spektrofotometricky byly stanoveny N, P a S, atomovou absorpční spektrofotometrií K, Ca, Mg a Mn.

Název ¹	Číslo plochy ²	Vzdálenost od JETE ³	Lesní oblast ⁴	Fytogeografické členění ⁵	Klimatický okrese ⁶	Průměrný úhrn srážek ⁷	Průměrná teplota ⁸	Langův dešťový faktor ⁹
Hněvkovice	1	5,6	10	A-3c	B3	600	14	75
Kaliště	2	5,5	15	A-3c	B3	550	13	78,6
Podhája	3	1,5	10	A-3c/d	B3	550	14	68,7
Strouha	4	3,7	10	A-3c	B3	600	14	75
Rachačky	5	6,5	10	A-3c	B3	600	14	75
Kůsov	6	52	13	A-1	C1	650	11	108,3
Babí kámen	7	46	16	A-3b	B5	700	12	100
Babí kámen - jih	8	46	16	A-3b	B5	700	12	100

¹name, ²plot no., ³distance from Temelín, ⁴forest region, ⁵phytogeographic classification, ⁶climatic district, ⁷average precipitation amount, ⁸average temperature, ⁹Lang rainfall factor

VÝSLEDKY

TRANSPIRACE

Z tab. II je zřejmé, že rychlost transpirace byla sledována na vybraných lokalitách celkem pětkrát ve třech ročních obdobích mimo období růstu jehlic, a to: na jaře před rašením, v létě po ukončení vývoje nových prýtlů a na podzim před přechodem do vegetačního klidu. S roční dobou logicky souvisí teplota jehličí; letní teploty se pohybovaly v rozmezí 23 - 30 °C, podzimní 14 - 19 °C a jarní v rozmezí 13 - 24 °C. Osvětlení bylo prakticky jediným činitelem, který bylo možné do určité míry ovlivnit. Vyšší intenzity osvětlení při měření byly po počátečních zkušenostech v porostu regulovány zastíněním, aby byla zajištěna srovnatelnost momentálně různě osluněných prýtlů.

Letní měření v r. 1990 bylo charakteristické extrémními podmínkami: vysokými teplotami a nízkou relativní vzdušnou vlhkostí. Tyto faktory výrazně omezily rychlost transpirace na lokalitách Rachačky a Kaliště. Shodně vyšší hodnoty transpirace na lokalitě Babí kámen a Hněvkovice je možné vysvětlit kompenzací různých podmínek osvětlení: na lokalitě Hněvkovice se měření uskutečnilo sice v časnější době (9 h) a při vyšší vzdušné vlhkosti, ale za vyššího osvětlení. Podzimní měření v r. 1990 se uskutečnilo v různých

podmínkách vlhkosti vzduchu, za nižšího osvětlení a logicky za nižších teplot. Nejnižší rychlost transpirace na lokalitě Rachačky souvisí s časnou denní dobou měření a z toho vyplývající vysokou relativní vzdušnou vlhkostí a nízkou teplotou. Podobná kombinace faktorů je příčinou nižší rychlosti transpirace na lokalitě Kaliště na jaře r. 1991. Ačkoli podmínky měření na lokalitách Babí kámen a Kůsov byly na jaře 1991 téměř shodné, liší se obě lokality nadmořskou výškou a tedy i klimaticky. Lokalita Kůsov se nachází v chladné oblasti, Babí kámen v oblasti mírně teplé (viz klimatickou charakteristiku lokalit), což výrazně ovlivňuje nástup vegetačního období na jaře. Nižší rychlost transpirace v Kůsově než na Babím kameni byla na jaře 1991 pravděpodobně způsobena právě těmito klimatickými rozdíly. Měření v létě 1991 bylo charakteristické - v porovnání s létem 1990 - celkově nižším osvětlením a vyšší vlhkostí vzduchu; přitom byly teploty jehličí srovnatelné. Příčinou nejvyšší rychlosti transpirace na lokalitě Kaliště byla pravděpodobně pozdní doba měření a nižší osvětlení. Podobná hodnota transpirace na lokalitě Kůsov souvisí s relativně vysokou vzdušnou vlhkostí.

Rychlost transpirace na jaře r. 1992 byla ve srovnání s jarem 1991 většinou podstatně nižší, s výjimkou Kůsova. Zdá se, že faktorem, který podstatně ovlivnil

II. Rychlost transpirace ($\text{g H}_2\text{O} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) – Transpiration speed ($\text{g H}_2\text{O} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

Lokalita ¹	31. 7. - 2. 8. 1990		17. - 18. 10. 1990		2. - 4. 4. 1991		29. - 30. 7. 1991		23. - 24. 4. 1992 13. 5. 1992	
	x	s	x	s	x	s	x	s	x	s
Babí kámen	1,090	0,463	1,715	0,394	1,222	0,484	0,595	0,121	0,142	0,044
Rachačky	0,353	0,215	0,514	0,296	1,183	0,265	0,515	0,151	0,394	0,106
Kaliště	0,318	0,143	2,899	0,649	0,656	0,193	0,435	0,146	0,255	0,063
Hněvkovice	1,092	0,305	2,125	0,496	1,715	0,312	0,612	0,131	0,265	0,081
Strouha	-	-	1,791	0,294	1,062	0,654	0,777	0,218	0,273	0,068
Kůsov	0,721	0,360	-	-	0,300	0,087	0,450	0,115	0,457	0,098

¹locality

rychlost transpirace při měření na jaře 1992, byla teplota jehličí. V Kúsově byla při relativně nejvyšší teplotě jehličí zjištěna také relativně nejvyšší rychlost transpirace. Hodnoty na lokalitě Babí kámen ukazují situaci opačnou - nejnižší teplota jehličí a nejnižší rychlost transpirace.

Jestliže analyzujeme rychlost transpirace vždy v rámci jednoho měření, zjišťujeme, že příčiny nižších hodnot jsou různé:

- extrémně nízká vlhkost vzduchu (Rachačky, Kaliště, léto 1990),
- vysoká vlhkost vzduchu v kombinaci s časnou dobou měření (Rachačky, podzim 1990),
- vysoká vlhkost vzduchu v kombinaci s nízkou teplotou (Kaliště, jaro 1991),
- klimatické ovlivnění nástupu vegetace (Kúsov, jaro 1991),
- pozdní denní doba měření ovlivňující nižší osvětlení (Kaliště, léto 1991),
- nízká teplota jehličí (Babí kámen, jaro 1992).

VÝŽIVA

Výsledky listových analýz jsou uvedeny v tab. III. Dobrá úroveň minerální výživy smrku vyjádřená v pro-

centech sušiny jednoletého jehličí je dána těmito hodnotami (M a t e r n a , 1974): dusík 1,35 %, fosfor 0,115, síra 0,09, draslík 0,30 (3000 ppm), vápník 0,15 (1500 ppm), hořčík 0,06 (600 ppm), mangan 0,002 (20 ppm).

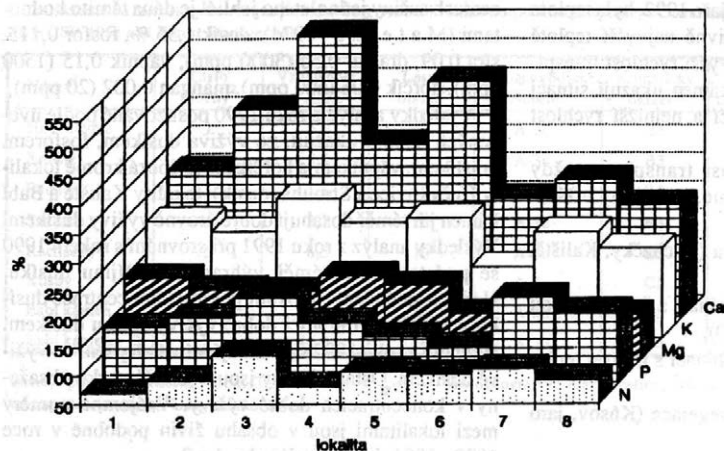
Výsledky analýz z roku 1990 posuzované podle uvedených hodnot ukazují, že výživa dusíkem, fosforem, draslíkem, vápníkem a hořčíkem je dobrá kromě lokality Hněvkovice a Strouha (dusík), lokality Kaliště a Babí kámen jih téměř dosahují dobré úrovně výživy dusíkem. Výsledky analýz z roku 1991 při srovnání s rokem 1990 se podstatně liší téměř výhradně v příjmu dusíku. U všech sledovaných lokalit poklesla koncentrace dusíku v jehličí pod hranici dobré výživy smrku dusíkem. Hodnoty z roku 1992 signalizují mírné zlepšení ve výživě dusíkem. Ostatní živiny jsou v jehličí smrku obsaženy v koncentracích dobré výživy. Vzájemné poměry mezi lokalitami jsou v obsahu živin podobné v roce 1990 i 1991, jak ukazují i obr. 1 a 2.

Porovnáním výsledků půdních rozborů se zásobami živin nezbytnými pro dobrou výživu smrku (M a t e r n a , 1974) byla zjištěna zásoba přístupného fosforu většinou nedostatečná (s výjimkou lokalit Kaliště a Babí kámen). Zásoba draslíku je na kontrolních lokalitách (Kúsov a Babí kámen) pod hranicí umožňující dobrý růst. Také zásoby přístupného vápníku a hořčíku jsou nízké.

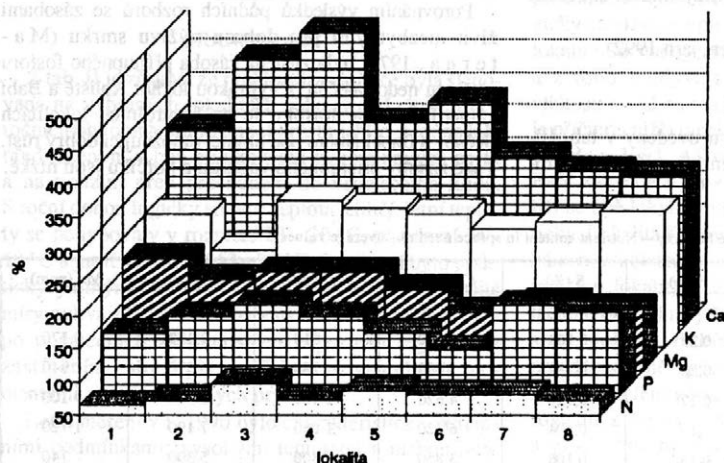
III. Obsah živin v jehličí smrku - průměrné hodnoty - Nutrient content in spruce needles - average values

Lokalita ¹	N (%)	P (%)	S (%)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Mn (ppm)
1990							
Babí kámen	1,501	0,23	0,103	4 350	810	7 180	1 170
Babí kámen-jih	1,248	0,20	0,132	3 690	780	6 270	940
Hněvkovice	0,952	0,17	0,121	4 620	1 180	7 710	7 100
Kaliště	1,245	0,19	0,104	6 220	1 060	7 190	1 120
Kúsov	1,369	0,13	0,106	3 850	800	5 300	740
Podhájí	1,832	0,23	0,122	8 180	1 040	8 910	1 030
Rachačky	1,416	0,15	0,100	6 980	1 100	7 880	2 640
Strouha	1,096	0,18	0,105	5 290	1 200	7 650	1 190
1991							
Babí kámen	1,098	0,21	0,129	4 249	912	7 233	777
Babí kámen-jih	1,095	0,207	0,159	4 138	863	7 195	914
Hněvkovice	0,874	0,162	0,126	5 183	1 324	7 572	891
Kaliště	0,965	0,19	0,145	6 802	1 131	5 905	1 245
Kúsov	1,093	0,129	0,107	4 575	824	6 880	867
Podhájí	1,31	0,205	0,139	5 682	1 189	8 156	802
Rachačky	1,193	0,16	0,114	5 815	1 036	7 602	2 634
Strouha	0,997	0,186	0,118	5 317	1 194	7 848	962
1992							
Babí kámen	1,213	0,183	0,101	3 368	730	5 071	1 011
Hněvkovice	1,101	0,154	0,111	3 725	1 170	6 870	661
Kaliště	1,019	0,161	0,086	5 422	1 029	4 981	1 133
Kúsov	1,277	0,111	0,110	3 660	817	6 257	738
Podhájí	1,52	0,173	0,105	5 850	1 082	6 914	996

¹locality



1. Obsah živin v jehličí smrku - 1990 (v procentech úrovně dobré výživy) - Nutrient content in spruce needles - 1990 (in per cent of the level of good nutrition)



2. Obsah živin v jehličí smrku - 1991 (v procentech úrovně dobré výživy) - Nutrient content in spruce needles - 1991 (in per cent of the level of good nutrition)

DISKUSE

Z výsledků měření rychlosti transpirace ve smrkových mlazinách je zřejmý vliv různých faktorů. V prostředí, kde dosud stabilně nepůsobí zvýšená vlhkost vzduchu, kolísá rychlost transpirace podle roční a denní doby a podle kombinace vnějších faktorů, které transpiraci ovlivňují (přírozené kolísání vlhkosti vzduchu, různá intenzita osvětlení, různá teplota jehličí).

