

VĚDECKÝ ČASOPIS



NKE

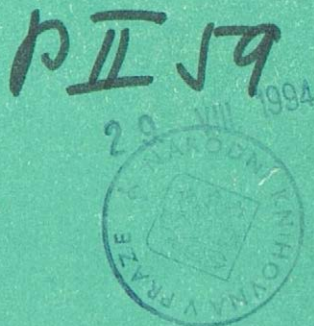
2408/90

NÁRODNÍ KNIHOVNA



1001044121

LESNICTVÍ FORESTRY



1

ROČNÍK 38
PRAHA
LEDEN 1992
ISSN 0024-1105

AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD ČSFR
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis LESNICTVÍ

Redakční rada: ing. Vladimír Chalupa, DrSc. (předseda), doc. ing. Jiří Bartuněk, CSc., prof. ing. Mirjam Čech, CSc., ing. Ján Ilavský, CSc., prof. ing. Štefan Šmelko, DrSc., akademik Miroslav Vyskot.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Vladimír Chalupa, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1992

OBSAH

Chalupa V.: Lesní hospodářství a věda na konci dvacátého století	1
Humllová M.: Hodnotenie rastových znakov potomstiev rôznych materských stromov v semených porastoch smrek obyčajného (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	3
Králík J., Šebánek J., Klíčová Š., Láničková B., Vítková H., Psota V., Rittich B.: Změny fytohormonálního obsahu v semenech smrku (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) ve vztahu k jejich stáří	17
Novák S., Bútora L., Bortel J.: Zhodnotenie mikrobiocídnej aktivity vybraných druhov lesných drevín	23
Lettl A.: Akutní a dlouhodobý vliv vápnění a hnojení na půdní mikroflóru lesních porostů. II. Vápnění a hnojení zatravněných lesních porostů	35
Herynek J.: Vliv těžebních a dopravních technologií při výrobě dříví na kvalitu povrchových vod v oblasti Beskyd	45
Marko J., Turčan J.: Príspevok ku kvantifikácii vplyvu lesných spoločenstiev na vodohospodárske riešenie nádrží	61
Novotný M., Vosátka K.: Expertní systémy na podporu rozhodování mají uplatnění i v lesním hospodářství	75
Vooková B., Gajdošová A.: Vegetatívne množenie hybridu jedle (<i>Abies concolor</i> x <i>Abies grandis</i>) explantátovými kultúrami	87
Recenze	
Landa M.: Hearnden K.: Kanadské lesní zákonodárství od roku 1600 a ekologická současnost ..	93

CONTENTS

Chalupa V.: Forest economy and science at the end of 20th century	1
Humllová M.: Evaluation of growth characters in the progeny of different parent trees in seed stands of Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	15
Králík J., Šebánek J., Klíčová Š., Láničková B., Vítková H., Psota V., Rittich B.: Changes in phytohormonal level in spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) seeds as related to their age	21
Novák S., Bútora L., Bortel J.: Evaluation of microbicidal activity of selected species of deciduous trees	32
Lettl A.: Acute and long-term effect of liming and fertilizing on the phytoedaphon of forest stands	44
Herynek J.: Response of surface water quality on logging and timber hauling processes in the Moravian-Silesian Beskids	58
Marko J., Turčan J.: Contribution to the quantification of the effect of forest communities on the approach to the projects of reservoirs from the water management aspect	74
Novotný M., Vosátka K.: Expert systems for the support of decision-making processes work also in forestry	84
Vooková B., Gajdošová A.: Vegetative propagation of hybrid (<i>Abies concolor</i> x <i>Abies grandis</i>) by culture of explants	91

LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ A VĚDA NA KONCI DVACÁTÉHO STOLETÍ

Blíží se konec století nás nutí k zamyšlení, jakými způsoby v našich lesích hospodařit, aby lesní porosty v příštím století splňovaly všechny funkce, které lidská společnost bude potřebovat. Všichni si uvědomujeme, že současný stav lesů v naší republice je kritický, vyžadující promyšlená opatření na jejich záchranu a obnovu.

Současný špatný stav lesů je důsledkem minulého chybného nazírání na přírodu jako na nevyčerpatelný zdroj surovin a zisku, chybného chápání okolní přírody jako objektu, který je třeba si podřídit a co nejvíce využít pro okamžité potřeby. Zapomnělo se na velmi složité vzájemné vztahy živých a neživých složek přírody, které se vzájemně ovlivňují a jejichž narušení vede často k nepředvídaným následkům. Je důležité, abychom si z minulých chyb vzali poučení a neopakovali je v jiné formě. Člověk jako nedílná součást přírody musí svoji ekonomickou aktivitu uvést do souladu s ostatním děním v přírodních ekosystémech, aby je co nejméně narušoval, poškozoval a ničil. Jen tak může pokračovat život přírodních ekosystémů i život člověka bez katastrofických následků.

Současné výrobní procesy jsou stále složitější, prováděné technologiemi založenými na nových vědeckých poznatcích. Při neobyčejně rychlém rozvoji vědy, při záplavě nových informací, objevů a technologií, nikdo nemůže obstát v současném světě bez znalostí nových vědeckých poznatků. Svět je v pohybu a mění se rychleji, než bychom často očekávali. Ani v lesním hospodářství nestačí v současné době jen vzpomínat na metody a postupy, které byly používány před padesáti či šedesáti lety. Je třeba si uvědomit, že svět se za tuto dobu zcela změnil. Probíhá světová populační exploze v rozvojových zemích, kombinovaná s velkým rozvojem energetiky, chemického průmyslu, automobilismu a turistiky v hospodářsky vyspělých zemích. Toto vše má negativní vliv na růst a existenci lesů v mnoha regionech a zemích. Minula doba, kdy existoval přirozený, ničím nenarušovaný růst lesních porostů. Současné přírodní podmínky pro růst lesů jsou podstatně odchylné od podmínek existujících před padesáti lety.

Rychle rostoucí počet obyvatelstva na naší planetě a stoupající průmyslová a ekonomická aktivita lidstva vede nejen k regionálním změnám, ale dosáhla již takového rozsahu, že je pozměňován celosvětový koloběh některých prvků na Zemi, zejména uhlíku. Stoupající koncentrace oxidu uhličitého, metanu a dalších plynů v zemské atmosféře mohou vést k celosvětovým klimatickým změnám, ke globálnímu oteplování a k poklesu srážek v některých oblastech. Lesní stromy, jejichž vitalita je oslabena působením imisí, acidifikací půdy a nepříznivými klimatickými podmínkami, jsou napadány a podléhají chorobám, kterým dříve odolávaly.

Za současného stavu lesů je potřebné, aby všechna rozhodnutí byla prováděna na základě ověřených vědeckých poznatků, bez jejichž znalostí se můžeme dopouštět mnoha omylů a chyb. Lidstvo dosáhlo v současné době takové technické úrovně, že může vážně pozměňovat přírodní prostředí, narušovat a ničit křehkou rovnováhu v přírodě a vyvolat odumírání celých ekosystémů včetně lesů. Jedním z předních úkolů vědců a lesníků je důsledné sledování měnících se přírodních podmínek a zabránění jejich zhoršování. Odumírající a těžce poškozené lesy jsou varujícím a odstrašujícím příkladem nekvalifikovaných rozhodnutí. Na konci dvacátého století i ve století

příštím, bude veškerá činnost spojená s pěstováním, obnovou, šlechtěním, ochranou i těžbou lesních dřevin stále více závislá na vědeckých poznatcích, které podobně jako v jiných odvětvích lidské činnosti, budou hrát rozhodující úlohu při řízení lesního hospodářství i při provádění odborných prací.

K šíření nových vědeckých poznatků v lesním hospodářství přispívá i vědecký časopis *LESNICTVÍ*. *LESNICTVÍ* je jedním z časopisů, který uveřejňuje originální vědecké práce, a to většinou z pera českých a slovenských autorů. Navazuje na dlouholeté tradice české a slovenské lesnické vědy, která, vycházejíc z praktických potřeb lesního hospodářství, řeší aktuální i perspektivní úkoly lesnictví. Příspěvky publikované v časopise *LESNICTVÍ* jsou určeny především čs. lesnické odborné veřejnosti a většina z nich je psána v českém a slovenském jazyce. Vzhledem k tomu, že publikované příspěvky přinášejí nové poznatky a obohacují lesnickou vědu, jsou články doplněny rozsáhlejším souhrnem v angličtině, která je dnes používána jako dorozumivací jazyk ve vědeckém světě. Pro větší srozumitelnost názvu časopisu na mezinárodním fóru, rozhodla se redakční rada doplnit název časopisu o jeho anglickou verzi. Počínaje tímto ročníkem bude časopis vycházet pod názvem *LESNICTVÍ - FORESTRY*. Pod tímto názvem budou rovněž publikované práce citovány. Redakční rada se domnívá, že spolu s postupným zvyšováním odborné a formální kvality publikovaných prací, i toto opatření přispěje k větší publicitě čs. lesnické vědy a čs. lesního hospodářství.

Doc. ing. Vladimír Chalupec, DrSc.

HODNOTENIE RASTOVÝCH ZNAKOV POTOMSTIEV RÔZNYCH MATERSKÝCH STROMOV V SEMENNÝCH PORASTOCH SMREKA OBYČAJNÉHO (*PICEA ABIES* (L.) KARST.)

M. Humlová

HUMLOVÁ, M. (Výskumná stanica VÚLH, Liptovský Hrádok): *Hodnotenie rastových znakov potomstiev rôznych materských stromov v semenných porastoch smreka obyčajného (Picea abies (L.) Karst.)*. Lesníctví - Forestry, 38, 1992 (1): 3-16.