Proměřováním rychlosti transpirace v různých denních i ročních podmínkách byla kombinace těchto faktorů zachycena. Jehličnany jako xerofyty jsou přizpůsobeny suchu. Uzavírají průduchy již při nízkém deficitu vody v jehličí transpirace se snižuje (L y r et al., 1967). O vlivu osmotického stresu na vodní provoz u *Picea mariana* pojednávají Z w i a z e k, B l a k e (1989). Po dobu vodního stresu byla stomatální vodivost redukována. Redukci stomatální vodivosti a s ní související redukci transpirace, způsobenou vodním stresem, dokumentují některé hodnoty z měření v létě 1990 (Rachačky, Kaliště). Transpirace byla v tomto období limitována dlouhodobým suchem, které

se projevilo rovněž velmi nízkou relativní vzdušnou vlhkostí. Jak uvádí např. L a f l e u r (1988), vodivost listů různých dřevin nejpřesněji koreluje s deficitem atmosférického tlaku vodní páry. V přirozených podmínkách je se situací, která by mohla vzniknout provozem elektrárny (emise vodní páry do ovzduší), do určité míry srovnatelné působení zvýšené vlhkosti vzduchu v dopoledních hodinách.

Ve sledovaném období (r. 1990 a 1991) byl především ve vegetačním období zaznamenán výrazný srážkový deficit. Měření srážek ve stanici Břežy u Týna vykazuje vůči dlouhodobému průměru ve vegetačním období 1991 deficit 116 mm. Dlouhodobé sucho se odrazilo nejen v hodnotách transpirace, ale i ve výživě smrkových mlazin, neboť živiny jsou přijímány transpiračním proudem. Granier, Claustres (1989) zjistili ve smrkovém porostu vyšší korelaci průtoku šťávy v transpiračním proudu s deficitem tlaku vodní páry než s radiací nebo teplotou.

Nápadná je změna příjmu dusíku, resp. pokles jeho příjmu v r. 1991 proti r. 1990. Nabízí se vysvětlení, že nižší příjem dusíku byl způsoben nižší úrovní srážek

v průběhu r. 1991. Svědčí o tom srovnání srážek a teplot v r. 1991 naměřených v Temelíně (Český hydrometeorologický ústav) a v okolí Temelína (Břehy u Týna - Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti) s průměrnými teplotami (Atlas podnebí ČSR, 1958). Při srovnání dlouholetého (1901 - 1950) ročního průměru srážek z okolí Temelína s hodnotou z r. 1991 je deficit 64 mm při téměř shodných průměrných ročních teplotách. Langův dešťový faktor je v dlouhodobém průměru vyšší (68,7) než v r. 1991 (63,1). Nedostatek srážek způsobil, že sací tlaky v rhizosféře překračovaly ve vegetačním období r. 1991 hranici dobré přístupnosti vody pro kořeny smrku (souhrnná zpráva, 1992).

Nedostatky v dusíkaté výživě dokumentuje závěrečná zpráva (Ledinský, 1992), která posuzuje změny v obsahu živin mj. i u smrku obecného v časovém rozpětí zhruba 20 let. Také ve smrkových mlazinách v imisních oblastech se v jehličí vyskytuje dusík v koncentracích pod úrovní dobré výživy (Pasuthová, 1994). Dusík je živinou již tradičně nedostatečnou a kompenzace jeho nedostatku zvýšeným spadem dusíkatých sloučenin z imisí je pomalá. Ostatní živiny se ve sledovaných smrkových mlazinách vyskytují v koncentracích dobré úrovně, ale výživa není vyvážená. Nedostatečná dusíkatá výživa negativně ovlivňuje hlavně kvocient N/P.

Literatura

- FOJT, V. - MATERNA, J.: Vliv zvýšené vlhkosti vzduchu v okolí jaderné elektrárny Temelín na lesní porosty. Studie VÚLHM Jilovistě-Strmady, 1982: 30.
- GRANIER, A. - CLAUSTRES, J. P.: Water relations of a Norway spruce (*Picea abies*) tree growing in natural conditions: variations within the tree. Acta Oecol., Oecol. Plant., 10, 1989: 295-310.
- LAFLEUR, P.: Leaf conductance of four species growing in a subarctic marsh. Can. J. Bot., 66, 1988: 1367-1375.
- LARCHER, W.: Fyziologická ekologie rostlin. Praha, Academia 1988: 361.
- LEDINSKÝ, J.: Průběžné sledování a zpracování výsledků listové analýzy pro stanovení úrovně výživy. [Závěrečná zpráva.] VÚLHM Jilovistě-Strmady, 1992: 29.
- LYR, H. - POLSTER, H. - FIEDLER, H. J.: Gehölzphysiologie. Jena, G. Fischer Verlag 1967: 444.
- MATERNA, J.: Hnojení smrkových porostů. Met. Závád. Výsl. Výzk. Praxe, 1974: 21.
- MATERNA, J. - MAJER, V.: Hnojení smrkových a borových porostů. Met. Závád. Výsl. Výzk. Praxe, 1970: 41.
- PASUTHOVÁ, J.: Transpirace sazenic smrku po působení ozonu. Práce VÚLHM Jilovistě-Strmady, 78, 1993 - v tisku.
- PASUTHOVÁ, J.: Poruchy výživy u smrku v imisních oblastech. Lesnictví-Forestry, 40, 1994: 10-17.
- ZWIAZEK, J. J. - BLAKE, T. J.: Effects of preconditioning on subsequent water relations, stomatal sensitivity, and photosynthesis in osmotically stressed black spruce. Can. J. Bot., 67, 1989: 2240-2244.
- Vliv provozu JETe na lesní ekosystémy a jejich ekologické působení. [Podkladová zpráva pro závěrečné oponentní řízení.] VÚLHM Jilovistě-Strmady, 1992: 61.

PASUTHOVÁ, J. - LEDINSKÝ, J. (Forestry and Game Management Research Institute, Jilovistě-Strmady): Nutrition and transpiration of spruce young stands in the Temelín surroundings. Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (5): 197-202.

A study of the impacts of the Nuclear Powerplant of Temelín (NPT) supposes an increase in absolute air moisture in the ground-level, caused by water emission from cooling towers. In the conditions of elevated atmospheric humidity changes in forest stand transpiration can be expected. Generally, a decrease in transpiration could be observed in higher air moisture influencing the uptake of nutrients from soil. The measuring of the speed of transpiration and leaf analysis in young spruce stands have been used to describe today's state (the level of nutrients in needles). Sample plots were chosen based on preliminary studies of the impacts of the powerplant. Localities close to the powerplant (Hněvkovice, Kaliště, Strouha, Rachačky) and localities out of the impacts presupposed (Babí kámen, Kůsov) were chosen. In each of young spruce stands, 15 trees were permanently sampled. The transpiration speed was measured by portable porometer LICOR 1600 in intact shoots of the last year. Orientation to the young spruce stands enabled to measure transpiration in spring, before flushing, in summer, after the development of new shoots and in autumn, before the dormancy period. The needles for leaf analysis were taken at the end of vegetation period.

Transpiration. Based on the measuring of transpiration speed in young spruce stands, the impacts of different factors are evident. Considering the constant higher air moisture cannot be observed yet, the speed of transpiration is varying with the season and day and night time and according to combination of external factors, influencing transpiration (soil moisture, light intensity, needle temperature, diurnal variations). Analysing the transpiration speed in the frame of one measuring, different causes of lower values can be observed:

- extremely low air moisture (Rachačky, Kaliště, summer 1990),
- high air moisture in combination with early time of measuring (Rachačky, autumn 1990),
- high air moisture and low temperature (Kaliště, spring 1991),
- climatical impacts on the start of growing season (Kůsov, spring 1991),
- late daytime and lower light intensity (Kaliště, summer 1991),
- low needle temperature (Babí kámen, spring 1991).

In natural conditions, the situation caused by the powerplant activity (emission of steam), can be compared to the higher air moisture in the morning.

Nutrition. Comparing the results of leaf analysis with the limits of good nutrition (e.g. Materna, 1970), it can be concluded that samples taken in 1990 show

Dobro 17. 1. 1994

a sufficient level of phosphorus, calcium, potassium and magnesium, and also the level of nitrogen was good, with the exception of the localities Hněvkovice and Strouha, in the localities Kaliště and Babí kámen-south they were nearly good.

Results from 1991, compared with those of 1990, show significant differences mainly in nitrogen uptake. In all localities sampled, nitrogen concentrations decreased below the sufficient level needed by spruce. The fact can be explained by the lower nitrogen uptake caused by lower precipitation amount in 1991. Compar-

ing the precipitation amount at the locality Břehy u Týna with the longterm average during the growing season, a significant deficit of 116 mm can be observed. The phosphorus nutrition seems to be good, nevertheless a decrease in phosphorus nutrition can be supposed, related to the nitrogen nutrition improvement. Similar situation can also be expected in the other main mineral nutrients.

spruce young stands; Temelín nuclear powerplant; transpiration; nutrition

Kontaktní adresa:

RNDr. Jarmila Pa s u t h o v á, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jíloviště-Strmady

Lindgren, K. - Hållgren, J. E.: Cold acclimation of *Pinus contorta* and *Pinus sylvestris* assessed by chlorophyll fluorescence (Aklimatizace borovice pokroucené a borovice lesní na nízké teploty hodnocená měřením fluorescence chlorofylu)

Tree Physiology (Heron Publishing - Victoria Canada), 1993, s. 97-106 - 4 obr., 28 lit.

Byl hodnocen stav aklimatizace u šesti proveniencí u každé z obou borovic. Hodnotil se jednak vizuálně, jednak na základě fluorescence. Bylo ověřeno, že metoda uvedeného měření se shodovala s vizuálním zjištěním. Byla prokázána vysoce významná korelace. Měřicí metoda je jednoduchá, nedestruktivní a objektivní. Kromě toho je popsána metoda nenáročná na čas, protože probíhá velmi rychle. Analýzy dokazují, že jehlice borovice pokroucené byly odolnější a aklimatizovaly se na nízké teploty v kratší době než jehlice borovice lesní. U obou borovic byly severní provenience vždy odolnější po začátku aklimatizace než jehlice proveniencí jižnějšího původu. - M. P a g a ě

McPherson, G. E.: Monitoring urban forest health (Monitorování zdravotního stavu městské stromové zeleně a městských lesů)

Environmental Monitoring and Assessment, 26, 1993, s. 165-174

Obnovený zájem v USA o městskou zeleň a městské lesy vedl ke zvýšeným veřejným investicím, ale přesto komplexní monitorování není u této kategorie vegetace běžné. Neformální inventarizace zjistila, že roční výdaje na plánování a obhospodařování městských lesů, parků a veřejné stromové zeleně jsou průměrně 2975 USD na hektar. Celkové náklady na tuto vegetaci jsou 15 miliard USD. Naproti tomu se na plánování a obhospodařování lesů federálního ministerstva zemědělství ve správě Forest Service přes daleko větší výměru vynakládá jen 1,3 miliardy USD. Městské lesy včetně parků mají kromě významu sociálního a ekonomického také environmentální hodnotu. Retence stromů na ploše 212 ha městské lesní plochy v jednom červencovém dni je 168 kg částeček, absorpce potom dosahuje 74 kg oxidu uhelnatého, 65 kg oxidů dusíku, 1167 kg oxidu siřičitého. Finanční hodnota takového snížení znečištění ovzduší se rovná 3343 USD. V koncepci monitorování zdravotního stavu městských lesů a stromové zeleně se zdůrazňuje význam školených dobrovolníků a místního technického personálu. Počítá se se zřízením řídicího výboru, který by řídil program. - M. P a g a ě

RADIOCESIUM V LESNÍCH EKOSYSTÉMECH JIHOČESKÉHO REGIONU

H. Uhlířová¹, J. Konečný²

¹Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jiloviště-Strnady

²Ústav ekologie krajiny AV ČR, Na sádkách 7, 370 00 České Budějovice

Výzkum akumulace radiocesia byl soustředěn na šest základních ploch odlišně vzdálených a různě orientovaných ke stavbě JETE. Aktivita radiocesia byly proměřovány v půdních horizontech, smrkovém jehličí, keřcích borůvky, houbách a několika druzích mechů a lišejníků. Nové údaje jsou doplněny ještě staršími údaji z vrcholu Churáňova, kde pracoviště VÚLHM sleduje akumulaci radionuklidů v mechorostech již od roku 1965. Tato starší měření sumární beta aktivity v popelu mechu *Dicranum scoparium* spolu s nejnovějšími měřeními dávají ucelený přehled spadu a akumulace beta zářičů v lesním ekosystému a zachycují i vliv Černobylu v roce 1986.

radiocesium; půdní horizonty; smrkové jehličí; keřky borůvky; houby; mechy; lišejníky

dešťových srážkách (Häsänen, Miettinen, 1966; Kohout, 1975).

Kontrola okolí JETE se většinou orientuje na měření veličin potřebných pro odvození dávkového ekvivalentu. Měří se expoziční příkony, aktivity spadu a ze složek životního prostředí se nejčastěji měří aktivity vody a zemědělských produktů. Lesní ekosystémy zůstávají většinou stranou, protože příspěvek k dávkovému ekvivalentu se zjišťuje jen velmi obtížně. Cílem této práce je zjistit úroveň radioaktivního pozadí v lesních ekosystémech v bezprostřední i větší vzdálenosti od JETE ještě před uvedením do provozu. Toto zjištění bude podkladem pro výzkum vlivu aerosolových radionuklidů na lesní ekosystémy za provozu JETE.

STRUČNÝ POPIS VÝZKUMNÝCH PLOCH

V posledních letech někteří autoři publikují zprávy o studiu a možném ovlivnění lesních ekosystémů provozem jaderných elektráren (König, 1985, 1986; May, 1986; Hägeli et al., 1987).

Uvažuje se o všech možných synergických efektech, které by mohly být jednou z příčin poškození lesů. Dosud to však není prokázáno. V předchozích šetřeních byla v lesních ekosystémech zaznamenána významná akumulace radionuklidů, které mají svůj původ jak v globálním spadu, tak ve spadu z bodového zdroje včetně havárie jaderných zařízení.

Z biologického hlediska jsou nejvýznamnější spadové radionuklidy cesium 134 a 137 a stroncium 90. Tyto radionuklidy se účastní látkové výměny rostlin, živočichů i člověka. Nejvyšší akumulace těchto radionuklidů byla zjištěna v mechorostech (Kohout, 1975; Sheard, 1986), lišejnících (Häsänen, 1972; Biazrov, 1993), v půdě a zejména v humusu (Guljakin, Judinceva, 1962; Roca et al., 1992), nízkém bylinném patru (Kohout, 1975), jehličí smrku a borovice (Sakari, 1988; Matsuoka et al., 1983; Konečný et al., 1989a) a houbách (Konečný et al., 1989b). Sorpce radionuklidů v jehličí není však z důvodů vymývání srážkami tak trvalá, jak bylo zjištěno v nižších bylinných patrech, mechových pokryvech a lišejnících. Proto se tyto složky ekosystému považují za radioekologické indikátory míry kontaminace vnějšího prostředí jaderným spadem. Množství akumulovaného radionuklidu i radiocesia je přímo závislé na celkových

Monitorování výskytu a výzkumu akumulace nejvýznamnějších radionuklidů bylo soustředěno na sedm základních ploch odlišně vzdálených a různě orientovaných ke stavbě JETE. Nejblíže plocha Podhájí (500 m n. m.) je vzdálena východně 1,5 km od první čtveřice chladicích věží. Další plochy Strouha (423 m n. m.), Kaliště-Shon (530 m n. m.), Hněvkovice (430 m n. m.) a Rachačky (500 m n. m.) jsou vzdáleny 3,7; 5,5; 5,6 a 6,5 km od JETE. Jako referenční byly vybrány dvě plochy: Babí kámen (530 m n. m.) na Jindřichohradecku ve vzdálenosti 46 km a Zdíkov (800 m n. m.) ve vzdálenosti 52 km od JETE. Tyto plochy doplňují ještě občasné údaje z vrcholu Churáňova (1180 m), kde pracoviště Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti sleduje akumulaci radionuklidů v mechorostech již od roku 1965. Tato starší měření sumární beta aktivity v popelu mechu *Dicranum scoparium* spolu s nejnovějšími měřeními dávají ucelený přehled spadu i akumulace všech beta zářičů a zachycují i vliv Černobylu. V prvním roce sledování se naše pozornost zaměřila ještě na lokalitu Všeť-Kamýk (charakteristika plochy je uvedena v článku autorů Břeba, Brejcha v tomto čísle). Tato lokalita zcela nevyhovovala svou skladbou dřevin, výskytem mechů, lišejníků ani nízkého bylinného patra a tak jsme od jejich sledování v dalších letech upustili.

ODBĚR VZORKŮ A ZPŮSOB HODNOCENÍ

V prvním roce výzkumu (1990) v květnu, srpnu a září na většině ploch byly odebrány vzorky půdních

horizontů, jehličí smrku a listů buku (Kamýk). Jehličí bylo odebráno vždy ze stejného přeslenu ze střední části koruny. V dubnu a říjnu byly sbírány vzorky mechů a lišejníků podle výskytu, většinou dvouhrotem chvostnatý (*Dicranum scoparium*), pokryvatec Schreberův (*Entodon schreberi*) a rašelínk (*Sphagnum spec.*). Mechy byly sebrány ze tří až čtyř míst v okruhu 50 m na jedné lokalitě, vždy pod dospělými smrkem. Lišejník puklák islandská (*Cetraria islandica*) byl sbírán podobně jako mechy. Lišejník terčovka bublinatá (*Parmelia physodes*) byl odlupován z několika pařezů a kmenů tak, aby bylo shromážděno potřebné množství. Z nízkého bylinného patra byly zvoleny keřky borůvky, protože se vyskytovaly na všech vybraných plochách. Vzhledem k neobvykle suchému létu byl výskyt hub minimální, přesto se podařilo v říjnu na některých plochách nějaké houby najít v dostatečném množství potřebném k měření.

Aktivita radiocesia v jehličí, houbách a půdě byly měřeny ve vzorcích sušených nejprve při pokojové teplotě a pak dosušených při 105 °C a homogenizovaných. Mechy, lišejníky a keřky borůvky byly také nejdříve vysušeny volně při pokojové teplotě, dosušený

v sušárně, zváženy a pak spáleny v muflové peci při teplotě pod 500 °C. Ve vzorcích popela byla stanovena aktivita radiocesia 137 gamaspektrometricky a celková beta aktivita GM trubici se slídovým okénkem. Aktivita radiocesia změřená ve vzorcích popela byla pro srovnání přepočítána na sušinu. Měření aktivit vzorků půdních profilů, jehličí a hub se realizovalo gamaspektrometrickou jednotkou Varro (16k) ve spojení s Ge-Li detektorem o účinnosti 15 %. Spektra byla vyhodnocována programem Silgamma, verze 4.2. Výsledky měření hub jsou zatíženy chybou asi 6 % pro ^{134}Cs a 4 % pro ^{137}Cs u převážné většiny vzorků. Chyby měření vzorků půdních horizontů se pohybovaly v rozmezí 10 - 20 % u nízkých aktivit a 5 - 10 % u vyšších aktivit. Aktivita jehličí, která byla velmi nízká, byla měřena s chybou asi 30 %.

VÝSLEDKY

Aktivitu radiocesia 134 a 137 jsme proměřili ve třech půdních horizontech. ^{137}Cs se akumulovalo nejvíce v H horizontu (0,29 - 1,95 Bq.g⁻¹) a L + F horizontech (0,15 - 1,95 Bq.g⁻¹). Nižší aktivity byly detekovány v horních

I. Aktivita radiocesia 134 a 137 v půdních profilech – The activities of radiocaesium 134 and 137 in soil profiles

Lokalita ¹	Horizont ²	Bq.g ⁻¹									
		květen ³ 1990		srpen ⁴ 1990		září ⁵ 1990		září ⁵ 1991		červenec ⁶ 1992	
		Cs 134	Cs 137	Cs 134	Cs 137	Cs 134	Cs 137	Cs 134	Cs 137	Cs 134	Cs 137
Podhájí	L	0,16	1,36	0,17	1,44	0,23	1,69	0,03	0,42	0,04	0,46
	H	n	n	n	n	0,03	0,39	0,09	0,88	0,03	0,33
	A	0,08	0,12	0,01	0,09	0,08	0,11	p	0,06	p	0,04
Strouha	L	0,09	0,71	0,11	0,65	0,09	0,81	p	0,1	0,05	0,48
	H	0,06	0,74	0,06	0,54	0,11	1,01	0,04	0,42	0,05	0,57
	A	p	0,05	p	0,04	p	0,05	p	0,04	p	0,06
Kaliště	L	0,11	0,79	0,08	0,61	0,11	0,77	0,01	0,15	0,01	0,34
	H	0,39	0,51	n	n	0,05	0,54	0,02	0,34	0,04	0,49
	A	0,05	0,11	0,01	0,12	0,012	0,14	p	0,02	p	0,06
Hněvkovice	L	0,13	1,04	0,08	0,62	0,29	2,17	0,05	0,45	0,06	0,61
	H	0,44	0,55	0,33	0,42	0,19	1,64	0,06	0,62	0,07	0,82
	A	0,01	0,15	0,02	0,19	0,01	0,18	p	0,01	p	0,02
Rachačky	L	0,08	0,89	n	n	0,09	0,66	0,01	0,21	0,03	0,25
	H	0,07	0,054	0,04	0,44	0,11	0,98	0,03	0,34	0,04	0,53
	A	0,01	0,11	0,01	0,09	0,01	0,07	p	0,02	p	0,05
Babí kámen	L	n	n	n	n	n	n	p	0,23	0,03	0,21
	H	n	n	n	n	n	n	0,04	0,31	0,03	0,29
	A	n	n	n	n	n	n	p	0,05	p	0,01
Zdíkov-Kůsov	L	n	n	n	n	n	n	0,14	1,34	0,11	1,08
	H	n	n	n	n	n	n	0,06	0,68	0,16	1,95
	A	n	n	n	n	n	n	0,03	0,37	0,04	0,41

¹locality, ²horizon, ³May, ⁴August, ⁵September, ⁶July

L - prosátý opad 2 - 4 cm + F - sifted cast 2 - 4 cm + F

H - humus 1 - 3 cm - humus 1 - 3 cm

A - minerální půda do hloubky 3 - 5 cm - mineral soil to depth of 3 - 5 cm

p - pod mez detekce - below detection limit

n - vzorek nebyl analyzován - sample was not analysed

3 - 5 cm minerální půdy (0,01 - 0,41 Bq.g⁻¹). ¹³⁴Cs aktivita, která je jednoznačně černobylského původu, se pohybovala mezi 0,03 a 0,23 Bq.g⁻¹ v L+F horizontech a mezi 0,03 a 0,16 Bq.g⁻¹ v H horizontech. V A horizontu byla aktivita ¹³⁴Cs v roce 1990 nízká (0,01 - 0,08 Bq.g⁻¹) a v dalších letech nebyla již detekována (tab. I). Aktivita radiocesiumu v jehličích i půdních profilech byly v roce 1990 nízké ve všech třech odběrech a proto bylo rozhodnuto, že v následujících letech postačí pouze jeden odběr, a to v září po ukončení růstu nových jehlic. Aktivita radiocesiumu v listech buku na ploše Všetech-Kamýk byla pod hranicí detekce, proto bylo od dalšího sledování upuštěno.

¹³⁷Cs aktivita v jednoletém jehličí se pohybovala v rozmezí 0,05 - 0,26 Bq.g⁻¹ a na plochách Podhájí, Kaliště a Strouha nebyla vůbec detekována. ¹³⁴Cs aktivita již byla většinou pod mezí detekce, s výjimkou ploch Zdíkov (0,03 Bq.g⁻¹) a Hněvkovice (0,01 Bq.g⁻¹) (tab. II).

II. Aktivita radiocesiumu 134 a 137 v sušině jehličí smrků - Activities of radiocesium 134 and 137 in the dry matter of spruce needles

Lokalita ¹	Bq.g ⁻¹					
	září ² 1990		září ² 1991		červenec ³ 1992	
	Cs 134	Cs 137	Cs 134	Cs 137	Cs 134	Cs 137
Podhájí	p	p	p	p	p	p
Strouha	p	p	p	0,02	p	p
Kaliště	p	p	p	0,03	p	p
Hněvkovice	p	0,134	p	p	0,01	0,05
Rachačky	p	0,027	p	0,02	p	0,04
Babí kámen	n	n	p	0,04	0,02	0,05
Zdíkov-Kůsov	n	n	p	0,19	0,03	0,22

¹locality, ²September, ³July

p - pod mez detekce - below detection limit

n - vzorek nebyl odebrán - sample not taken

Rozptýl aktivit radiocesiumu 134 i 137 - stejně jako poměry ¹³⁴Cs/¹³⁷Cs v houbách - je značný. V lokalitě Zdíkov jsou houby silněji radioaktivní než v okolí Temelína (tab. III, IV).

Specifická aktivita radiocesiumu stejně jako sumární beta aktivita v popelu keřů borůvků byla ve vzorcích sebraných na volných plochách vyšší než ve vzorcích sebraných v zapojených smrkových porostech, pouze na lokalitě Zdíkov tomu bylo naopak (tab. V). Aktivitu radiocesiumu v některých lišejnících představuje tabulka VI. Nejvyšší aktivita v sebraných lišejnících byly naměřeny v terčovce bublinaté [*Parmelia physodes* (L.) Arch.], sbírané na odumřelém dřevě pařezů a větví. Rozptýl aktivit ¹³⁷Cs v popelu je velký - 6,61 - 66,05 Bq.g⁻¹, tj. v sušině 0,23 - 2,61 Bq.g⁻¹.