V roku 1980 sa na Slovensku vysadili prvé semenné porasty na zachovanie a reprodukciu najcennejších pôvodných populácií hlavných lesných drevín. V niektorých semenných porastoch smreka obyčajného sa časť plochy vysadila oddelene sadencami z odsevom jednotlivých stromov jedného materského porastu na sledovanie rozdielov rastových znakov medzi potomstvami rôznych stromov pri ich pestovaní a rovnakých podmienkach škôlky a neskôr po presadení do prírodných podmienok. Plochy s oddelenou výsadbou potomstiev sa založili v semenných porastoch v Lesnom závode Beňuš (900 m n. m.), Čierny Balog (970 m n. m.), Liptovský Hrádok (950 m n. m.), Oravský Podzámok (920 m n. m.), a Brezno (1200 m n. m.), na mieste materských porastov, z ktorých sa získalo semeno pre výsadby. Prvé hodnotenie rastových znakov sa uskutočnilo na štvorročných sadencoch po vyzdvihnutí zo škôlky (pri výsadbe plôch), ďalšie hodnotenie po 3 - 5-ročnom raste na plochách. Hodnotila sa hrúbka v koreňovom krčku, výška, hrúbkový a výškový prírastok za sledované obdobie. Významnosť rozdielov výškového a hrúbkového rastu medzi potomstvami v rámci materského porastu sa testovala analýzou variancie, významnosť rozdielov medzi potomstvami jednotlivých stromov Tuckeyovým testom. Rozdiely medzi priemernými hrúbkovými prírastkami potomstiev jednotlivých stromov v rámci materského porastu neboli ani na jednej ploche štatisticky preukazné (tab. VI až X). V čase vysádzania sa u štvorročných sadencoch zistili štatisticky významné rozdiely medzi priemernými výškami potomstiev z odsevom jednotlivých stromov materského porastu na všetkých sledovaných plochách (tab. XI až XV). Počas rastu na plochách sa priemerné výšky medzi potomstvami jednotlivých stromov viac-menej vyrovnali, lebo potomstvá s najväčším výškovým náskokom pri výsadbe mali často najmenší výškový prírastok, a naopak. Po 3 až 5-ročnom raste v semenných porastoch sa významnosť rozdielov medzi priemernými výškami potomstiev rôznych materských stromov potvrdila na dvoch plochách. Na týchto plochách Tuckeyov test potvrdil štatisticky významné rozdiely medzi priemernými výškami u potomstiev dvoch materských stromov (tab. XIV, XVI). Významnosť rozdielov medzi priemernými výškovými prírastkami potomstiev rôznych stromov v rámci materského porastu sa potvrdila len na jednej ploche.

smrek obyčajný; potomstvá; rastové znaky; semenné porasty

V roku 1980 sa na Slovensku založili prvé semenné porasty na zachovanie a reprodukciu najcennejších pôvodných populácií hlavných lesných drevín. Reprodukčné výsadby sa zakladali zmesou sadeníc vypestovaných zo semena minimálne 50 najkvalitnejších stromov vybraných materských porastov.

V niektorých semenných porastoch smreka obyčajného sa časť plochy vysadila oddelene sadencami z odsevom jednotlivých stromov toho istého materského porastu na sledovanie rozdielov rastových znakov medzi potomstvami rôznych stromov, pri ich pestovaní v rovnakých podmienkach škôlky a neskôr po presadení do prírodných podmienok.

METÓDA

Sadence z odsevom jednotlivých materských stromov sa vypestovali v škôlkach príslušných lesných závodov. Plochy s oddelenou výsadbou potomstiev jednotlivých materských stromov sa založili v semenných

porastoch smreka v Lesnom závode Beňuš (v nadmorskej výške 900 m), Čiemy Balog (970 m n. m.), Liptovský Hrádok (950 m n. m.), Oravský Podzámok (920 m n. m.) a Brezno (1200 m n. m.) na mieste materských porastov, z ktorých sa získalo semeno pre výsadby.

Sadence vypestované z odsevu jedného materského stromu (stromy očíslované pred zberom šušiek) sa vysadili na plošky 5 x 5 po 12 kusov, vo viacnásobnom opakovaní. Plochy na sledovanie potomstiev sa zakladali poloprevádzkovo pri výsadbe semenných porastov, často v ťažko dostupných terénoch, preto nebolo možné založiť oddelené výsadby z potomstiev všetkých materských stromov zúčastnených na založení semenného porastu. Počet stromov pre sledovanie rastu potomstiev nebol vo všetkých semenných porastoch rovnaký.

Prvé hodnotenie rastových znakov sa uskutočnilo na štvorročných sadencoch, hneď po vysadení plôch (vzdvihnutí zo škôlky) na jar 1980. Ďalšie hodnotenie sa vykonalo v roku 1983 (Brezno, Čiemy Balog, Liptovský Hrádok), 1984 (Oravský Podzámok) a 1985 (Beňuš) po ukončení výškového rastu. Hodnotila sa hrúbka v koreňovom krčku, výška a výškový prírastok za obdobie rastu na plochách. Výškový a hrúbkový rast potomstiev jednotlivých materských stromov sa hodnotil v troch opakovaní, vždy na tých istých ploškách. Potomstvá tých stromov, u ktorých došlo počas rastu na plochách k stratám alebo poškodeniu, sa z konečného hodnotenia vylúčili.

Významnosť rozdielov výškového a hrúbkového rastu medzi potomstvami v rámci jedného materského porastu sa testovala analýzou variancie, významnosť rozdielov medzi potomstvami jednotlivých materských stromov Tuckeyovým testom.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerné hodnoty rastových charakteristik potomstiev jednotlivých materských stromov na sledovaných plochách sú uvedené v tab. I-V.

HRÚBKOVÝ PRÍRASTOK

Hrúbku sadencov najviac ovplyvňuje hustota, v akej sú semenáčky na záhonoch pestované, preto sme hodnotili len rozdiely medzi priemernými hrúbkovými prírastkami potomstiev jednotlivých materských stromov po vysadení na plochy.

Rozdiely medzi priemernými hrúbkovými prírastkami potomstiev jednotlivých

I. - V. Rastové znaky potomstiev rôznych materských stromov - Growth characters in the progenies of different parent trees

I. Beňuš

Číslo stromu ¹	Hrúbka ² [mm]		Hrúbkový prírastok ³	Výška ⁴ [cm]		Výškový prírastok ⁵
	1980	1985		1980	1985	
1	6,5	23,0	16,5	33,5	113,3	79,8
5	6,1	22,3	16,2	32,0	99,8	67,8
11	5,9	19,4	13,5	28,5	92,7	64,2
25	5,3	22,1	16,8	21,0	97,0	76,0
30	5,2	19,2	14,0	19,7	87,4	67,7
34	5,5	22,5	17,0	24,7	101,3	79,6
35	5,2	18,4	13,2	23,3	98,3	75,0
36	5,1	21,8	16,7	22,5	99,3	76,8
Priemer ⁶	5,6	21,1	15,5	25,6	98,6	73,0

For Fig. I. - V. tree number¹, diameter² [mm], diameter increment³, height⁴ [cm], height increment⁵, average⁶

II. Čierny Balog

Číslo stromu ¹	Hrúbka ² [mm]		Hrúbkový prírastok ³	Výška ⁴ [cm]		Výškový prírastok ⁵
	1980	1983		1980	1983	
1	5,3	12,1	6,8	24,0	57,0	33,0
2	4,8	11,0	6,2	20,9	53,6	32,7
3	4,3	10,1	5,8	19,5	52,0	32,5
4	4,7	11,0	6,3	21,7	54,7	33,0
5	5,6	12,4	6,8	26,5	62,6	36,1
6	4,8	11,1	6,3	23,1	55,1	32,0
7	5,2	11,7	5,6	23,4	58,8	35,4
8	5,9	12,8	6,9	23,7	57,4	33,7
9	5,6	12,5	6,9	25,0	58,6	33,6
10	6,0	12,3	6,3	28,2	53,9	25,7
Priemer ⁶	5,2	11,7	6,5	23,6	56,4	32,8

III. Liptovský Hrádok

Číslo stromu ¹	Hrúbka ² [mm]		Hrúbkový prírastok ³	Výška ⁴ [cm]		Výškový prírastok ⁵
	1980	1983		1980	1983	
5	8,5	23,8	15,3	30,8	117,3	86,5
6	7,7	20,9	13,2	26,6	95,7	69,1
8	6,4	18,6	12,2	20,5	86,8	66,3
9	6,6	17,5	10,9	18,4	83,0	64,6
10	8,2	22,5	14,3	26,0	99,5	73,5
11	7,8	21,2	13,4	29,9	92,6	62,7
12	7,5	19,1	11,6	23,9	85,1	61,2
13	7,8	19,5	11,7	23,5	87,2	63,7
32	8,0	21,9	13,9	25,9	103,0	77,1
33	7,5	22,6	15,1	20,8	98,8	78,0
34	7,3	19,6	12,3	24,0	89,5	65,5
35	6,7	21,5	14,8	22,2	102,8	80,6
Priemer ⁶	7,5	20,7	13,2	24,4	95,1	70,7

IV. Oravský Podzámok

Číslo stromu ¹	Hrúbka ² [mm]		Hrúbkový prírastok ³	Výška ⁴ [cm]		Výškový prírastok ⁵
	1980	1984		1980	1984	
5	4,4	14,0	9,7	13,9	67,6	53,7
6	4,5	20,1	15,6	18,4	87,7	69,4
7	4,8	18,4	13,6	19,6	82,9	63,3
8	5,2	20,0	15,1	19,1	102,3	83,2
9	5,0	18,9	13,9	16,2	81,7	65,5
10	4,7	18,2	13,5	14,0	77,6	63,6
Priemer ⁶	4,8	18,3	13,6	16,9	83,3	66,4

Číslo stromu ¹	Hrúbka ² [mm]		Hrúbkový prírastok ³	Výška ⁴ [cm]		Výškový prírastok ⁵
	1980	1983		1980	1983	
5	5,2	14,9	9,7	17,1	57,2	40,1
6	6,0	18,7	12,7	22,4	70,1	48,2
10	5,6	12,4	6,8	20,6	49,7	29,1
13	5,2	12,5	7,3	16,8	45,8	29,0
16	5,1	13,5	8,4	16,6	53,1	36,5
18	6,2	14,8	8,6	21,5	58,9	37,4
19	5,8	15,6	9,8	20,8	57,5	36,7
21	3,9	10,3	6,4	8,8	40,5	31,7
25	5,0	14,3	9,3	17,3	59,7	42,4
28	5,4	15,3	9,9	16,2	64,8	48,6
30	5,5	14,3	8,8	19,2	54,1	34,9
31	5,8	13,3	7,5	21,2	50,1	28,9
33	5,9	16,8	10,9	25,8	68,8	43,0
34	6,1	16,1	10,0	19,9	60,4	40,5
35	4,8	12,4	7,6	18,7	51,2	32,5
36	5,8	14,1	8,3	25,9	61,0	35,1
Priemer ⁶	5,4	14,3	8,9	19,3	56,5	37,2

stromov v rámci materského porastu neboli ani na jednej ploche štatisticky preukazné (tab. VI až X). Na niektorých plochách sa potvrdili štatisticky významné rozdiely medzi hrúbkovými prírastkami v opakovaniach tých istých potomstiev (tab. VI, VIII, IX). Podobné výsledky sa zistili aj pri hodnotení hrúbkového rastu potomstiev rôznych materských stromov v semenných porastoch borovice sosny (H u m l o v á , 1988).