Srovnávací měření ¹³⁷Cs aktivitu v různých druzích mechů na dvou plochách s vyšším radioaktivním pozadím (obr. 1) ukázalo vysokou akumulaci radiocesiumu ve dvouhroty chvostnaté (*Dicranum scoparium*) a raše-

III. Aktivita radiocesiumu 134 a 137 v houbách sebraných v červnu a září 1991 - Activities of radiocesium 134 and 137 in mushrooms picked in June and September 1991

Lokalita ¹	Vzorek ²	Bq.g ⁻¹	
		Cs 134	Cs 137
Podhájí	<i>Lactarius necator</i>	p	0,25
	<i>Paxillus atrotomentosus</i>	0,08	0,91
	<i>Tylopilus felleus</i>	0,21	2,09
	<i>Xerocomus badius</i>	0,05	1,17
Strouha	<i>Boletus badius</i>	0,17	1,95
	<i>Collybia maculata</i>	0,07	0,74
	<i>Lactarius necator</i>	0,15	1,91
	<i>Paxillus atrotomentosus</i>	p	0,15
Kaliště	<i>Albatrellus confluens</i>	p	0,21
	<i>Xerocomus badius</i>	0,64	6,82
	<i>Gomphidius glutinosus</i>	p	0,15
	<i>Lactarius helvus</i>	0,13	1,71
	<i>Lactarius necator</i>	0,31	3,61
	<i>Lactarius rufus</i>	0,09	1,66
	<i>Paxillus involutus</i>	0,32	4,32
	<i>Russula decolorans</i>	0,21	1,95
	<i>Russula ochroleuca</i>	0,37	4,16
Hněvkovice	<i>Russula</i> sp.	p	0,02
	směs	p	0,93
Rachačky	<i>Paxillus involutus</i>	0,39	4,56
	<i>Russula ochroleuca</i>	p	0,91
	<i>Xerocomus badius</i>	1,46	16,26
Babí kámen	<i>Laccaria</i> sp.	0,56	9,41
	<i>Lactarius helvus</i>	0,11	1,64
	<i>Lactarius necator</i>	0,35	6,76
	<i>Paxillus atrotomentosus</i>	0,11	2,62
	<i>Russula ochroleuca</i>	0,19	2,84
	<i>Scleroderma varrucosum</i>	0,08	1,05
	<i>Xerocomus badius</i>	0,59	7,71
	<i>Tricholomopsis rutilans</i>	p	1,75
Zdíkov-Kůsov	<i>Albatrellus ovinus</i>	0,22	1,86
	<i>Amanita rubescens</i>	0,14	1,75
	<i>Amanita</i> sp.	p	0,47
	<i>Xerocomus badius</i>	2,18	24,69
	<i>Collybia maculata</i>	0,13	1,37
	<i>Hydnum imbricatum</i>	1,01	12,29
	<i>Lactarius rufus</i>	0,54	5,67
	<i>Paxillus atrotomentosus</i>	p	1,12
	<i>Russula emetica</i>	0,28	14,01
	<i>Russula ochroleuca</i>	0,43	4,16

¹locality, ²sample

p - pod mez detekce - below detection limit

liníku (*Sphagnum spec.*). Přehled akumulace radiocesiumu v druzích mechů na všech sledovaných lokalitách je uveden v tab. VII. Rozmezí aktivit ¹³⁷Cs v popelu

IV. Aktivita radiocesiumu 134 a 137 v houbách sebraných v červenci 1992 – Activities of radiocaesium 134 and 137 in mushrooms picked in July 1992

Lokalita ¹	Vzorek ²	Bq.g ⁻¹		Poměr ³ Cs 134/137
		Cs 134	Cs 137	
Babí kámen	<i>Collybia platyphylla</i>	0,13	0,84	0,16
	<i>Psathyrella</i> sp.	p	0,3	0
	<i>Russula pectinata</i>	0,11	0,3	0,38
	<i>Amanita rubescens</i>	p	0,25	0
	<i>Russula heterophylla</i>	p	0,05	0
Zdíkov-Kůsov	<i>Laccaria proxima</i>	2,21	33,07	0,07
	<i>Xerocomus badius</i>	1,75	23,36	0,07
	<i>Lactarius rufus</i>	1,15	14,9	0,08
	<i>Russula emetica</i>	p	8,67	0
	<i>Russula paludosa</i>	0,8	8,49	0,09
	<i>Amanita rubescens</i> I	0,29	3,14	0,09
	<i>Russula adusta</i>	0,14	1,83	0,08
	<i>Amanita patherina</i>	0,3	1,63	0,19
	<i>Collybia asema</i>	p	1,5	0
	<i>Amanita rubescens</i> II	0,11	1,27	0,08
	<i>Amanita regalis</i>	0,01	0,9	0,01
	<i>Boletus calopus</i>	p	0,72	0
	<i>Amanita muscaria</i>	0,04	0,67	0,06
	<i>Pomitopsis pinicola</i>	0,05	0,61	0,08
	<i>Hypholoma capnoides</i>	0,31	0,56	0,56
	<i>Boletus edulis</i>	0,04	0,4	0,1
	<i>Russula cyanoxantha</i>	p	p	0

For 1 - 2, p see Tab. III, ³ratio

V. Akumulace radionuklidů v keřích borůvky na volné ploše a pod korunami – Accumulation of radionuclides in bilberry shrubs in the open area and under canopies

Plocha ¹	Cs 137 volná plocha ³	Bq.g ⁻¹ pod korunami ⁴	Celková beta aktivita ²	
			volná plocha ³	pod korunami ⁴
Podháji	n	2,42	n	317
Strouha	n	6,22	n	333
Kaliště	n	3,11	n	177
Hněvkovice	7,24	3,06	453	177
Rachačky	n	7,38	n	343
Babí kámen	8,88	6,26	435	355
Zdíkov-Kůsov	21,24	28,21	1 079	1 199

¹plot, ²total beta activity, ³open area, ⁴under canopies

n - vzorek nebyl na ploše nalezen – sample not found on the plot

dvouhrotce chvostnatého je 7,8 - 115,11 Bq.g⁻¹, což v sušině představuje 0,27 - 6,03 Bq.g⁻¹, u pokryvnatce Schreberova byly naměřeny aktivity nižší (1,61 - 69,15 Bq.g⁻¹ v popelu, tj. 0,13 - 2,8 Bq.g⁻¹ v sušině).

VI. Aktivita radiocesiumu 137 v popelu a sušině lišejníků – Activities of radiocaesium 137 in the ash and dry matter of lichens

Lokalita ¹	Bq.g ⁻¹					
	v popelu ²			v sušině ³		
	duben ⁴ 1990	duben ⁴ 1991	duben ⁴ 1992	duben ⁴ 1990	duben ⁴ 1991	duben ⁴ 1992
<i>Parmelia physodes</i>						
Podháji	52,09	n	30,41	1,99	n	1,25
Strouha	19,83	20,88	17,01	2,03	0,77	0,74
Kaliště	31,29	19,91	26,11	1,32	0,66	2,01
Hněvkovice	23,67	18,13	66,05	2,11	0,68	1,19
Rachačky	16,38	13,44	13,71	0,81	0,47	0,56
Babí kámen	35,33	17,11	6,61	1,33	0,52	0,23
Zdíkov-Kůsov	46,62	48,99	22,35	2,61	2,16	0,66
<i>Cetraria islandica</i>						
Podháji	n	29,01	20,16	n	0,49	0,35
Kaliště	46,27	26,92	20,38	0,65	0,39	0,36
Hněvkovice	n	43,84	14,12	n	0,79	0,38

Suma beta aktivity v popelu lišejníků – Sum-beta activity in lichen ash

Lokalita ¹	cpm		
	v popelu ²		
	duben ⁴ 1990	duben ⁴ 1991	duben ⁴ 1992
<i>Parmelia physodes</i>			
Podháji	927	n	1 376
Strouha	720	703	1 125
Kaliště	594	843	1 584
Hněvkovice	1 039	755	1 164
Rachačky	774	854	1 014
Babí kámen	510	816	879
Zdíkov-Kůsov	1 024	2 015	1 423
<i>Cetraria islandica</i>			
Podháji	558	893	1 090
Kaliště	877	1 036	1 324
Hněvkovice	845	1 614	1 095

¹locality, ²in ash, ³in dry matter, ⁴April

Hodnoty v sušině jsou přepočtené z naměřených hodnot v popelu – Values in dry matter are recalculated from the values measured in ash
n - vzorky nebyly odebrány – samples not taken

Od roku 1989 byly na lokalitě Temelín - Podháji odchytávány myši a měřena jejich aktivita. Žádný z radionuklidů ¹³⁴Cs a ¹³⁷Cs nebyl v myších naměřen.

DISKUSE

Při provozu jaderné elektrárny vzniká v reaktorech velké množství radionuklidů, které jsou mnohdy pro živé organismy velmi nebezpečné. Při normálním provozu JE je kontaminace těmito radionuklidy téměř zanedbatelná. V případě menších havárií se však část

VII. Aktivita radiocesiumu 137 v popelu a sušině mechů – Activities of radiocaesium 137 in moss ash and dry matter

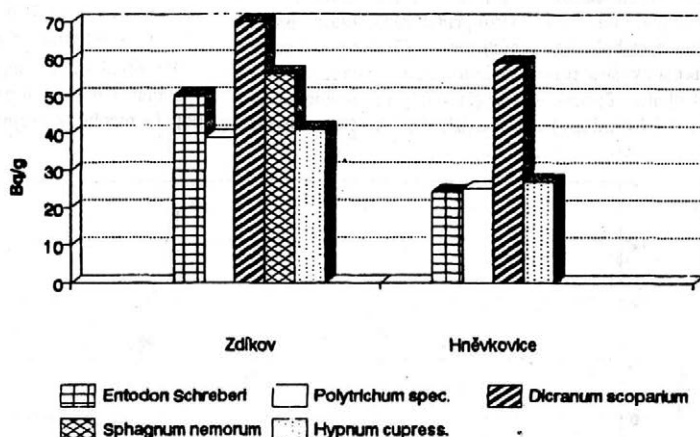
Druh ¹	Bq.g ⁻¹							
	v popelu ³				v sušině ⁴			
Lokalita ²	duben ⁵ 1990	říjen ⁶ 1990	duben ⁵ 1991	říjen ⁶ 1991	duben ⁵ 1990	říjen ⁶ 1990	duben ⁵ 1991	říjen ⁶ 1991
<i>Dicranum scop.</i>								
Podhájí	20,61	17,11	15,47	13,6	1,51	0,67	0,95	0,91
Strouha	19,21	11,83	17,01	7,8	1,11	0,72	0,26	0,41
Kaliště	25,16	15,55	19,03	9,2	1,43	0,84	1,15	0,27
Hněvkovice §	58,66	58,17	66,24	41,26	2,56	2,29	2,32	2,32
Rachačky	26,75	19,8	21,01	10,66	1,28	0,59	0,88	0,66
Babí kámen	27,71	27,21	29,76	12,82	1,83	1,21	0,99	0,63
Churáňov	n	115,11	n	87,05	n	6,03	n	3,54
Zdíkov-Drviště	55,08	55,01	n	n	3,25	1,16	n	n
<i>Entodon schreberi</i>								
Strouha	7,71	4,65	4,44	1,61	0,33	0,21	0,19	0,06
Kaliště	7,51	8,91	10,97	8,54	0,36	0,46	2,77	0,41
Hněvkovice	26,86	20,49	22,39	10,01	0,29	0,69	1,14	0,32
Rachačky	12,25	8,63	7,11	3,57	0,48	0,35	0,23	0,14
Babí kámen	n	13,52	6,61	12,37	n	0,47	0,21	0,89
Churáňov	n	54,63	n	n	n	1,48	n	n
Zdíkov-Kůsov	69,15	52,31	49,93	2,11	n	0,82	1,71	0,13
<i>Sphagnum nem.</i>								
Churáňov	n	67,83	n	55,45	n	1,94	n	1,45
Zdíkov-Kůsov	65,26	31,95	55,79	25,51	1,36	0,95	2,14	0,89