Rozdiely medzi priemernými štvorročnými hrúbkovými prírastkami potomstiev rôznych materských stromov porastu neboli ani na jednej sledovanej ploche štatisticky preukazné. Aj v tomto prípade boli väčšie rozdiely medzi opakovaniami tých istých potomstiev. H o l u b ě í k a K u k u ě k o v á (1983) vo výsledkoch testovania heritability rastových znakov smreka obyčajného v juvenilnom štádiu v škôlkach a po presadení na pokusné plochy udávajú, že hrúbka v koreňovom krčku sa vyznačuje nižšou heritabilitou ako výškový rast a variabilita tohto znaku je viac podmienená prostredím a interakciou genotyp-prostredie (opakovania).

VÝŠKOVÝ RAST

Priemerné výšky potomstiev jednotlivých materských stromov jedného porastu namerané hneď po vysadení (po vyzdvihnutí zo škôlky) a po určitom období rastu na ploche semenného porastu sú uvedené v tab. I až V. Rozdiel medzi krajnými hodnotami priemerných výšok u potomstiev rôznych stromov v rámci jedného porastu bol pri vysádzaní na ploche v Beňuši 13,8 cm, Čiernom Balogu 8,7 cm, Liptovskom Hrádku 12,4 cm, Oravskom Podzámku 5,7 cm a Brezne 17,1 cm. Najmenšiu priemernú výšku malo potomstvo stromu 21 (8,8 cm) na ploche v Brezne, najväčšiu priemernú výšku potomstvo stromu 1 (33,5 cm) na ploche v Beňuši.

Výsledky testovania rozdielov medzi priemernými výškami potomstiev rôznych

VI. - X. Výsledky testovania významnosti rozdielov rastových znakov potomstiev rôznych materských stromov - Results of the testing of the significance of differences in growth characters in the progenies of different parent trees

VI. Beňuš

Premenlivosť ⁴	SV	SŠO	Rozptyl ²	F - test
V ý š k a 3 1980				
Medzi potomstvami ⁴	7	551,347	78,764	21,076++
Medzi opakovaniami ⁵	2	13,376	6,688	1,841
Reziduálna ⁶	14	50,870	3,634	
Celkom ⁷	23	615,593		
V ý š k a 3 1985				
Medzi potomstvami ⁴	7	1163,200	166,171	1,789
Medzi opakovaniami ⁵	2	334,561	167,280	1,801
Reziduálna ⁶	14	1300,359	92,883	
Celkom ⁷	23	2798,120		
V ý š k o v ý prírastok za sledované obdobie ⁸				
Medzi potomstvami ⁴	7	190611,220	27230,174	0,987
Medzi opakovaniami ⁵	2	53300,842	26650,421	0,966
Reziduálna ⁶	14	386078,104	27577,007	
Celkom ⁷	23	629990,166		
H r ú b k o v ý prírastok za sledované obdobie ⁹				
Medzi potomstvami ⁴	7	55,873	7,082	1,785
Medzi opakovaniami ⁵	2	59,080	29,540	6,605+
Reziduálna ⁶	14	62,613	4,472	
Celkom ⁷	23	177,560		

Kritické hodnoty F pre potomstvá¹⁰ $F(0,05)=2,77$ $F(0,01)=4,28$

Kritické hodnoty F pre opakovania¹¹ $F(0,05)=3,74$ $F(0,01)=6,51$

For Fig. VI. - X. variability¹, variance², height³, between the progenies⁴, between the replications⁵, residual⁶, total⁷, height increment over the period of observation⁸, diameter increment over the period of observation⁹, critical F values for progenies¹⁰, critical F values for replications¹¹

materských stromov v čase vysádzania a po určitom období rastu na plochách sú uvedené v tab. VI až X. Pri hodnotení výškového rastu štvorročných sadencov pri vysádzaní plôch sa zistili štatisticky významné rozdiely medzi priemernými výškami potomstiev z odsevo rôznych materských stromov, na všetkých sledovaných plochách. Po troj-päťročnom raste na plochách, sa významnosť rozdielov medzi priemernými výškami potomstiev rôznych stromov štatisticky potvrdila v Oravskom Podzámku a v Brezne. Hodnoty F -testu sa však aj na týchto plochách oproti výsledkom v čase vysádzania podstatne znížili. Napríklad na ploche v Brezne hodnota F -testu pre významnosť rozdielov medzi priemernými výškami potomstiev zistená pri vysádzaní (F 32, 78++) klesla po trojročnom období rastu na ploche až dvanásťnásobne (F 2,65+). V Beňuši, Liptovskom Hrádku a Čiernom Balogu neboli už rozdiely medzi priemernými výškami potomstiev rôznych stromov, po určitom období rastu na

Premenlivosť ⁴	SV	SŠO	Rozptyl ²	F - test
V ý š k a ³ 1980				
Medzi potomstvami ⁴	9	178,845	19,872	4,190++
Medzi opakovaniami ⁵	2	5,039	2,529	0,533
Reziduálna ⁶	18	85,375	4,743	
Celkom ⁷	29	269,729		
V ý š k a ³ 1983				
Medzi potomstvami ⁴	9	264,643	29,405	1,128
Medzi opakovaniami ⁵	2	84,254	42,127	1,616
Reziduálna ⁶	18	469,346	26,075	
Celkom ⁷	29	818,243		
V ý š k o v ý prírastok za sledované obdobie ⁸				
Medzi potomstvami ⁴	9	215,736	23,971	0,818
Medzi opakovaniami ⁵	2	77,153	38,576	1,317
Reziduálna ⁶	18	527,301	29,294	
Celkom ⁷	29	820,190		
H r ú b k o v ý prírastok za sledované obdobie ⁹				
Medzi potomstvami ⁴	9	3,747	0,416	0,465
Medzi opakovaniami ⁵	2	5,833	2,916	3,258
Reziduálna ⁶	18	16,114	0,895	
Celkom ⁷	29	25,694		

Kritické hodnoty F pre potomstvá¹⁰ $F(0,05)=2,51$ $F(0,01)=3,71$

Kritické hodnoty F pre opakovania¹¹ $F(0,05)=3,55$ $F(0,01)=6,01$

plochách, štatisticky významné (tab. VI, VII, VIII). Podobné výsledky sa zistili pri hodnotení výškového rastu potomstiev rôznych materských stromov v semenných porastoch borovice sosny (H u m l o v á, 1988). Hodnoty F -testu pre rozdiely priemerných výšok potomstiev rôznych materských stromov zistené pri vysádzaní, po štyroch rokoch rastu na plochách sa v tomto prípade trojnásobne znížili. K o č i o v á (1976) pri hodnotení výškového prírastku populácií jedle bielej udáva, že hodnoty F -testu pre rozdiely vo výške sadencov medzi populáciami boli trojnásobne (v druhom roku hodnotenie) až päťnásobne vyššie (vo štvrtom roku hodnotenia) ako hodnoty pre rozdiely výšok medzi potomstvami vnútri porastov.

Rozdiely priemerných výšok potomstiev jednotlivých materských stromov medzi opavaniami boli pri vysádzaní štatisticky významné na ploche v Oravskom Podzámku a Brezne. Pri hodnotení výškového rastu po troj-päťročnom raste na ploche, nebol potvrdený štatisticky významný rozdiel medzi opakovaniami tých istých potomstiev.

Najväčší priemerný trojročný výškový prírastok mali potomstvá na ploche v Liptovskom Hrádku (70,7 cm), ktorý sa skoro vyrovnal priemernému päťročnému výškovému prírastku potomstiev na ploche v Beňuši (73,0 cm).

Významnosť rozdielov medzi priemernými výškovými prírastkami potomstiev rôznych stromov v rámci materského porastu sa štatisticky potvrdila len na ploche v

Premenlivosť ⁴	SV	SŠO	Rozptyl ²	F - test
V ý š k a 3 1980				
Medzi potomstvami ⁴	11	454,695	41,336	2,522+
Medzi opakovaniami ⁵	2	15,795	7,898	0,482
Reziduálna ⁶	22	360,598	16,391	
Celkom ⁷	35	831,088		
V ý š k a 3 1983				
Medzi potomstvami ⁴	11	3195,563	290,506	1,720
Medzi opakovaniami ⁵	2	822,667	411,334	2,435
Reziduálna ⁶	22	3716,718	168,941	
Celkom ⁷	35	7734,948		
V ý š k o v ý prírastok za sledované obdobie ⁸				
Medzi potomstvami ⁴	11	2225,886	202,353	1,304
Medzi opakovaniami ⁵	2	633,442	316,721	2,040
Reziduálna ⁶	22	3415,158	155,234	
Celkom ⁷	35	6274,486		
H r ú b k o v ý prírastok za sledované obdobie ⁹				
Medzi potomstvami ⁴	11	77,968	7,088	1,305
Medzi opakovaniami ⁵	2	83,732	41,866	7,711++
Reziduálna ⁶	22	119,448	5,429	
Celkom ⁷	35	281,148		

Kritické hodnoty F pre potomstvá¹⁰ $F(0,05)=2,26$ $F(0,01)=3,18$

Kritické hodnoty F pre opakovania¹¹ $F(0,05)=3,44$ $F(0,01)=5,72$

Oravskom Podzámku. Na ostatných plochách výsledky F -testu nevykázali štatisticky významný rozdiel (tab. VI až X).

Zaujímavé sú výsledky hodnotenia rozdielov medzi priemernými výškami potomstiev jednotlivých materských stromov Tuckeyovým testom (potomstvá sú označené číslom stromu, z ktorého sa získalo semeno). Napríklad na ploche v Beňuši sa po vysadení najviac odlišovali potomstvá stromu 1,5 a 11, ktoré mali najväčšiu priemernú výšku, s veľkým náskokom pred ostatnými potomstvami. Tieto rozdiely sa pri hodnotení Tuckeyovým testom potvrdili štatisticky veľmi významne (tab. XI). Po piatich rokoch rastu na ploche neboli už rozdiely medzi priemernými výškami potomstiev rôznych materských stromov štatisticky významné (tab. VI). Priemerné výšky medzi potomstvami jednotlivých stromov sa počas rastu na ploche viac-menej vyrovnali, lebo potomstvá s menšou výškou pri vysádzaní (25, 34, 35, 36) mali teraz väčší priemerný výškový prírastok (potomstvo stromu 34 dosiahlo väčšiu výšku ako potomstvo stromu 5) - tab. I.

Aj na ploche v Čiernom Balogu sa významnosť rozdielov priemerných výšok medzi potomstvami jednotlivých stromov štatisticky potvrdila len po vyzdvihnutí zo škôlky, v čase vysádzania (tab. VII). Svojou najväčšou výškou sa od ostatných potomstiev odlišovalo potomstvo stromu 10, čo sa štatisticky potvrdilo pri hodnotení

Premenlivosť ⁴	SV	SŠO	Rozptyl ²	F - test
V ý š k a ³ 1980				
Medzi potomstvami ⁴	5	97,433	19,487	7,414++
Medzi opakovaniami ⁵	2	52,403	26,202	9,969++
Reziduálna ⁶	10	26,283	2,628	
Celkom ⁷	17	176,119		
V ý š k a ³ 1984				
Medzi potomstvami ⁴	5	1985,524	397,105	6,167++
Medzi opakovaniami ⁵	2	236,068	118,034	1,833
Reziduálna ⁶	10	643,879	64,388	
Celkom ⁷	17	2865,471		
V ý š k o v ý prírastok za sledované obdobie ⁸				
Medzi potomstvami ⁴	5	1404,651	280,930	4,453+
Medzi opakovaniami ⁵	2	69,308	34,654	0,549
Reziduálna ⁶	10	630,826	63,083	
Celkom ⁷	17	2104,784		
H r ú b k o v ý prírastok za sledované obdobie ⁹				
Medzi potomstvami ⁴	5	65,272	13,054	1,797
Medzi opakovaniami ⁵	2	70,583	35,287	4,858+
Reziduálna ⁶	10	72,640	7,264	
Celkom ⁷	17	208,485		

Kritické hodnoty F pre potomstvá¹⁰ $F(0,05)=3,33$ $F(0,01)=5,64$

Kritické hodnoty F pre opakovania¹¹ $F(0,05)=4,1$ $F(0,01)=7,56$

Tuckeyovým testom (tab. XII). Po trojročnom raste na ploche sa už výšky medzi potomstvami vyrovnali (potomstvo stromu 10 malo najmenší výškový prírastok zo všetkých sledovaných potomstiev) a výsledky analýzy variancie už nepotvrdili štatisticky významný rozdiel (tab. II, VII).

Na ploche v Liptovskom Hrádku bol v čase vysádzania potvrdený štatisticky významný výškový rozdiel (tab. XIII) len medzi potomstvami dvoch materských stromov (5 a 9). Podľa výsledkov analýzy variancie nebol po trojročnom raste na ploche už tento rozdiel štatisticky preukazný (tab. VIII).

Na ploche v Oravskom Podzámku sa v čase vysádzania štatisticky významne svojou najmenšou priemernou výškou odlišovali od ostatných potomstvá stromu 5 a 10. Po štvorročnom raste na ploche sa potomstvá týchto stromov svojou priemernou výškou štatisticky významne odlišovali už len od potomstva stromu 8, ktoré malo za sledované obdobie najväčší priemerný výškový prírastok a dosiahlo najväčšiu výšku zo všetkých sledovaných potomstiev (tab. IV, XIV).

Najzaujímavejšie výsledky testovania rozdielov medzi priemernými výškami potomstiev jednotlivých stromov sú na ploche v Brezne, kde sa hodnotili potomstvá najväčšieho počtu materských stromov. Po vyzdvihnutí zo škôlky výsledky testovania (tab. XV) potvrdili štatisticky veľmi významné rozdiely medzi priemernými výškami

Premenlivosť ⁴	SV	SŠO	Rozptyl ²	F - test
V ý š k a ³ 1980				
Medzi potomstvami ⁴	15	750,886	50,059	32,781++
Medzi opakovaniami ⁵	2	15,435	7,718	5,054+
Reziduálna ⁶	30	45,812	1,527	
Celkom ⁷	47	812,133		
V ý š k a ³ 1983				
Medzi potomstvami ⁴	15	2909,165	193,944	2,655+
Medzi opakovaniami ⁵	2	38,315	19,158	0,262
Reziduálna ⁶	30	2191,225	73,041	
Celkom ⁷	47	5138,715		
V ý š k o v ý prírastok za sledované obdobie ⁸				
Medzi potomstvami ⁴	15	1447,973	96,532	1,284
Medzi opakovaniami ⁵	2	8,510	4,255	0,057
Reziduálna ⁶	30	2225,163	75,172	
Celkom ⁷	47	3711,646		
H r ú b k o v ý prírastok za sledované obdobie ⁹				
Medzi potomstvami ⁴	15	124,066	8,271	2,000
Medzi opakovaniami ⁵	2	1,489	0,744	0,180
Reziduálna ⁶	30	124,058	4,135	
Celkom ⁷	47	249,613		

Kritické hodnoty F pre potomstvá¹⁰ $F(0,05)=2,04$ $F(0,01)=2,74$

Kritické hodnoty F pre opakovania¹¹ $F(0,05)=3,32$ $F(0,01)=5,39$

XI. - XVI. Výsledky testovania významnosti rozdielov priemerných výšok medzi potomstvami jednotlivých materských stromov - Results of the testing of the significance of the differences in mean heights between the progenies of particular parent trees

XI. Beňuš (1980)

Číslo stromu ¹	5	11	25	30	34	35	36
1	1,5	5,8	12,5++	13,8++	8,8++	10,2++	11,0++
5		3,5	11,0++	12,3++	7,3++	8,7++	9,5++
11			7,5++	8,8++	3,8	5,2	6,0+
25				1,3	3,7	2,3	1,5
30					5,0	3,6	2,8
34						1,4	2,2
35							0,8

- $R_8(0,05)=5,39$

$R_8(0,01)=6,69$

For Fig. XI. - XVI tree number¹

XII. Čiemy Balog (1980)

Číslo stromu ¹	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3,1	4,5	2,3	2,4	1,0	0,7	0,4	0,9	4,2
2		1,4	0,8	5,5	2,1	2,4	2,7	4,0	7,3+
3			2,2	7,0+	3,6	3,9	4,2	5,5	8,7+
4				4,8	1,4	1,7	2,0	3,3	6,5+
5					3,4	3,1	2,8	1,5	1,8
6						0,3	0,6	1,9	5,2
7							0,3	1,6	4,9
8								1,3	4,6
9									3,3

$R_{16}(0,05)=6,30$

$R_{16}(0,01)=7,66$

XIII. Liptovský Hrádok (1980)

Číslo stromu ¹	6	8	9	10	11	12	13	32	33	34	35
5	4,1	10,3	12,3+	4,7	0,7	6,9	7,2	4,8	10,0	6,7	8,5
6		6,2	8,2	0,6	3,4	2,7	3,1	0,7	5,8	2,6	4,3
8			2,0	5,6	9,5	3,4	3,1	5,5	0,3	3,6	1,8
9				7,6	11,6	5,5	5,1	7,5	2,4	5,6	3,9
10					3,9	2,2	2,5	0,1	5,3	2,0	3,8
11						6,1	6,5	4,1	9,2	5,9	7,7
12							0,4	2,0	3,1	0,2	1,6
13								2,4	2,7	0,5	1,2
32									5,1	1,9	3,6
33										3,3	1,5
34											1,8

$R_{12}(0,05)=11,92$

$R_{12}(0,01)=14,28$

XIV. Oravský Podzámok (1980)

Číslo stromu ¹	Výška ² 1980					Výška ² 1984				
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
5	4,5+	5,7+	5,3+	2,4	0,1	20,1	15,3	34,7++	14,1	10,0
6		1,2	0,8	2,1	4,4+		4,8	14,6	6,8	10,0
7			0,5	3,4	5,6+			19,4	1,2	5,3
8				2,9	5,1+				20,6	24,7+
9					2,2					4,1

$R_6(0,05)=4,42$

$R_6(0,01)=14,28$

$R_6(0,05)=22,0$

$R_6(0,01)=28,26$

height²

XV. Brezno (1980)

Číslo stromu ¹	6	10	13	16	18	19	21	25	28	30	31	33	34	35	36
5	5,3++	3,5	0,3	0,5	4,4++	3,7	8,3++	0,2	0,9	2,1	4,1+	8,7++	2,8	1,6	8,8++
6		1,8	5,5++	5,8++	0,9	1,6	13,6++	5,0++	6,2++	3,2	1,2	3,4	2,5	3,7	3,5
10			3,8+	4,0	0,9	0,2	11,8++	3,3	4,4++	1,4	0,6	5,2	0,7	1,9	5,3++
13				0,3	4,6++	4,0+	8,0++	0,5	0,7	2,4	4,3+	9,0++	3,0	1,8	9,1++
16					4,9++	4,2+	7,8++	0,8	0,5	2,6	4,6++	9,2++	3,3	2,1	9,3++
18						0,7	12,7++	4,1+	5,3++	2,3	0,3	4,3+	1,6	2,8	4,4++
19							12,0++	3,4	4,6++	1,6	0,4	5,0++	0,9	2,1	5,1++
21								8,5++	7,4++	10,4++	12,4++	17,0++	11,1++	9,9++	17,1++
25									1,2	1,9	3,8+	8,5++	2,5	1,3	8,6++
28										3,0	5,0++	9,6++	3,7	2,5	9,7++
30											2,0	6,6++	0,7	0,5	6,7++
31												4,6++	1,3	2,5	4,7++
33													5,9++	7,1++	0,1
34														1,2	6,0++
35															7,2++