¹species, ²locality, ³in ash, ⁴in dry matter, ⁵April, ⁶October

§ - *Dicranum undulatum*

n - vzorek nebyl odebrán – sample not taken

1. Porovnání aktivit ¹³⁷Cs u různých druhů mechů na plochách Zdíkov a Hněvkovice (Bq.g⁻¹ v popelu) – Comparison of ¹³⁷Cs activities in various kinds of mosses on the plots Zdíkov and Hněvkovice (Bq/g in ash)



z nich může dostat do přírodního prostředí, kde se kumuluje v rostlinných i živočišných organismech. Kontaminace lesního ekosystému radionuklidy je možná dvěma způsoby. Prostřednictvím povrchové depozice radionuklidů se kontaminuje nadzemní část vegetace (přímá kontaminace), nebo se prostřednictvím příjmu radionuklidů z půdy přes kořeny radionuklid dostává do

všech částí rostliny (sekundární kontaminace). Z hlediska potenciální kontaminace rostlin je za normálních podmínek rozhodující dlouhodobá absorpce radionuklidů přes kořenový systém. Černobylská havárie však ukázala, že se nemůže podcenit ani jednorázová krátkodobá absorpce radionuklidů nadzemními orgány. Při přímé kontaminaci se radionuklidy deponují na povrch

rostliny. Záleželo na morfologické stavbě nadzemních částí. Ta podmiňuje zvýšení nebo snížení zachytu radionuklidů listy, jehlicemi anebo ostatními částmi rostlinného těla. Potom se začleňují do procesu látkové výměny a kumulují se v rozličných částech rostlin. Část radionuklidů zůstává na nadzemních částech rostlin ve slabě sorbované formě a pak jsou lehce omyvatelné do půdy. Little, Wiffen (1978) ukazují, že zvrásněné a chlupaté povrchy listů zachytávají částice spadu až osmkrát rychleji než povrchy hladké. Také Prühl (1982) a Garland, Cox (1982), kteří sledovali depozici různých radionuklidů na rostliny, zjistili, že drsný povrch listů chrání deponované částice před odvětráním větrem nebo spláchnutím deštěm a jejich kontaminace je proto větší. Takto si můžeme rovněž vysvětlit větší či menší akumulaci radiocesia v lesních ekosystémech. Této teorii odpovídá větší zachycené množství radiocesia v mechu dvouhrotci chvostnatém nebo lišejníku terčovce bublinatě. Aktivita radiocesia 137 v mechu *Dicranum scoparium* jsou vyšší než v mechu *Entodon schreberi* a shodně mají klesající tendenci. Nižší aktivita u *Polytrichum spec.* v našich podmínkách neznámá, že by tento mech obecně sorboval méně radionuklidů. Pro monitorování emitovaných radionuklidů v okolí tepelných elektráren na fosilní paliva se mech *Polytrichum commune* velmi osvědčil (Kwapulinski, Sarosiek, 1987). Vyšší aktivita dvouhrotce chvostnatého je způsobena patrně větším povrchem pro příjem radionuklidu ze spadu. Aktivita v dubnu jsou často vyšší než v říjnových odběrech, zřejmě dlouhodobějším vlivem zimních srážek. Míra kontaminace rostlin je i výsledkem klimatických režimů jednotlivých lokalit. Müller (1983) udává, že optimální podmínky pro foliární příjem radionuklidů jsou při jemném mrholení a ranních rosách. Také vyšší vzdušná vlhkost zvyšuje příjem radionuklidů ze spadu.

Lokality Zdíkov-Kůsov (Drviště) a Babí kámen (případně i Churáňov) míněné jako referenční z hlediska

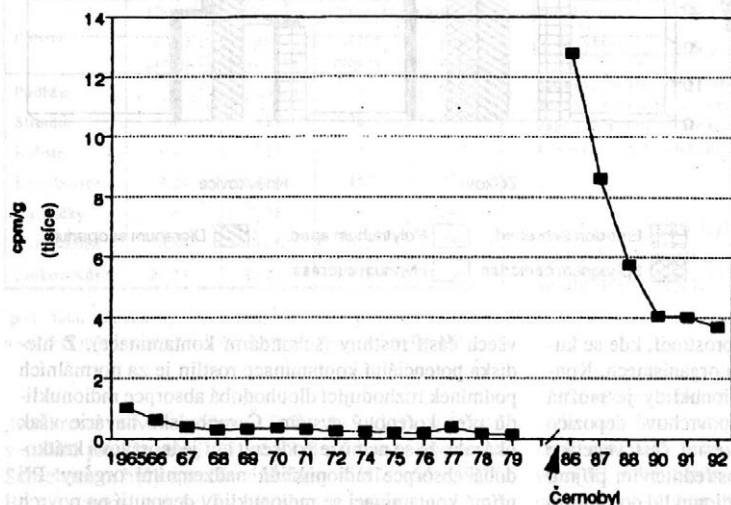
potenciálního ovlivnění radioaktivním spadem z JETE mají vyšší radioaktivní pozadí než plochy v bezprostřední blízkosti JETE, způsobené patrně vyššími srážkami, vyšší vzdušnou vlhkostí a exponovanou polohou k větrům apod. Z lokalit v bezprostřední blízkosti Temelína se poněkud vymyká lokalita Hněvkovice vyššími aktivitami, odlišnosti na ostatních pěti lokalitách nejsou tak velké a jsou pravděpodobně způsobeny nerovnoměrnou lokalizací jednotlivých odběrů na výzkumné ploše.

Na ploše Zdíkov se v roce 1991 projevila disproporce v aktivitách půdních horizontů, kde nejvrchnější vrstva opadu spolu s částečně humifikovanou vrstvou vykazovala vyšší aktivitu radiocesia než humus. Běžná je větší sorpce radiocesia rozloženým humusovým horizontem (Guljakin, Judinceva, 1962; Roca et al., 1992).

Výskyt hub byl vzhledem k neobvykle suchým létům velmi omezený a nerovnoměrný. Proto se aktivita pozadí na vybraných plochách dá na základě aktivit radiocesia v houbách velmi těžko porovnávat, i přesto, že houby jsou jinak velmi dobrý indikátor. Řádové rozdíly v aktivitě jednotlivých druhů nejsou neobvyklé, důležitou úlohu zde má lokalita výskytu (Konečný et al., 1989a). V lokalitě Zdíkov jsou stejné druhy hub více radioaktivní než v okolí Temelína. Nejvyšší aktivita radiocesia 137 byly zjištěny v houbách, jejichž podhoubí roste v humusovém horizontu, který tento radionuklid zadržuje (*Xerocomus badius*, *Russula spec.* aj.).

Aktivita radiocesia 134 v jehličí smrkových mlazin byla téměř na všech lokalitách pod mezí detekce, aktivita radiocesia 137 byla o málo vyšší pouze na lokalitách Hněvkovice, Babí kámen a Zdíkov-Kůsov, tj. v kladné korelaci s aktivitami v mechu a lišejnících.

Podobné trendy jako u radiocesia byly naměřeny v sumárních beta aktivitách. Celkovou beta aktivitou popelu mechu a lišejníků míníme radioaktivní pozadí



2. Dlouhodobé sledování aktivit beta emitujících radionuklidů v mechu dvouhrotci chvostnatém z vrcholu Churáňova v období let 1965 - 1992 (impulsy.g⁻¹ v popelu), výsledky do roku 1987 převzaty od Kohouta (1975) - Long-range observations of beta-counting radionuclides in the moss *Dicranum scoparium* from the top of Churáňov in the years 1965 - 1992 (impulses/g in ash), the results by 1987 taken from Kohout (1975)

způsobené radionuklidy ze spadů přijímaných převážně povrchem a v menší míře z organické hmoty opadu, dřeva aj. Je zde zastoupeno široké spektrum beta-emitujících členů přirozených rozpadových řad stejně jako přirozené radionuklidy ^{40}K , ^{87}Rb , ^{14}C a dále spadové radionuklidy z jaderných výbuchů, jaderných havárií aj. Pozadí za uplynulých 26 let mírně stoupalo a klesalo. Nejnížší pozadí, sledované prostřednictvím beta-aktivity popela mechu dvouhroty chvostnatého (*Dicranum scoparium*) na srážkově exponované lokalitě Churáňov, bylo nejnížší v roce 1979, kdy bylo upuštěno od dalšího sledování. Pokračovalo se až po jaderné havárii v Černobylu v roce 1986, kdy celková beta-aktivita mnohonásobně vzrostla (obr. 2). V následujících letech na této lokalitě beta-aktivita prudce klesala, až se ustavila určitá rovnováha, která by podle dřívějších pokusů v lesním ekosystému mohla trvat 6 - 12 let, podle typu porostu a podloží (K o h o u t, 1975). Námi sledované lokality jsou hlavně smrkové porosty a můžeme zde odhadnout dobu zvýšeného výskytu spadových radionuklidů z Černobylu na sedm let.

Literatura

- BLAZOV, L.: Lichens as indicator of radioactive contamination. *J. Radioecol.*, 1, 1993: 15-20.
- BÍBA, M. - BREJCHA, J.: Přehled porostních, stanovištních a funkčních poměrů lesů v okolí Temelína. *Lesnictví-Forestry*, 40, 1994: 169-173.
- GARLAND, J. A. - COX, L.: Deposition of small particles to grass. *Atmosph. Envir.*, 16, 1982: 2699-2702.
- GULJAKIN, V. I. - JUDINCEVA, E. V.: Radioaktivnye produkty dělení v počvě i rastěních. *Atomizdat*, 1962.
- HÄGELI, M. - CARTIER, F. - HAUENSTEIN, P. - JESCHKI, W. - LEUPPI, E. - SCHERRER, H. U. - SCHWARZENBACH, F. H. - STOLL, E.: Waldschäden im unteren Aaretal. Schadenauswertung in der Umgebung von Kernanlagen. *Berichte - Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen*. 1987, No. 296: 63.
- HÄSÄNEN, E. - MIIETTINEN, J. K.: Gamma emitting radionuclides in subarctic vegetation during 1962 - 1964. *Nature (London)*, 212, 1966.
- HÄSÄNEN, E.: The occurrence of ^{137}Cs in the biosphere evaluated with environmental metabolic studies. *Rep. of Univ. Helsinki*, 1972.
- KOHOUT, R.: Toxikologie radioaktivních imisí ve vztahu k rostlinám. [Závěrečná zpráva.] *VÚLHM Jiloviště-Strnady*, 1975: 65.
- KONEČNÝ, J. - MEJSTRÍK, V. - LEŠOVÁ, A.: The use of basidiomycete fruiting bodies for bioindication of radionuclides. *Proc. Vth Int. Conf. Bioindicators Deterioration Regions*, České Budějovice, 1989a: 365-369.
- KONEČNÝ, J. - VLČEK, A. - LANDA, M. - OBRŽÁLEK, M. - HOFFMANOVÁ, V.: Sledování radioaktivity lesních ekosystémů na některých místech jižních Čech po havárii Jaderné elektrárny Černobyl. *Radioaktivita a životné prostředí*, 12, 1989b: 153-163.
- KÖNIG, L.: Gibt es einen Zusammenhang zwischen Umweltraadioaktivität und Waldschaden? *GIT Fachz. Lab.*, 29, 1985: 1123-1131.
- KWAPULINSKI, J. - SAROSIEK, J.: Radioecological influence of a power station on mosses. *Symp. biol. hung.*, 35, 1987: 815-826.
- LITTLE, P. - WIFFEN, R. D.: Emission and deposition of lead from motor exhaust. II. Airborne concentration, particle size and

deposition of lead near motorways. *Atmosph. Envir.*, 12, 1978: 1331-1341.

MATSUOKA, N. - MOMOSHIMA, N. - HIRAI, E. - TASHIMA, Y.: Radioactivity of pine needles on Kyushu Island, Japan, after the 26th Chinese nuclear test. *Radiochem. radioanal. Lett.*, 57, 1983: 161.

MAY, R.: Kernkraftwerke - Verursacher von Waldschaden? *Atomwirtschaft*, Januar 1986: 41-43.

MÜLLER, A.: Foliar uptake of radionuclides. The transfer of radioactive materials in the terrestrial environment subsequent to an accidental release to atmosphere, 11 - 15. april. Dublin, 1983.

PRÜHL, G.: Aufnahme von Radionukliden durch das Blatt und die daraus Resultierende Kontamination Landwirtschaftlicher Erzeugnisse. *ISSN - München*, 1982: 721-1649.

ROCA, M. C. - FONS-ESTEVE, J. - VALLEJO, V. R. - MOLERO, J. - VIDAL-QUADRAS, A.: Radiocaesium dynamics in mediterranean forest. In: Responses of forest ecosystems to environmental changes. In: TELLER, A. - MATHY, P. - JEFFERS, J. N. R. (ed.): Elsevier Applied Science, London and New York, 1992: 989-990.

SAKARI, L.: Latitudinal and longitudinal distribution of the Chernobyl fallout in Finland and deposition characteristics. *J. aerosol Sci.*, 19, 1988: 1191-1194.

SHEARD, J. W.: Distribution of uranium series radionuclides in plant vegetation of northern Saskatchewan. II. Patterns of accumulation among species and localities. *Can. J. Bot.*, 64, 1986: 2453-2463.

Došlo 17. 1. 1994

UHLÍŘOVÁ, H. - KONEČNÝ, J. (Forestry and Game Management Research Institute, Jiloviště-Strnady; Institute of Landscape Ecology of the Academy of Sciences of CR, České Budějovice): *Radiocaesium in forest ecosystems in the South Bohemian region*. *Lesnictví-Forestry*, 40, 1994 (5): 203-210.