 $R_{16}(0,05)=3,76$
 $R_{16}(0,01)=4,42$

XVI. Brezno (1983)

Číslo stromu ¹	6	10	13	16	18	19	21	25	28	30	31	33	34	35	36
5	13,4	7,5	11,4	4,1	1,8	0,3	16,7	2,4	7,6	3,1	6,6	11,6	3,2	6,0	3,8
6		20,9	24,9	17,5	11,7	13,2	30,2+	11,0	5,8	16,5	20,0	1,9	10,3	19,5	9,6
10			4,0	3,4	9,2	7,7	9,3	9,9	15,1	4,4	0,9	19,0	10,6	1,4	11,3
13				7,3	13,2	11,7	5,3	13,9	19,0	8,4	4,9	23,0	14,6	5,4	15,2
16					5,9	4,4	12,6	6,5	11,7	1,0	2,5	15,7	7,3	1,9	7,9
18						1,5	18,5	0,7	5,8	4,8	8,3	9,8	1,4	7,8	2,0
19							17,0	2,2	7,3	3,3	6,8	11,3	2,9	6,3	3,5
21								19,2	24,3	13,7	10,2	28,3+	19,9	10,7	20,5
25									5,2	5,5	9,0	9,1	0,7	8,5	1,4
28										10,2	14,0	4,0	4,4	13,6	3,8
30											3,5	14,6	6,2	3,0	6,9
31												18,1	9,7	0,5	10,4
33													8,4	1,76	7,8
34														9,2	0,6
35															9,8

R₁₆(0,05)=26,00R₁₆(0,01)=10,59

potomstiev jednotlivých stromov (5, 6, 18, 21, 28, 31, 33, 36). Najviac sa pri výsadbe od ostatných svojou najväčšou priemernou výškou odlišovali potomstvá stromov 33 a 36 a potomstvo stromu 21, ktoré malo najmenšiu priemernú výšku (väčšina sledovaných potomstiev mala viac ako dvojnásobnú priemernú výšku ako potomstvo tohto stromu). Po trojročnom raste na ploche sa rozdiely medzi priemernými výškami potomstiev jednotlivých stromov vyrovnali, štatisticky významný rozdiel sa potvrdil len u potomstva stromu 21. Potomstvo tohto stromu sa svojou výškou odlišovalo už len od potomstiev dvoch stromov (6 a 33), ktoré mali najväčšiu výšku zo všetkých hodnotených potomstiev (tab. XVI).

ZÁVER

Zhodnotením rastových znakov potomstiev smreka obyčajného z odseviv rôznych stromov jedného materského porastu po vyzdvihnutí zo škôlky a neskôr po 3 až 5-ročnom raste na plochách v semenných porastoch sme získali tieto výsledky:

1. Rozdiely medzi hrúbkovými prírastkami potomstiev jednotlivých stromov neboli ani na jednej ploche štatisticky preukazné.

2. Po vyzdvihnutí zo škôlky (pri vysádzaní) sa u štvorročných sadencov zistili štatisticky významné rozdiely medzi priemernými výškami potomstiev jednotlivých stromov na všetkých plochách.

3. Po 3 až 5-ročnom raste na plochách sa rozdiely medzi priemernými výškami potomstiev jednotlivých stromov väčšinou vyrovnali, lebo potomstvá s najväčším výškovým náskokom pri výsadbe, mali často najmenší priemerný výškový prírastok, a naopak. Rozdiely medzi priemernými výškami potomstiev jednotlivých stromov boli štatisticky preukazné len na dvoch z piatich plôch. Výsledky hodnotenia Tuckeyovým testom potvrdili na týchto plochách už len dva štatisticky významné rozdiely.

4. Významnosť rozdielov medzi priemernými výškovými prírastkami potomstiev rôznych stromov v rámci materského porastu sa štatisticky potvrdila len na jednej ploche.

Literatúra

- HOLUBČÍK, M. - KUKUČKOVÁ, D.: Heritabilita rastových znakov smreka obyčajného (*Picea abies* (L.) Karst.). Lesn. Čas., 29, 1983, č. 2, s. 97-108.
- HUMLOVÁ, M. - LEHOTSKÝ, L.: Príprava a zakladanie semenných porastov. [Záverečná správa.] Zvolen, Výskumný ústav lesného hospodárstva 1980. 104 s.
- HUMLOVÁ, M.: Zachovanie a využitie genofondu lesných drevín zakladaním semenných porastov. [Záverečná správa.] Zvolen, Výskumný ústav lesného hospodárstva 1985. 142 s.
- HUMLOVÁ, M.: Hodnotenie rastových znakov potomstiev rôznych materských stromov v semenných porastoch borovice sosny (*Pinus sylvestris* L.). Lesn. Čas., 34, 1988, č. 6, s. 481-495.
- KOČIOVÁ, M.: Prvé poznatky z premenlivosti rastu potomstiev populácií jedle bielej (*Abies alba* Mill.). Lesn. Čas., 22, 1976, č. 4, s. 345-360.

Došlo 11. 12. 1990

HUMLOVÁ M. (Research Station, Liptovský Hrádok): Evaluation of growth characters in the progeny of different parent trees in seed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (1) : 3-16.

In 1980, the first seed stands were planted in Slovakia to preserve and reproduce the most valuable autochthonous populations of the main forest species. In some seed stands of Norway spruce, areas were laid down where differences in the growth characters between progenies of particular trees were investigated during their growing in identical conditions of a nursery and later on, after they were planted on the open area. Areas with separated plantings of progenies were established in seed stands at Beňuš (900 m a.s.l.), Čierny Balog (970 m a.s.l.), Liptovský Hrádok (950 m a.s.l.), Oravský Podzámok (920 m a.s.l.) and Brezno (1200 m a.s.l.), replacing parent stands from which the seed was obtained. Plants grown from the seed of one parent tree (bearing the number of the tree from which the seed was obtained) were set on 5 x 5 m plots, 12 plants on each in multiple replications. The growth characters were evaluated for the first time in four years old plants when they were lifted from the nursery and replanted to the open areas, and then 3 to 5 years later when they were cultivated on these areas. The characters evaluated were diameter in the root neck, height, diameter and height increments over the period of observation. The significance of differences in height and diameter growth between the progenies within the parent stand was tested by means of analysis of variance, the significance of differences between the progenies of particular trees by Tuckey's test. The average values of the growth characters of progenies of particular parent trees on the target areas are given in Tabs. I to V. The differences in the mean diameter increments of the progenies of particular trees within the parent stand were not statistically significant on any area (Tabs. VI to X). At the time of replanting, there were statistically significant differences in the mean heights of the progenies of parent stand trees on all target areas (Tabs. VI - X). When the plants were grown three to five years on these areas, the significance of differences in the mean heights between the progenies of different trees was proved statistically on only two areas (Tabs. IX, X). On the remaining areas the differences in the heights of the progenies of different trees were not statistically significant any more (Tabs. VI - VIII). As the plants were growing on the target areas, the mean heights of the progenies of particular trees became more or less equable because the progenies with the greatest height advantage often had the smallest height increment and vice versa. For example on the area at Beňuš, the replanted progenies of trees 1, 5 and 11 that had the greatest mean height, were much more advanced if compared with the other progenies. These differences were statistically highly significant as indicated by Tuckey's test (Tab. XI). Five years later, the differences in the mean heights of the progenies of different parent trees grown on the target area were not statistically significant any more (Tab. VI). The mean heights of the progenies of particular trees became more or less equable because the progenies with the smaller height at the time of planting (25, 34, 35, 36) had greater mean height increments when grown on the areas (the progeny of tree 34 had the greater height than the progeny of tree 5) - Tab. I. On the area at Č. Balog, the significance of differences in the mean heights of the progenies of particular trees was statistically significant only at the time when the plants were lifted from the nursery, at the time of their replanting (Tab. VII). The progeny of tree 10 due to its greatest height was somewhat different from the other progenies; this was statistically confirmed by Tuckey's test (Tab. XII). Three years later, when the progenies were growing on the target area, the heights of the progenies became equable (the progeny of tree 10 had the least height increment of all the progenies) and the results of the analysis of variance did not confirm any statistically significant difference (Tab. II, VII). The results of testing the differences in the mean heights of the progenies of particular trees are most interesting on the area at Brezno, where the progenies of the greatest number of parent trees were evaluated. In the plants lifted from the nursery, the results of testing (Tab. XIV) confirmed the statistically highly significant differences in the mean heights of the progenies of particular trees (5, 6, 18, 21, 28, 31, 33, 36). When the plants were replanted, the progenies of trees 33 and 36 having the greatest mean height, and the progenies of tree 21 having the smallest mean height (most of the investigated progenies had more than twofold mean heights than the progeny of the latter tree) were most different from the other ones. Three years later when the plants were grown on the target area, the differences in the mean heights of the progenies of particular trees became equable, a statistically significant difference was proved only in the progeny of tree 21. The progeny of this tree was different as to its height only from the progenies of two trees (6 and 33) which had the greatest height of all progenies evaluated (Tab. XVI). The significance of differences in the height increments of the progenies of particular trees within the parent stand was confirmed statistically only on the area at Or. Podzámok. The results of F-test did not show any statistically significant differences on the other areas (Tabs. VI to X).

Norway spruce; seed stand; progeny; growth characters

Adresa autorky:

Ing. Marianna Humlová, CSc., Výskumná stanica VÚLHM, 033 01 Liptovský Hrádok

ZMĚNY FYTOHORMONÁLNÍHO OBSAHU V SEMENECH SMRKU (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) VE VZTAHU K JEJICH STÁŘÍ

J. Králík, J. Šebánek, Š. Klíčová, B. Láníčková, H. Vítková, V. Psota, B. Rittich

KRÁLÍK a kol. (Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Brno; Ústav botaniky a fyziologie rostlin VŠZ, Brno): *Změny fytohormonálního obsahu v semenech smrku (Picea abies (L.) Karst.) ve vztahu k jejich stáří*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (1): 17-22.

S dobou skladování semen smrku (*Picea abies* (L.) Karst.) klesá jejich klíčivost a energie klíčení. Byl stanovován fytohormonální obsah v semenech smrku skladovaných po sklizni tři měsíce nebo sedm let (tj. 84 měsíců). Bylo zjištěno, že u 7 let skladovaných semen klesá obsah endogenních giberelinů (GA) a auxinů (IAA) a stoupá obsah endogenní kyseliny abscisové (ABA). Naproti tomu v případě endogenních cytokininů nebyly zaznamenány průkazné rozdíly.

smrk (*Picea abies* (L.) Karst.); stáří semen; obsah fytohormonů; gibereliny; kyselina abscisová; auxin; cytokiny

Obsah fytohormonů v semenech může být významným kritériem jejich vitality. Již delší dobu je známo, že se stářím semen klesá jejich klíčivost a současně hladina auxinu v nich (D o s t á l, 1940; K u t i n a, 1988). Proto již v počátcích snah o hormonizaci osiva bylo zdůrazňováno, že stimulace auxinem může být úspěšná zejména u semen starších. Ozáření 8 let starých semen smrku s klíčivostí sníženou na 23 % laserovým zářením 9 mW 1.10^{-1} m.sec⁻¹ v kombinaci s infrazářením průkazně zvýšilo jejich klíčivost na 38 % a energii klíčení (Š e b á n e k a kol., 1989). Také laserové ozáření semen i jiných druhů rostlin rovněž zvyšuje jejich energii klíčení a počáteční růst klíčících rostlin. Platí to například pro hrách (*Pisum sativum* L.) a slunečnici (*Helianthus annuus* L.). U hrachu byl prokázán po laserovém ozáření semen zvýšený obsah giberelinů v klíčcích (Š e b á n e k a kol., 1986) a zvýšený obsah auxinu (Š e b á n e k a kol., 1989). Je tedy možné, že i u smrku je stimulační vliv laserového ozáření starých semen na jejich klíčivost a růst klíčících rostlin spojen se zvýšeným obsahem fytohormonů. Porovnali jsme proto fytohormonální obsah v semenech smrku skladovaných 7 let po sklizni s obsahem zjištěným v semenech v roce jejich sklizně (po tříměsíčním skladování).

MATERIÁL A METODY

Ke stanovení endogenních růstových regulátorů bylo použito semen smrku obecného (*Picea abies* (L.) Karsten). Semena byla dodána Východočeskými státními lesy Hradec Králové, závod Týniště nad Orlicí.

A. Sklizeň 1981, pořadové číslo oddílu 124/81, číslo uznaného porostu (evidenční číslo IIB-SM-146-II-SY) poleší Políčka - Bystré, čistota 97 %, klíčivost 30/61 %.

B. Sklizeň 1988, pořadové číslo oddílu 29/89, číslo uznaného porostu (evidenční číslo B-SM-20-22-7-TY) lesní správa Špindlerův mlýn, čistota 91,8 %, klíčivost 95 %.

Semena byla skladována obvyklým způsobem v podmínkách semenářského závodu v chladicích boxech. Pokus byl založen 22.3.1988.

Vzorky semen, s minimální navázkou 25 g nebo 30 g, byly rozdrceny v mixeru za účelem získání extraktu pro stanovení hladiny endogenních auxinů, giberelinů, cytokininů a kyseliny abscisové.

Pro stanovení endogenní giberelové aktivity byly vzorky po vyčištění a po použití tenkovrstevné chromatografie připraveny pro biologickou testaci. Bylo použito testu na klíčících rostlinách salátu (*Lactuca sativa* cv. Pražan) (Frankland a Wareing, 1961; Hradilík, 1977). Test je založen na poznatku,

že s rostoucí koncentrací giberelinu dochází k prodlužování hypokotylu salátu. Podrobně popisuje stanovení giberelové aktivity např. T a n (1980).

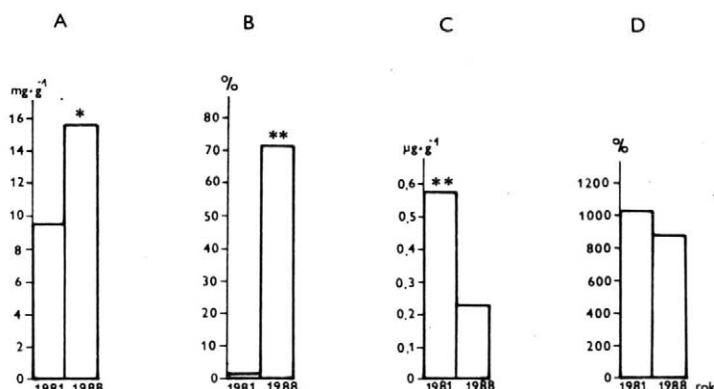
Obsah kyseliny β -indolyloctové (IAA) byl stanoven fluorimetricky pyronovou metodou (K n e g t a B r u i n s m a, 1973; M o u s d a l e a k o l., 1978). Fluorimetrické stanovení je založeno na reakci IAA s anhydridem kyseliny octové v přítomnosti kyseliny chloristé jako katalyzátoru, při které se tvoří tricyklický fluorescenční derivát 2-methylindolyl- α -pyronu. Vzorky byly měřeny na spektrofluoritosometru RF-540 (Shimadzu, Japonsko). Množství IAA bylo vypočítáno z kalibrační křivky. Každé měření bylo 5x opakováno a zpracováno statisticky.

Vzorky pro stanovení endogenní cytokininové aktivity byly po homogenizaci, čištění a po použití iontové výměnné a tenkovrstvé chromatografie připraveny pro biologickou testaci. K biologickému testování bylo použito *Amaranthus* - betacyaninového testu (K ö h l e r a C o n r a d, 1966; B i d d i n g t o n a T h o m a s, 1973). Tato metoda je založena na poznatku, že v hypokotylech některých druhů rodu *Amaranthus* se na světle tvoří červený pigment β -cyanin. Ve tmě se syntéza neuskutečňuje, ale je ji možno indukovat cytokininy. Intenzita zabarvení byla měřena fotokolorimetrem SPEKOL 32-G-315 (Carl Zeiss, NDR). Podrobně popisuje stanovení cytokininové aktivity T a n (1980).

Pro stanovení kyseliny abscisové (ABA) byl rozetřený a zhomogenizovaný vzorek (1,0 g) extrahován 30 ml směsí methanol - voda (4:1) při 4° C po dobu 24 hodin. Poté byl přefiltrován přes filtrační papír a zbytek na filtru promyt 10 ml extrakční směsí. Extrakt byl na rotačním vakuovém odpařovačku odpařen do vodné fáze. pH vodné fáze bylo poté nastaveno 1M KOH na hodnotu pH=12, při které probíhala hydrolyza při laboratorní teplotě po dobu 1 hodiny. Hydrolyzát byl oksylen kyselinou fosforečnou na pH=2,8 a extrahován 3 x 10 ml dichlormethanu (G u i n n a k o l., 1986; G u i n n, 1988). K extraktu byl přidán 1 ml H₂O a extrakt odpařen na vakuovém rotačním odpařovačku do vodné fáze. Zbytek byl zředěn 5 ml 0,001 M HCl a přečištěn na plastové koloně SILICA - cart naplněné Separonem - C₁₈ (TESSEK Praha). K eluci kyseliny abscisové byla použita směs methanol - voda (4:1) (R i t t i c h a k o l., 1989).

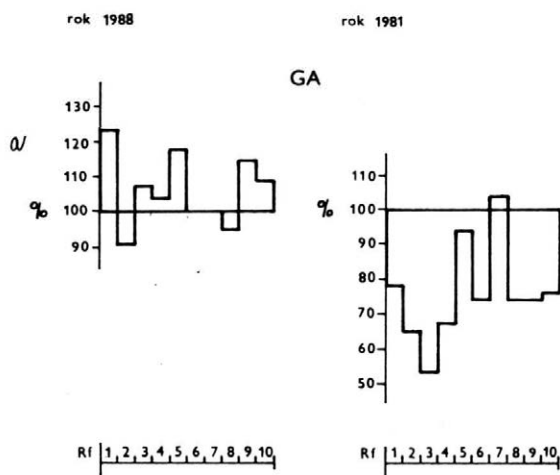
Vlastní stanovení bylo prováděno na kapalinovém chromatografu, který se sestával z vysokotlakého mikročerpádky VCM 300 (VD ČSAV Praha), UV detektoru s proměnlivou vlnovou délkou UV detektor 308 (Labor MIM Budapest) a zapisovače OH 814/1 (Radelkis Budapest). Vzorky byly dávkovány smyčkovým dávkovačem Rheodyne 7125 (Rheodyne Cotati) v objemu 10. K chromatografickému dělení byla použita

obr. 1

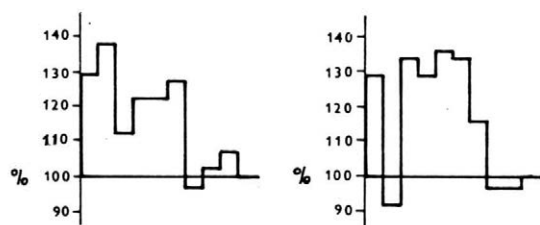


1. Grafické znázornění statistické průkaznosti stanovení obsahu endogenních fytohormonů v semenech smrku obecného (*Picea abies*) čerstvě sklizených (1988) a 7 let skladovaných (1981). A - auxiny (IAA), B - gibereliny (GA), C - kyselina abscisová (ABA), D - cytokininy. Osa x: doba sklizně. Osa y: A - množství mg v gramu vzorku semen; B, D - procento stimulaci vztahené ke kontrole; C - množství µg v gramu vzorku semen. ++ vysoce průkazné rozdíly proti kontrole, + průkazné rozdíly proti kontrole, 0 neprůkazné rozdíly proti kontrole - Graphic presentation of statistical significance of determination of endogenous phytohormonal level in fresh-harvested (1988) and 7-year-stored (1981) Norway spruce (*Picea abies*) seeds. A - auxins (IAA), B - gibberellins (GA), C - abscisic acid (ABA), D - cytokinins. Abscissa: harvesting time. Ordinate: A - mg amount in one gram of seed sample; B, D - percentage of stimulations related to control; C - µg amount in one gram of seed sample. ++ highly significant differences in comparison with control, + significant differences in comparison with control, 0 insignificant differences in comparison with control

2a. Reprezentativní diagram stanovení endogenních giberelinů v semenech smrku obecného (*Picea abies*) čerstvě sklizených A (1988) a 7 let skladovaných B (1981). Osa x: Rf. Osa y: procento stimulací vztažené ke kontrole - Representative diagram of determination of endogenous gibberellins in A fresh-harvested (1988) and B 7-year-stored (1981) Norway spruce (*Picea abies*) seeds. Abscissa: Rf. Ordinate: percentage of stimulations related to control



2b. Reprezentativní diagram stanovení endogenních cytokininů v semenech smrku obecného (*Picea abies*) čerstvě sklizených A (1988) a 7 let skladovaných B (1981). Osa x: Rf. Osa y: procento stimulací vztažené ke kontrole - Representative diagram of determination of endogenous cytokinins in A fresh-harvested (1988) and B 7-year-stored (1981) Norway spruce (*Picea abies*) seeds. Abscissa: Rf. Ordinate: percentage of stimulations related to control



kolona skleněná Cbc (150 x 3,3 mm) s náplní

Separon Sbx -C₁₈ (5 m) - TESSEK Praha, mobilní fáze methanol - voda (4:6) o pH=2,5; průtok mobilní fáze byl 0,5 ml.min⁻¹. Detekce byla prováděna při 269 nm (R i t t i c h a kol., 1989). Výsledky analýz v pěti opakováních byly graficky znázorněny a statisticky vyhodnoceny.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Porovnání výsledků fytohormonálního obsahu semen smrku skladovaných 84 měsíců nebo 3 měsíce je zřejmé z obr. 1; 2 a,b.