Radiocaesium accumulation in spruce needles, forest floor horizons, lichens, mosses, mushrooms and bilberry shrubs was measured in the South Bohemia region before setting the nuclear power plant Temelín into operation. Radiocaesium accumulated mainly in decomposed forest floor horizons, mosses, lichens and some species of mushrooms. Plots at a higher altitude with higher rainfall amounts showed the increased levels of both ^{134}Cs and ^{137}Cs activity in all treated compartments of forest ecosystem. ^{137}Cs in forest floor accumulated in most decomposed horizons H (0.29-1.95) and L+F (0.21-1.08 Bq.g^{-1}). Lower activity was detected in the upper 3-5 cm of mineral soil (0.01 - 0.41 Bq.g^{-1}). ^{134}Cs activity which is unambiguously of Chernobyl origin ranged between 0.03 and 0.11 Bq.g^{-1} in the L+F horizon and between 0.03 and 0.16 Bq.g^{-1} in the H horizon. In the A horizon no activity of ^{134}Cs was detected. Specific activities of radiocaesium in mushrooms collected in July 1992 only on two plots showed great differences between species and localities.

^{137}Cs activity in one-year-old spruce needles ranged between 0.05 and 0.26 Bq.g^{-1} . It was not detectable on sample plots Podhájí, Kaliště and Strouha. ^{134}Cs activity was very often under detection limit except the plots

Zdřkov (0.03 Bq.g^{-1}) and Hněvkovice (0.01 Bq.g^{-1}). The lower activity of ^{137}Cs in 1991 and 1992 should be due to summer and winter droughts.

Specific activity of radiocaesium and sum-beta activity in ash from bilberry shrubs was higher in samples collected in the open area than in those under canopies, except the Zdřkov plot. Lichens are very good ecological bioindicators of radiocaesium deposition, among them on study plots the best was *Parmelia spec.* Comparative measurements of ^{137}Cs activity in different mosses on two plots with a higher radioactive background showed the high accumulation of radiocaesium

in *Dicranum scoparium* and *Sphagnum spec.* The accumulation of beta-counting radionuclides in *Dicranum scoparium* at the top of Churáňov measured since 1964 was lowest from 1979 until Chernobyl accident in 1986. In autumn 1986 the sum-beta activity in the ash of *Dicranum scoparium* was about 12-fold higher than before. The decrease of sum-beta activity in the next three years was very rapid, then the equilibrium between moss uptake and leaching was set.

radiocaesium; soil horizons; spruce needles; bilberry shrubs; mushrooms; mosses; lichens

Kontaktní adresa:

Ing. Hana Uhlířová, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 156 04 Jiloviště-Strnady



ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ FINANČNÍ LEASING
- ☐ ZPROSTŘEDKOVATELSKOU OBCHODNÍ ČINNOST
- ☐ PORADENSTVÍ V OBLASTI PODNIKÁNÍ, FINANCOVÁNÍ A ORGANIZACE

◆
ADEKO a. s.
Slezská 7
120 56 Praha 2

tel.: 258 342 fax: 207 229
◆

WATER BUDGET IN YOUNG STANDS OF SUBSTITUTE TREE SPECIES IN IMMISSION REGION OF THE TRUTNOV PIEDMONT IN THE CZECH REPUBLIC

F. Šach¹, P. Kantor², V. Černohous¹

¹Forest Research Station, 517 73 Opočno

²Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Agriculture, 613 00 Brno

The water budget of *Picea omorika* and *Betula pendula* young stand, and an opening with grasslike vegetation were compared in the Trutnov Piedmont (530 m above sea level, average yearly precipitation 730 mm). The precipitation of open area, throughfall under canopy, and vertical throughflow at rock base were measured. From the water budget equation interception I, evapotranspiration ET (tree species transpiration plus evaporation from soil surface and low vegetation), and total water losses IET through evaporation were calculated. The stemflow was assessed only for the birch stand and its value was estimated 4 % of open area precipitation. The vertical throughflow, representing a water quantity disposable to water yield, was in average for ten year measurements 186 mm in the spruce stand, 270 mm in the birch stand, and 320 mm in the opening with grasslike vegetation. The comparison of those values with mature coniferous stand values indicates that in a few years after harvesting the water quantity disposable to water yield can rise by 135 mm per year. A closed young spruce stand annuls that increment and a closed young birch stand decreases it to 85 mm per year. Stormflow volumes, peak-flows and their frequency will be probably more reduced by coniferous young stands than by the broadleaved ones.

water budget; young stand; substitute tree species; *Picea omorika*; *Betula pendula*; immission region; Trutnov Piedmont; Czech Republic

The prognosis saying that difficulties in growing of forests affected by air pollution occur besides in mountain regions also on upland and on lowland sites, cannot be neglected, even though we suppose decreasing emission production. Lower rate of sulphur immissions is often compensated by the greater nitrogen ones.

Problems connected with management of forests under immission load on upland sites have been solved in the neighbourhood of the power station at Poříčí - Trutnov from the sixties. After planting forest stands of substitute tree species in that region the question of their hydrologic influences emerged.

The young stand of *Picea omorika* as a representative of introduced conifers and the young stand of *Betula pendula* as a representative of indigenous broadleaved stand were chosen for examination of hydrologic effects of forest stands formed by substitute tree species. As

a control plot to those two stands was used a clearcut covered by weeds, the most frequent stage after logging air polluted forest stands. The observations lasted ten hydrological years, from November 1981 to October 1991.

MATERIAL AND METHODS

The research area was established on the Poříčský hřbet Ridge of the Trutnov Piedmont at an altitude of 530 m and with average yearly precipitation of 730 mm. Mean yearly concentration of SO₂ was 59 micrograms per 1 m³ of air. The research plots were situated on a northeastern mild slope with maximum incline of 8%. The site type was presented by acid fir-beech type with *Deschampsia* (5K1 - P l í v a, 1984). The brown loamy sand soil (P l í v a, 1984) at a depth of 0.6 - 0.7 m changed into weathered bedrock represented by Anthracolithic agglomerates. The depth of forest floor layer did not exceed 0.02 m. It was a result of broadcast soil preparation including stump extraction before planting.

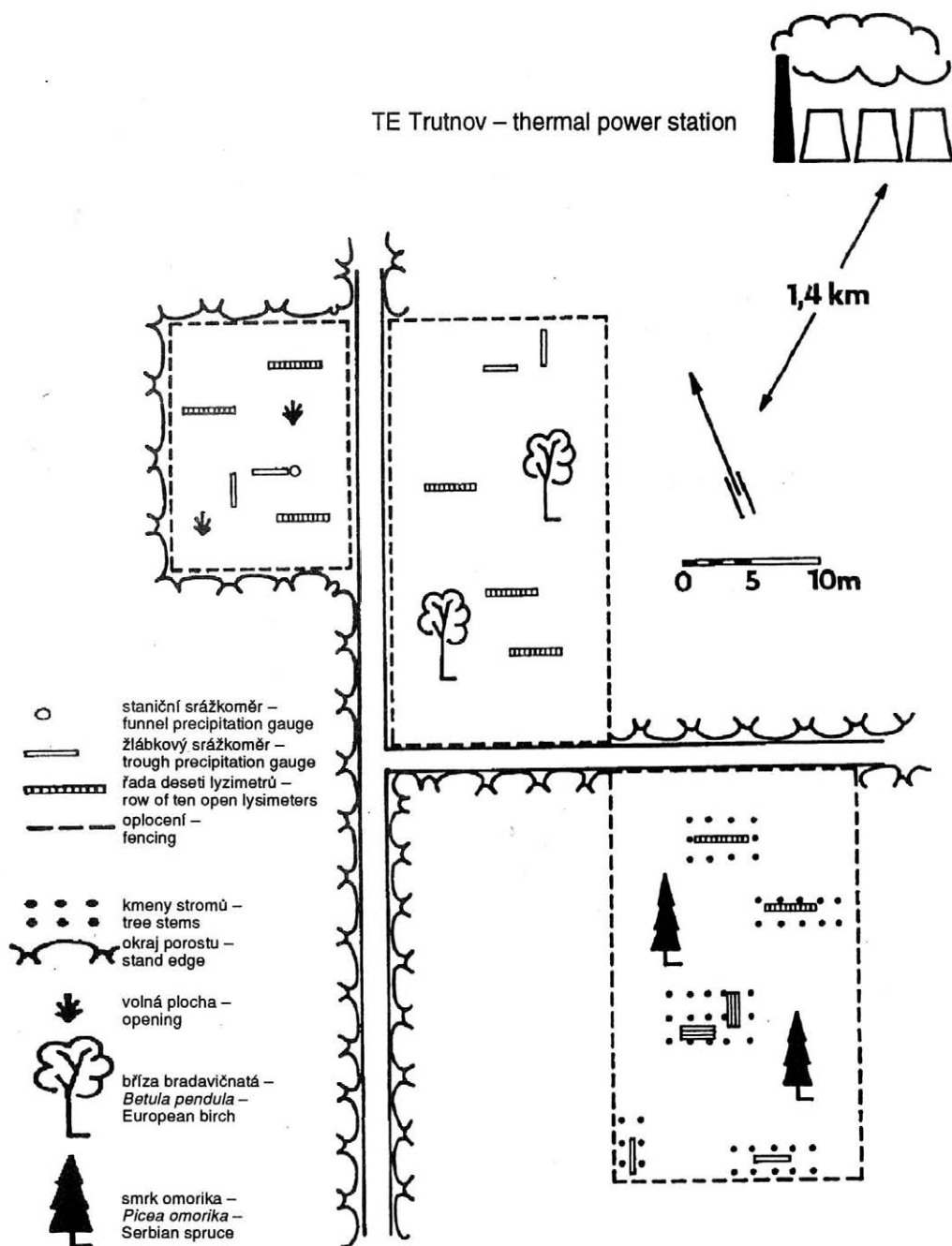
In 1981, the water regime of 14-year-old *Picea omorika* stand, 13-year-old *Betula pendula* one, and weedy low vegetation cover in an opening that followed died mature spruce stands was started to measure. The density of *Picea omorika* and *Betula pendula* stands was 4,200 and 11,000 trees per ha, respectively. Their mean height attained 4.0 and 3.5 m. After ten-year observation (1981 to 1991) the *Picea omorika* stand density was not changed, the birch stand density was reduced by two thinnings from below to 5,800 trees per ha. The mean height of *Picea omorika* and *Betula pendula* stands reached 8.9 and 9.7 m, respectively, at the end of 1991. The both experimental stands exhibited no symptoms of chronic air pollution damage, but acute air pollution injury to *Picea omorika* was observed. The low vegetation in the *Picea omorika* stand was nearly absent. The low vegetation in the birch stand was represented by sparse grasslike vegetation with coverage of 60 % (*Luzula nemorosa* dominated). The opening was covered by grasslike vegetation continuously (*Agrostis stolonifera* and *Luzula nemorosa* dominated).

In order to determine hydrologic effects of substitute tree species we measured precipitation in the opening, throughfall in the both stands (stemflow was only esti-

mated), vertical throughflow to bedrock on all three plots (vertical throughflow to bedrock was considered as water disposable to runoff) and depth and water equivalent of snow cover in winter. Research area ar-

rangement and its equipment with instruments is shown in Fig. 1. Evapotranspiration losses ET (tree transpiration plus evaporation from soil surface including interception and transpiration of ground vegetation) were

TE Trutnov – thermal power station



1. Research plot layout and its equipment with instruments

calculated from the equation of water budget $ET = P_s - F$, where P_s equals to throughfall plus stemflow and F is vertical throughflow to bedrock. The stemflow was taken into account only in the *Betula pendula* stand and its value was estimated to 4% of an open area precipitation. More details on those methods are included in the first communication (Kantor, Šach, 1988). For simplification of the following text *Picea omorika* and *Betula pendula* are termed spruce and birch, respectively.

RESULTS

The hydrologic effects of the substitute tree species were different during dormant and growing seasons and also in total of the whole hydrological year (from November 1 to October 31) - see Tabs. I and II, Fig. 2.