Obr. 1A ukazuje, že obsah IAA se stářím semen klesá. Tento údaj je ve shodě s výsledky známými již z dřívější doby u některých druhů polních plodin (D o s t á l, 1940). Vzhledem k tomu, že auxin projevuje zpravidla synergický vztah ke giberelinům (Š e b á n e k, 1963), nepřekvapuje, že obsah giberelinů je vyšší u čerstvě sklizených semen (obr. 1B; obr. 2a). Obsah ABA naopak stoupá s délkou skladování sklizených semen (obr. 1 C). To souhlasí i se skutečností, že ABA se v řadě morfologických a fyziologických projevů jeví jako antagonist GA (Š e b á n e k a kol., 1983). Exogenní ABA proto v řadě případů inhibuje a exogenní GA stimuluje klíčení semen (R y p á k a K a m e n i c k á, 1986). Naproti tomu v případě endogenních cytokininů nebyly získány žádné statisticky průkazné rozdíly ve vztahu k době skladování sklizených semen (obr. 1 D; obr. 2 b).

Z těchto výsledků je zřejmé, že zvýšení klíčivosti, po případě vzházivosti

semen smrku delší dobu po sklizni skladovaných by bylo možno dosáhnout zbobtnáním těchto semen v roztocích těch fytohormonů, jejichž endogenní obsah s dobou skladování klesá (IAA, GA). Experimenty v tomto směru zaměřené budou předmětem našeho dalšího výzkumu.

ZÁVĚR

Stanovení endogenních růstových regulátorů v semenech smrku (*Picea abies* (L.) Karst.) po různou dobu skladovaných (3 a 84 měsíců) prokázalo jejich rozdílné hladiny. U semen skladovaných 3 měsíce byla zjištěna vyšší hladina endogenních giberelinů (GA) a auxinů (IAA), ale nižší hladina kyseliny abscisové (ABA) než v semenech skladovaných 84 měsíců. V případě endogenních cytokininů nebyly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly.

Literatura

- BIDDINGTON, N.L. - THOMAS, T.H.: A modified *Amaranthus* beta-cyanin bioassay for the rapid determination of cytokinins in plant extracts. *Planta*, 111, 1973, s. 183-186.
- DOSTÁL, R.: Rostlinné hormony a jejich praktické využití v zemědělství. Praha, ČAZ 1940.
- FRANKLAND, B. - WAREING, P.F.: Effect of gibberellic acid on hypocotyl growth of lettuce seedlings. *Nature*, 185, 1961, s. 255-256.
- GUINN, G. - BRUMMETT, D.L. - BEIER, R.C.: Purification and measurement of abscisic acid and indoleacetic acid by high performance liquid chromatography. *Plant Physiol.*, 81, 1986, s. 997-1002.
- GUINN, G.: soukromé sdělení, 1988.
- HRADILÍK, J.: Effect of exogenous gibberellic acid on the elongation of hypocotyls of some cultivars of *Lactuca sativa*. In Czech. *Acta Univ. agr. (Brno)*, 25, 1977, s. 3-9.
- KNEGT, E. - BRUINSMA, J.: A rapid, sensitive and accurate determination of indolyl-3-acetic acid. *Phytochemistry*, 12, 1973, s. 753-756.
- KÖHLER, K.H. - CONRAD, K.: Zur Spezifität des *Amaranthus*-Zytokinin Test. *Biol. Rundschau*, 4, 1966, s. 36-37.
- KUTINA, J.: Regulátory růstu a jejich využití v zemědělství a zahradnictví. Praha, SZN 1988.
- MOUSDALE, D.M.A. - BUTCHER, D.N. - POWELL, R.G.: Spectrophotofluorimetric methods of determining indole-3-acetic acid. In: *Isolation of plant growth substances*, s. 27-39, Hollman, J.R., London 1978.
- RITTICH, B. - HRIB, J. - LÁNIČKOVÁ, B.: Determinations of abscisic acid in plant tissue by RP-HPLC. *J. Chromatogr.* In preparation.
- RYPÁK M. - KAMENICKÁ A.: Rastové regulátory odpočinok a klíčení semen drevín. *Acta Dendrobiol.*, 86, 1986, s. 1 - 148.
- ŠEBÁNEK, J.: O vztahu giberelinu a auxinu se zřetelem využití giberelinu v rostlinné výrobě. *Sbor. Vys. šk. zeměd. Brno*, A-2, 1963, s. 161-181.
- ŠEBÁNEK, J. - SLADKÝ, Z. - PROCHÁZKA, S.: Experimentální morfologie rostlin. Praha, Academia 1983.
- ŠEBÁNEK, J. - PUTNOVÁ, A. - VANČURA, J.: Laser-induced changes in correlation and level of endogenous gibberellins in pea (*Pisum sativum*). *Acta Univ. agric. (Brno)*, č. 4, 1986, s. 23-27.
- ŠEBÁNEK, J. - KRÁLÍK, J. - HUDEOVÁ, M. - KLÍČOVÁ, Š. et al.: Growth and hormonal effects of laser on germination and rhizogenesis in plants. *Acta Sc. Nar. Brno* 23, č. 9, 1989, s. 1-49.
- TAN, H.M.: Příspěvek ke studiu celistvosti klíčících rostlin lnu (*Linum usitatissimum*) a hrachu (*Pisum sativum*) ve vztahu k růstovým regulátorům. [Kandidátská dizertace.] Brno 1980 - Vysoká škola zemědělská.

Došlo 24. 5. 1990

KRÁLÍK, J. - ŠEBÁNEK, J. - KLÍČOVÁ, Š. - LÁNIČKOVÁ, B. - VÍTKOVÁ, H. - PSOTA, V. - RITTICH, B. (Institute of Systematic and Ecological Biology of the Czechoslovak Academy of Sciences Brno - University of Agriculture Brno): *Changes in phytohormonal level in spruce (Picea abies (L.) Karst.) seeds as related to their age*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (1): 17-22.

It is a known fact that the germinating capacity and the germinative energy of seeds of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) decrease with the time of their storage. The level of phytohormones in the seeds could be an important criterion of this decreased vitality. Since the times of the first experiments aimed at the stimulation of germination of seeds using auxin (β - indolylacetic acid - IAA) it has been known (Dostál, 1940) that this stimulation might be successful especially in older seeds where a decrease in the level of natural auxin had probably occurred. This germinating capacity could be increased in spruce seeds where it had decreased during 8 years of storage, by irradiation of the seeds with laser rays. In a similar way, irradiation of pea seeds could help increase the level of auxins in germs grown out from the irradiated seeds (Šebánek et al., 1989). The aim of the present study was to find out how the level of auxins and of other phytohormones in spruce seeds changes during storage. The level of phytohormones in spruce seeds stored for 3 months after harvesting (the harvest of 1988) and 84 months after harvesting (the harvest of 1981) was determined. The auxins were determined on the basis of the level of IAA using the fluorimetric pyrene method (Knecht and Bruinsma, 1973; Mousdale et al., 1978). Thin-layer chromatography and a following bioassay (Frankland and Wareing, 1961; Köhler and Conrad, 1966; Bidington and Thomas, 1973) were used for determinations of the gibberellin and cytokinin activities. The liquid chromatography was used for the determination of abscisic acid (ABA) (Gunn et al., 1986). Fig. 1A shows that the level of IAA decreases with increasing age. This datum is in accordance with the results known earlier from some field crops (Dostál, 1940). Due to the fact that the relationship of auxin to gibberellins is usually synergetic (Šebánek, 1963), it is no surprise that the level of gibberellins is higher in the newly harvested seeds than in seeds stored for a longer time (Fig. 1B, Fig. 2a). On the other hand, the level of abscisic acid (ABA) increases with the length of storage of the seeds (Fig. 1C). This is in accordance with the fact that ABA appears as an antagonist to gibberellins in many morphological and physiological manifestations (Šebánek et al., 1983). Hence, exogenous ABA in many cases inhibits and exogenous gibberellin stimulates the germination of seeds (Rypák and Kamenická, 1986). In spite of the fact that cytokinins frequently appear positively in the increase of the vitality of plants, no statistically significant differences in endogenous cytokinins were found in relation to the time of storage of harvested spruce seeds (Fig. 1D, Fig. 2b). It is evident from the results that an increased germinating capacity, and/or emergence rate, of spruce seeds stored for a longer time after harvesting could be achieved by swelling these seeds in solutions of those phytohormones whose endogenous level decreases with the time of storage (IAA and gibberellins). Experiments aimed in this direction will be the object of further research activities.

Norway spruce (*Picea abies*); age of seeds; phytohormonal level

Adresy autorů:

Ing. Jan Králík, RNDr. Blanka Láničková, ing. Bohuslav Rittich, CSc., ing. Vladislav Psota, CSc., Ústav systematické a ekologické biologie ČSAV, Poříčí 3b, 603 00 Brno, prof. dr. ing. Jiří Šebánek, DrSc., ing. Šárka Klíčová, CSc., Helena Vítková, Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

**Upozorňujeme čtenáře a zájemce
o odbornou zemědělskou literaturu,**

že Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
ve spolupráci se Zemědělským nakladatelstvím Brázda vydává:

**NAUČNÝ SLOVNÍK ZEMĚDĚLSKÝ
13. díl (písmeno Z)**

Publikace je posledním dílem zemědělské encyklopedie, vyjde
v rozsahu asi 700 stran, předpokládaná cena je 190 Kčs.