DORMANT SEASON

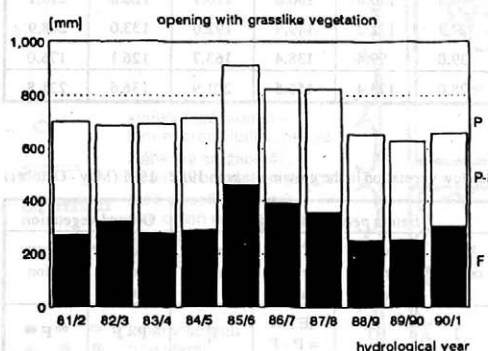
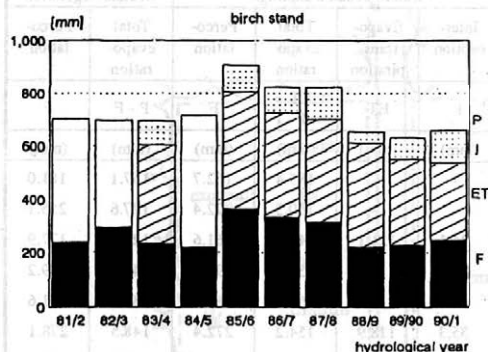
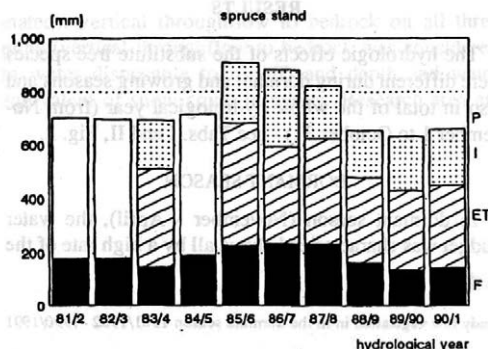
In dormant season (November - April), the water budget was characterized above all by a high rate of the

I. Water budget of *Picea omorika* saplings, *Betula pendula* saplings, and weedy low vegetation in the dormant season 1981/1982 - 1990/1991 (November - April)

Dormant season (XI - IV)	Precipitation on open area	<i>Picea omorika</i> saplings				<i>Betula pendula</i> saplings				Ground vegetation	
		Interception	Evapo-transpiration	Total evaporation	Percolation	Interception	Evapo-transpiration	Total evaporation	Percolation	Total evaporation	Percolation
		I	ET	IET = P - F	F	I	ET	IET = P - F	F	P - F	F
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1981/1982	348.1	-	-	197.8	150.3	-	-	185.4	162.7	167.1	181.0
1982/1983	382.7	-	-	235.7	147.0	-	-	160.3	222.4	127.6	255.1
1983/1984	306.8	78.0	115.0	193.0	113.8	24.1	121.1	145.2	161.6	128.9	177.9
1984/1985	350.4	-	-	183.2	167.2	-	-	159.8	190.6	141.2	209.2
1985/1986	424.1	114.1	116.7	230.8	193.3	42.3	118.9	161.2	262.9	132.5	291.6
1986/1987	426.6	106.9	101.3	208.2	218.4	35.3	118.9	154.2	272.4	148.5	278.1
1987/1988	364.1	76.7	105.7	182.4	181.7	44.1	106.2	150.3	213.8	133.7	230.4
1988/1989	336.9	52.6	127.3	179.9	157.0	-16.8	176.8	160.0	176.9	126.8	210.1
1989/1990	341.9	96.6	110.5	207.1	134.8	27.7	122.2	149.9	192.0	133.0	208.9
1990/1991	302.1	104.8	59.6	164.4	137.7	39.0	99.4	138.4	163.7	126.1	176.0
Average	358.4	90.0	105.2	198.3	160.1	28.0	123.4	156.5	201.9	136.6	221.8

II. Water budget of *Picea omorika* saplings, *Betula pendula* saplings, and weedy low vegetation in the growing season 1982 - 1991 (May - October)

Growing season (V - X)	Precipitation on open area	<i>Picea omorika</i> saplings				<i>Betula pendula</i> saplings				Ground vegetation	
		Interception	Evapo-transpiration	Total evaporation	Percolation	Interception	Evapo-transpiration	Total evaporation	Percolation	Total evaporation	Percolation
		I	ET	IET = P - F	F	I	ET	IET = P - F	F	P - F	F
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1982	353.9	-	-	323.7	30.2	-	-	276.9	77.0	263.0	90.9
1983	314.4	74.6	205.1	279.7	34.7	57.7	182.4	240.1	74.3	237.1	77.3
1984	387.7	104.8	247.3	352.1	35.6	67.3	248.3	315.6	72.1	286.8	100.9
1985	364.6	104.6	233.3	337.9	26.7	81.4	253.0	334.4	30.2	282.9	81.7
1986	485.1	112.1	335.8	447.9	37.2	62.1	320.1	382.2	102.9	314.4	170.7
1987	395.0	122.1	256.0	378.1	16.9	61.4	271.3	332.7	62.3	280.1	114.9
1988	458.1	123.2	282.3	405.5	52.6	78.8	276.7	355.5	102.6	328.6	129.5
1989	316.6	121.6	186.7	308.3	8.3	59.5	212.6	272.1	44.5	275.7	40.9
1990	288.9	104.0	182.0	286.0	2.9	52.3	200.5	252.8	36.1	243.7	45.2
1991	356.5	103.0	244.6	347.6	8.9	80.6	191.8	272.4	84.1	225.0	131.5
Average	372.1	107.8	241.4	346.7	25.4	66.8	239.6	303.5	68.6	273.7	98.4



2. Water budget of *Picea omorika* young stand, *Betula pendula* stand, and opening with weedy vegetation in the hydrological years 1981/2 - 1990/1 (November to October)

P - precipitation; I - interception; ET - evapotranspiration (tree transpiration plus evaporation from soil surface and low vegetation); F - vertical throughflow

vertical throughflow to bedrock. That vertical throughflow was concentrated namely into spring months, when the water from snowmelt flowed vertically through a soil matrix to bedrock. The vertical throughflow from snowmelt many times exceeded water quan-

tity that infiltrated during the whole growing period. The smallest vertical throughflow from all plots was noted due to the greatest total evaporation (IET), namely due to high interception (I), in the spruce sapling-stage stand. It was 160 mm (45% of open area precipitation, in abbreviation o.a.p.). Interception losses in the birch stand were distinctly smaller due to its state without leaves. During the six winter months the precipitation under birch canopy was by 62 mm greater than under spruce canopy. In spite of a little greater evapotranspiration of birch in comparison with spruce, the throughflow in the birch young stand reached 202 mm (56% of o.a.p.). Most of water (221 mm, 62% of o.a.p.) infiltrated during winter months in the opening.

A specific role in the water budget of examined stands belonged to snow cover. We can expect its continuous occurrence in duration of 110 days per year on a such site. The snow depth and its water equivalent decreased in the order: the opening with weed cover, the plot with *Betula pendula*, the plot with *Picea omorika*. In the relation to timing of spring runoff, the snowmelt rate was of extraordinary importance. The rate of snow thawing was in the birch sapling-stage stand nearly by forty per cent and in the opening nearly by eighty per cent greater than in the spruce sapling-stage stand.

GROWING SEASON

In the growing season (May - October) the sizable share of precipitation fell on the total evaporation (IET). The highest total evaporation was found out from the spruce plot (347 mm, 93% of o.a.p.), from the birch plot the total evaporation was by ten per cent lower (304 mm, 82% of o.a.p.), and the lowest values of the total evaporation were recorded from the opening with ground vegetation (247 mm, 74% of o.a.p.). The vertical throughflow in the spruce stand, equalled to 25 mm in average per growing season, represented a negligible component of water budget. From the viewpoint of water supply disposable to runoff, the birch sapling-stage stand seemed to be more convenient because the vertical throughflow (equalled to 69 mm) represented the amount greater than twofold of that in the young spruce stand. The differences in the total evaporation and in the vertical throughflow to bedrock among the examined plots were conditioned by different interception regime: the ground surface in the birch stand reached by 41 mm of water more than in the spruce stand. The highest vertical throughflow of 98 mm was observed in the opening with ground vegetation.

HYDROLOGICAL YEAR

If the whole of hydrological years was considered, the water budget was again markedly influenced by total evaporation (IET) on all three examined plots. The higher values of the total evaporation from the spruce young stand (545 mm, 76% of o.a.p.) and from the birch

one (460 mm, 64% of o.a.p.) in comparison with those in the weedy opening (410 mm, 57% of o.a.p.) were mainly caused by interception losses in both forest stands (198 mm, 28% of o.a.p. and 95 mm, 13% o.a.p., respectively). With respect to those values of total evaporation, the lowest amount of water flowed vertically through soil matrix under canopy of the young spruce stand (in average only 186 mm per year, i. e. 25% of o.a.p.). The vertical throughflow in the birch saplings and in the weedy opening was by 85 and 135 mm higher, respectively, than that in the spruce one and was 270 mm per year (37% of o.a.p.) and 320 mm per year (44% of o.a.p.) in average, respectively.

DISCUSSION

Now let us try to answer the introductory question what changes can occur in the hydrologic function of weedy clearcuts and of young stands of substitute tree species on upland sites. As for the water yield we can suppose that a greater volume of water will run off from weedy clearcuts than from closed young stands of substitute tree species. It seems to be true both in the dormant season and in the growing season. The difference between young conifers represented by *Picea omorika* and weedy clearcuts represented by the weedy opening will be markedly greater (by our results about 135 mm) than that between young broadleaved trees represented by *Betula pendula* and the weedy opening (by our results less than 50 mm). From comparisons carried out between young stands of the examined substitute tree species and mature stands of a similar tree species composition, we can draw the following conclusion. The runoff regime of young stands will be stabilized in site types of middle and lower altitudes as early as in the stand age of 11 - 20 years and it will not differ markedly from the runoff regime of older stands (Kantor, Šach, 1988). In terms of catchments, Ursic, Douglass (1979) confirmed that hypothesis when they correlated streamflow with the total surface area of foliage, branches and stems. From the age of 13 years, total intercepting surface of *Pinus strobus* increased very slowly. Needle surface area culminated at an early age also in *Pinus taeda* stands. In that age a reduction of streamflow recorded from catchment after clearcutting and reforestation ceased. Therefore we can suppose that the volume of water disposable to runoff will remain approximately on the unchanged level in further development of closed young stands. In relation to the total volume of water disposable to runoff we can conclude that harvesting of damaged forests on sites of middle altitude will cause appreciable increasing of that volume, greater at conifer stands and lower at broadleaved ones. Comparing original mature coniferous stands and closed thicket to sapling stages of substitute conifers, those young conifer stands can give the similar hydrologic effects as old

forest stands can. Thicket to sapling stages of substitute broadleaved tree species will decrease vertical throughflow on clearcuts less markedly than the coniferous ones and in comparison with original coniferous mature stands bring about permanent water yield increment of about 85 mm water disposable to runoff per year. As for runoff timing, on the basis of our examinations, we can presume more important changes only during spring thawing of snow cover. Greater water equivalent of snow on weedy clearcuts than in stands of substitute tree species will probably lead to a greater volume of spring runoff, moreover concentrated due to more intensive snowmelt in a shorter time. In the growing seasons, it can be deduced from weekly measurements the vertical throughflow, that after storms, flow of water to bedrock will occur in the open and on the birch plot, while on the spruce plot vertical throughflow will be small or none. Now we can conclude that more frequent occurrence of stormflow with high peak-flows which can be expected after immission clearcutting in middle altitude catchments, will be reduced more efficiently by young forest stands of conifers than by young stands of substitute broadleaved species. Changes of runoff quality cannot be evaluated because we did not carry out any observations of chemical composition of the water vertically flowed through soil matrix.

CONCLUSION

On the basis of experimental data we can reason that the hydrologic effects of weedy immission clearcuts and young stands of substitute tree species will differentiate in middle altitude regions. The differences between weedy immission clearcuts (represented in our case by the weedy opening) and young stands of substitute coniferous tree species (represented by *Picea omorika*) will be more distinct than between weedy immission clearcuts and young stands of substitute broadleaved species (in our case represented by *Betula pendula*). At average precipitation amount of 730 mm per year, we can expect increasing water volume disposable to runoff about 135 mm in the first years after harvesting mature coniferous stands damaged by air pollution. Nevertheless, at the stand age of 11 - 20 years the new closed saplings of substitute conifers will be able to consume that increment for total evaporation (IET). Closed saplings of substitute broadleaved species (in comparison with conifers) will probably reduce the increment of water disposable to runoff less distinctly, it will be less than 50 mm per year. In comparison with original mature coniferous stands the broadleaved saplings can offer by 85 mm more water disposable to runoff. More frequent and greater stormflows with higher peakflows which can occur after immission clearcutting during intensive snow thawing or storms will probably be more perceptibly reduced by young stands of substitute conifers than young stands of substitute broadleaved tree species.

References

KANTOR, P. - ŠACH, F.: Hydrická účinnost mladých náhradních porostů smrků omoriky a břízy bradavičnaté (Hydrologic effects of young substitute stands of *Picea omorika* and *Betula pendula*). Lesnictví, 34, 1988: 1017-1040.

PLÍVA, K.: Typologická klasifikace lesů České republiky (Site-type rating of forests in the Czech Republic). Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů 1984: 117, 29.

URSIC, S. J. - DOUGLASS, J. E.: The effects of forestry practices on water resources. In: Environmental Forum Proceedings. Ed. W. K. MOSLEY, Auburn (Alabama), Auburn University 1979: 33-49.

Došlo 24. 1. 1994

ŠACH, F. - KANTOR, P. - ČERNOHOUS, V. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno; Vysoká škola zemědělská, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno): *Bilance vody v mladých porostech náhradních dřevin v imisní oblasti Trutnovské pahorkatiny v České republice*. Lesnictví-Forestry, 40, 1994 (5): 211-216.

V imisní oblasti Trutnovské pahorkatiny (530 m n. m., průměrné roční srážky 730 mm) byl studován koloběh vody v mladém porostu *Picea omorika*, dále v mladém porostu *Betula pendula* a konečně na zabuřené holině (obr. 1). Sledovány byly srážky volné plochy *P.*, porostní srážky *P_s* (podkorunové srážky plus stok po kmeni) a vertikální průsak na podloží *F.* Z rovnice vodní bilance byly vypočítávány intercepce *I*, eva-

potranspirace *ET* (transpirace dřevin plus výpar z půdy a přizemní vegetace) a celkový výpar *IET*. Stok po kmeni byl u smrků pro nepatrné hodnoty ve stadiu mladiny zanedbáván, v bříze byl na základě literárních pramenů odhadnut na 4 % srážek volné plochy. Hodnoty prvků vodní bilance zvlášť za zimní hydrologický půlrok (listopad - duben) a zvlášť za letní hydrologický půlrok (květen - říjen) jsou uvedeny v tab. I a II. Údaje za celé hydrologické roky po dobu desetiletého sledování (1981/2 - 1990/1) znázorňuje obr. 2. Vertikální průsak na podloží, reprezentující vodu disponibilní k odtoku, představoval v ročním průměru 186 mm v mladém smrkovém porostu, 270 mm v mladém porostu břízy a 320 mm na zabuřené holině. Porovnání těchto hodnot s odhadovanými hodnotami pro původní dospělý smrkový porost ukázalo, že na několik let po těžbě se množství vody disponibilní k odtoku může zvýšit v průměru asi o 135 mm za rok. Zapojený mladý smrkový porost však již toto zvýšení anuloval a zapojený mladý porost břízy je snížil na 85 mm za rok. Objem průtokových vln, maximální průtoky a jejich frekvence v povodích s obdobným stavem vegetačního krytu by mohly pravděpodobně lépe redukovat mladé porosty náhradních jehličnanů než náhradní porosty mladých listnáčů.

bilance vody; mladý porost; náhradní dřeviny; *Picea omorika*; *Betula pendula*; imisní oblast; Trutnovská pahorkatina; Česká republika

Contact Address:

Ing. František Šach, CSc., VÚLHM Jíloviště-Stmady, Výzkumná stanice, 517 73 Opočno

Jactel, H. (I.N.R.A., Laboratoire d'Entomologie Forestière, Station de Recherches forestières, Pierroton, 33610, Cestas, France): Individual variability of the flight potential of *Ips sexdentatus* Boern. (Coleoptera: Scolytidae) in relation to day of emergence, sex, size, and lipid content (Individuální proměnlivost letového potenciálu lýkožrouta borového ve vztahu ke dnu líhnutí, k pohlaví, velikosti a obsahu lipidů)

The Canadian Entomologist, 1993, s. 919-930

Disperze tohoto lýkožrouta v terénu je částečně pasivní proces zprostředkovaný charakterem větru během letové činnosti. I když tento brouk létá v nízkých výškách, používá především své vlastní letové schopnosti. Byla zkoumána neschopnost letu a trvání letu ve vztahu k veličinám uvedeným v titulu. Přibližně jedna třetina jedinců nelétala. Nebyla zjištěna žádná významná korelace mezi individuálním trváním letu, dnem líhnutí, pohlavím, šířkou pronota nebo hmotností usušeného těla (po extrakci lipidů éterem) či odhadovaným obsahem lipidů. Předpokládá se hypotéza, že minimální limitní energetické zásoby byly nutné pro iniciování disperzního letu. Dodávka energetických látek by mohla vést k disperzní tendenci, které představují specifickou reakci na tlak biotopu. Pro migrující škůdce jsou biotopy často velmi vzdálené, ale poskytují velké množství potravy. V podmínkách nadměrného osazení tímto kůrovcem by tendence dlouhého letu zvýšila šanci na přežití druhu. Pokud jde o kůrovcovité, jsou jejich biotopy často vzácné, ale blízko sebe. Přežití druhu potom vyžaduje omezené rozšiřování a snížení hustoty populací. - M. P a g a č

MEZINÁRODNÍ SYMPOZIUM OBORU ERGONOMIE, TECHNIKA A TECHNOLOGIE LESNÍ VÝROBY

Specialisté z oborů souvisejících s problematikou lesní techniky z německy mluvících zemí pořádají pravidelně již od roku 1952 tzv. Forsttechnikertreffen, které se koná pravidelně každé dva roky. V roce 1992 výbor požádal Ústav těžby a dopravy dříví Lesnické a dřevařské fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně o uspořádání 20. Zusammenkunft der deutschsprachigen arbeitswissenschaftlichen und forsttechnischen Institute und Forschungsanstalten, které proběhlo ve dnech 5. až 8. dubna 1994 na LDF VŠZ v Brně. Nosným tématem konference bylo řešení problémů *Ergonomie a lesní technika, technologie a ekonomika - důležité obory lesního hospodářství*.

Na odborném programu spolupracoval Ústav lesnické a dřevařské mechanizace, Ústav lesnických staveb a meliorací, Podnik technického rozvoje Olomouc, Školní lesní podnik „Masarykův les“ VŠZ v Brně a Výzkumné středisko ŠLP Křtiny.

Exkurzní část symposia byla orientována na území ŠLP Křtiny. Odborný program byl soustředěn do tří přednáškových bloků a odborné exkurze, jako jedny z klíčových akcí symposia, byly zaměřeny na zpřístupňování a vývoj dopravního řešení soustředování dříví v jehličnatých a listnatých porostech, metody zpevňování lesní dopravní sítě netradičními postupy, metody mechanizované přípravy půdy pro přirozenou obnovu a novou techniku a technologii dopravy dříví v netraktorových terénech.

Zásadním příspěvkem českých účastníků byla terénní aplikace nové terénní klasifikace, založené na základě edafonických řad a realizované již ve vybraných územích Školního lesního podniku včetně mapového materiálu.

Součástí symposia byla i exkurze do velkoškolek Budišov, kde byla prezentována česká koncepce mechanizace velkovýroby sadebního materiálu.

Symposia se zúčastnilo 34 zahraničních hostů - většinou předních odborníků z lesnických výzkumných ústavů, univerzit a vysokých škol - z univerzit Göttingen, Freiburg, München, Dresden, ETH Zürich, BOKU Wien, Reinbeck/Hamburg, Sopron a Eberswalde i 22 specialistů z České republiky.

Symposium, které je zařazeno do rámce oslav 75. výročí založení VŠZ v Brně, účastníci velmi kladně hodnotili, zejména demonstrovanou úroveň výsledků lesnické práce.

Přednesené přednášky, doplněné zprávami o vědecko-pedagogickém programu a výzkumných plánech jednotlivých pracovišť, byly vydány v samostatném sborníku pouze v německém jazyce. Zájemci si mohou sborník vyžádat na adrese LDF VŠZ v Brně.

Prof. ing. Jiří Petr, CSc.,
Lesnická a dřevařská fakulta VŠZ, Brno

SYMPOZIUM SKUPINY FIREM HILDEBRAND - MAWEG

Dne 27. dubna 1993 uspořádala Lesnická a dřevařská fakulta Vysoké školy zemědělské v Brně pod patronací prodávána pro dřevařský obor doc. ing. L. Slonka, CSc., odborné sympodium skupiny firem Hildebrand - Maweg.

Cílem akce bylo seznámit české a slovenské odborníky z oblasti dřevařského průmyslu s novinkami firem pro olepování tvarovaných hran a desek z masivního dřeva, s možnostmi modernizace a automatizace umělého sušení, s výrobou oken, dveří, parket a lakovacích zařízení i s novými typy náterových hmot, používaných k povrchovým úpravám uvedených výrobků.

Odborné přednášky na uvedená témata přednesli zástupci firem Hildebrand - Maweg (p. Nagel, Goldes, Oswald, Hermann, Schanz), Chemolaku Smolenice (paní Ďurišová) a ŠDVÚ Bratislava (p. Smolár).

Doc. ing. Ladislav Slonka, CSc.,
Lesnická a dřevařská fakulta VŠZ, Brno

RECENZE

OCEŇOVÁNÍ LESŮ

J. Matějček, J. Skoblík

Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 1993, 172 s.

Na konci roku 1993 vydalo Ministerstvo zemědělství příručku pro účastníky kursů z oceňování lesů, které probíhaly od r. 1992 ve školicím zařízení Ministerstva zemědělství ČR v Bechyni. Obsah příručky je koncipován tak, že je cennou pomůckou pro všechny zájemce o získání poznatků v oceňování lesů.

Vydání publikace vydlo nanejvýš aktuální a vyplnilo znatelnou mezeru v lesnické ekonomické literatuře. Vzdůstající potřeba oceňovacích úkonů, vyplývající z restituční a privatizační lesů, vyžaduje od příslušných znalců širší odborný základ než jim poskytuje vyhláška č. 393/91 Sb. a její novely nebo pokyny o výpočtu náhrad škod za poškození lesů. Publikace splňuje všechny předpoklady pro to, aby byla pomůckou pro získání kvalitních teoretických základů a poskytla zároveň praktické návody na oceňování lesa. Práce je rozdělena do pěti oddílů. První tři jsou zaměřeny více teoreticky, další dva oddíly jsou pomůckou pro praktické oceňování.

První díl pojednává o pojetí a hodnotě přírodních zdrojů a rentním oceňování. Ve druhém oddílu autoři vysvětlují základy teorie hodnoty a s ohledem na zvláštnosti lesa uvádějí zásady pro stanovení jeho hodnoty. Zde jsou také stručně vysvětleny všeobecné ekonomické a základní lesnické pojmy. Třetí oddíl je věnován teorii oceňování lesa a jsou v něm mj. vysvětleny ekonomické modely průběhu nákladů a výnosů, základy finanční matematiky a rozdíly v oceňovacích přístupech u školy čistého výnosu z lesa a u školy čistého výnosu z půdy. Nejrozsáhlejší čtvrtý díl se zabývá aplikovaným oceňováním lesa. Teoreticky i na příkladech jsou zde osvětleny způsoby určení hodnoty lesních pozemků, porostů i lesa. Velmi důkladně je zpracována i kapitola o zjišťování a výpočtu náhrad škod na lese. Užitečné jsou také informace o znaleckém posudku. Poslední, pátý oddíl seznamuje čtenáře s programovým vybavením pro osobní počítače, které může podstatně usnadnit výpočty, spojené s oceňováním lesů.

Důležitým doplňkem publikace jsou obrázky a grafy, které velmi výstižně doplňují text a usnadňují pochopení některých teoretických východisek.

Autoři pro svou práci použili nejen zahraniční prameny a starší českou odbornou literaturu, ale zejména své bezprostřední zkušenosti, které získali při výzkumu oceňování lesů.

Publikace je významnou pomůckou nejen pro znalce v oboru oceňování, ale i pro všechny uživatele, kteří se profesionálně zabývají lesnickou ekonomikou.

Ing. Ludmila Kudrleová,
Lesnická a dřevařská fakulta VŠZ, Brno, Ústav ekonomiky a řízení lesního hospodářství a dřevařského průmyslu

UPOZORNĚNÍ PRO ODBĚRATELE

Od letošního roku vyřizuje veškeré služby spojené s distribucí časopisu Lesnictví-Forestry vydavatel Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha.

Objednávky na předplatné posílejte na adresu:

Ústav zemědělských a potravinářských informací
referát odbytu
Slezská 7
120 56 Praha 2

LESNICTVÍ - FORESTRY 1994, No. 6, uveřejní příspěvky:

Palát M., Vašíček F., Henzlík V., Kasperidus H. D.: Condition of damage to Norway spruce stands in the Czech Republic – Stav poškození smrkových porostů v České republice

Saniga M.: Vplyv diferencovanej výchovy v smrekovo-bukovej mladine na jej kvalitatívne a kvantitatívne ukazovatele – The effect of differentiated cultural treatments in the spruce-beech young stand on its quality and quantity indicators

Fídlér J., Férr F.: Mezní světelné podmínky v břehových porostech malých vodních toků – Limit light conditions in the riparian stands along small streams

Kaněčka P.: Poznatky z laboratorních chovů diapauzujících housenic ploskohřbetky smrkové [*Cephalcia abietis* (L.)] a jejich parazitoidů – Knowledge of laboratory raising of spruce web-spinning sawfly [*Cephalcia abietis* (L.)] larvae in diapause and their parasitoids

Krečmer V.: Trvale udržitelný rozvoj a lesní hospodářství v České republice (III) – Sustainable development and forestry in the Czech Republic (III)

Vědecký časopis LESNICTVÍ - FORESTRY ● Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied - Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: Mgr. Radka Chlebočková ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02 / 257 541, fax: 02 / 257 090 ● Sazba: Studio DOMINO - Ing. Jakub Černý, Pražská 108, 266 01 Beroun, tel.: 0311 / 24 015 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1994

Rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, referát odbytu, Slezská 7, 120 56 Praha 2