*Vzhledem k tomu, že stálým odběratelům nebude poslední díl
slovníku avizován, je třeba zajistit si nové objednávky na adrese:*

**Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
oddělení Naučného slovníku a terminologie
Slezská 7
120 56 Praha 2**

ZHODNOTENIE MIKROBIOCÍDNEJ AKTIVITY VYBRANÝCH DRUHOV LESNÝCH DREVÍN

S. Novák, J. Bortel, E. Bútora

NOVÁK, S. - BORTEL, J. - BÚTORA, E. (Štátny veterinárny ústav Zvolen; Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen): *Zhodnotenie mikrobiocídnej aktivity vybraných druhov lesných drevín*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (1) : 23-34.

V spolupráci s katedrou krajinárstva a ochrany lesov Vysokej školy lesníckej a drevárskej bola riešená problematika hodnotenia mikrobiocídnej aktivity vybraných druhov lesných drevín. Cieľom práce bolo čiastočne zhodnotiť mikrobiocídnu aktivitu vybraných druhov lesných drevín vo vzťahu k mikroorganizmu *Escherichia coli*. Mikrobiocídna aktivita je hodnotená podľa aspektu: jamý aspekt, letný aspekt, jesenný aspekt a zimný aspekt. Zároveň bolo prevádzané hodnotenie pre 1., 3. a 5. vekovú skupinu. Zisťovanie mikrobiocídnej aktivity bolo prevádzané extraktnou metódou. Zo zistených výsledkov vyplýva, že súbor vybraných ihličnatých drevín: smrek obyčajný (*Picea excelsa* Lin.), jedľa biela (*Abies alba* Mill.), borovica sosna (*Pinus sylvestris* L.), smrekovec opadavý (*Larix decidua* Mill.) prejavuje rozdielnú mikrobiocídnu aktivitu v jednotlivých obdobiach. Tieto poznatky je možné uplatniť v praxi, najmä pri tvorbe vegetácie v urbanizovaných oblastiach.

fytoncidy; mikrobiocídna aktivita; inhibícia; extrakcia

Súčasný vedeckotechnický potenciál, stav vedeckotechnickej základne, životné nároky obyvateľov atď., vyvolávajú neustály tlak na krajinu. V širšom spoločenskom dôsledku tento fakt predstavuje rast technických, ekonomických, demografických a sociálnych javov a územných podmienok.

Pri súčasnom tempe urbanizácie a prilive techniky do každej ľudskej činnosti ubúdajú prírodné prvky, alebo sa zásadne menia. Tieto tendencie vyvolávajú potrebu udržať, prípadne zlepšiť prírodné prostredie, t.j. orientovať každú činnosť, aby prebiehala racionálne pri zachovaní kvalít prírodného prostredia v takej miere, keď ešte prostredie, ohrozené ľudskými činnosťami, je schopné samoregulácie a priaznivého vývoja.

Použitie zelene ako účinného hygienického prostriedku využívame všade tam, kde treba vytvárať stabilné, z hľadiska životných podmienok bezchybné prostredie. Zelen je významným a nenahraditeľným prvkom nielen vo voľnej krajine, ale najmä v intenzívne urbanizovanom prostredí, kde je biologická aktivita prírodných prvkov narušená. Jej kladný vplyv sa využíva pri zlepšovaní kvality vody, vzduchu, pôdy, na zvyšovanie akustickej pohody, zlepšenie entomologických pomerov, radiácie a insolácie a pod.

Pri výskume hygienických vlastností drevín sú za najdôležitejšie považované záchytné vlastnosti, predovšetkým zachycovanie mikrobiálnej flóry. Tu sa uplatňuje jednak sedimentácia mikroorganizmov, jednak inhibičná činnosť špecifických prchavých látok produkovaných rastlinami - fytoncidov. Schopnosť produkovať ekologicky účinné (aktívne) látky predstavuje v evolučnom procese vytvorené imunologické vlastnosti rastlín. To však neznamená, že tieto látky majú len obranný význam.

Vzhľadom k tomu, že fytoncidy sú produktom metabolizmu rastlín, niektorí autori zistili, že fytoncidnou aktivitou disponujú všetky rastliny. Nemusi však platiť, že všetky rastliny budú tieto látky produkovať vo forme prchavých frakcií, ale všetky rastliny sa vyznačujú fytoncidnými vlastnosťami protoplazmy buniek. Každá živá

rastlinná bunka už v dôsledku toho, že žije, sa samotná javí ako "fytoncíd", t.j. má antimikróbne vlastnosti (T o k i n , 1948).

Chemické zloženie ekologicky aktívnych metabolitov rastlín je veľmi rozmanité. Pri rôznych druhoch rastlín je fytoncídna aktivita podmienená rozličnými zlúčeninami, éterickými olejmi, glykozidmi, uhľovodíkmi, terpénmi atď. Kvantitatívne sú však najviac zastúpené nízkomolekulárne látky (uhľovodíky, alkoholy, aldehydy, kyseliny a pod.), často zostavené z hemiterpénových jednotiek (S a n a d z e a D o l i d z e , 1960).

Z ekologického hľadiska je však najvýznamnejšia ľahká ionizácia týchto látok. Význam ionizácie vzduchu týmito látkami stúpa aj tým, že tento jav nastáva aj pri veľmi nízkych koncentráciách látok. Koncentrácia prchavých metabolitov rastlín v atmosfére sa značne líši aj v závislosti od druhu porastu. Aj keď tieto látky uvoľňujú rôzne druhy rastlín, z kvantitatívneho hľadiska má najväčší význam ich produkcia lesnými drevinami (R u b i n a A r c h i c h o v s k a j a , 1975).

Biosyntéza fytoncídnych látok u lesných drevín a proces ich uvoľňovania probieha odlišne pri listnatých a pri ihličnatých drevinách. Zatiaľ čo pri ihličnatých drevinách sa prchavé látky uvoľňujú do ovzdušia v podstate fyzikálnou cestou v závislosti na teplote vzduchu, uvoľňovanie prchavých látok u listnatých drevín je aktívne metabolickým procesom závislým na svetle (S a n a d z e , 1960).

Prchavé metabolity rastlín pôsobia aj na rôzne živé organizmy. Najväčšia pozornosť bola venovaná už spomínanému antimikrobiálnemu účinku. Niektoré druhy vyšších rastlín aj v neporušenom stave vylučujú do okolia veľké množstvo fytoncídnych látok. Iné druhy (napr. čremcha), ktorých pletivá sa v rozdrvenom stave, alebo pri poranení vyznačujú vysokou fytoncídnu aktivitou, v neporušenom stave túto aktivitu strácajú. Avšak v prírodných podmienkach neexistujú absolútne nepoškodené a neporanené rastliny, nakoľko sú tieto vystavené rôznym abiotickým a biotickým činiteľom (vietor, sneh, dážď, hmyz a pod.), (B r y n c e v , 1954).

Zistilo sa, že 1 ha ihličnatého lesa denne vylúčil až 6 kg a listnatého 2 kg fytoncídnych látok, pričom ich koncentrácia sa pohybuje v lese okolo 15 - 20 mg na m³ vzduchu. T o k i n (1974) a J a n o v i č o v á (1962) previedli štúdiu kvantitatívneho zloženia mikroflóry vzduchu v podmienkach rôznych rastlinných spoločenstiev a dospeli k záveru, že bez ohľadu na geografické pomery sa javí prakticky ako sterilný vzduch v porastoch borovice sosny (*Pinus sylvestris*, L.) a borovice limby (*Pinus cembra*, L.).

Ak vychádzame z predpokladu, že fytoncidy, rovnako ako všetky ostatné látky v rastline, sú produktom metabolizmu rastliny, potom bude ich tvorba závislá na rade ekologických činiteľov, ktoré súhrnne nazývame podmienkami stanovišťa, ako aj na fyziologických procesoch a vývoji rastlín. Fytoncídne látky sú v podstate následné produkty fotosyntézy vyšších rastlín, čiže sú priamo závislé od ich fotosyntetickej aktivity a od veľkosti asimilačnej plochy. Z tohto hľadiska možno za najaktívnejšie považovať dreviny, obzvlášť ihličnaté, ktoré sa vyznačujú veľkou plochou asimilačných orgánov. Jednotliví autori zistili, že denná krivka fytoncídnej aktivity má maximum v poľudňajších hodinách. Sledovaním dynamiky fytoncídnej aktivity v priebehu vegetačného obdobia sa zistilo maximum aktivity v letnom období, ktoré pretrvalo aj do jesene. Vzhľadom na to, že prchavé látky vylučované jedným druhom rastlín majú selektívne účinky na mikroflóru, bude potrebné vytvárať porasty s pestrým

druhovým zložením, vekové a druhové diferencovanie, ktoré sa budú približovať prirodzeným spoločenstvám, kde sa jednotlivé druhy navzájom dopĺňajú a regulujú a v ktorých sa pozorovali optimálne fytoncidne vlastnosti všetkých rastlín (Petřík, 1977).

MATERIÁL A METÓDY

Cieľ práce vyplýva z rozboru problematiky antimikróbnej účinnosti látok vylučovaných vybranými druhmi ihličnatých drevín - smrek, jedľa, borovica, smrekovec, a to:

- vo vzťahu k testovaciemu mikroorganizmu *Escherichia coli*;
- počas všetkých ročných období - jarný, letný, jesenný a zimný aspekt;
- pri použití novej metódy, ktorá umožňuje zachytiť účinok nielen prchavých, ale aj neprchavých frakcií fytoncidných látok. Tým sa dosiahne komplexnejší pohľad na fytoncidnú aktivitu drevín, nakoľko v prírodnom prostredí sa na kvantitatívnych a kvalitatívnych zmenách v zložení mikroflóry podieľajú obidve frakcie fytoncidov;
- pre 1., 3. a 5. vekovú triedu.

Najprv bolo potrebné vytípať vhodný druh dielcov, v ktorých sa nachádzajú hodnotené dreviny.

Tento predbežný výber bol robený na základe údajov v porastovej mape v mierke 1 : 10 000.

Fytoncidná aktivita sa hodnotila pri týchto ihličnatých drevinách:

- | | |
|----------------------|----------------------------------|
| 1. Smrek obyčajný | <i>Picea excelsa</i> L. (sm) |
| 2. Jedľa biela | <i>Abies alba</i> Mill. (jd) |
| 3. Borovica sosna | <i>Pinus sylvestris</i> (bo) |
| 4. Smrekovec opadavý | <i>Larix decidua</i> Mill. (smc) |

Termíny odberu koncových častí vetvičiek zo sledovaných drevín boli stanovené nasledovne:

- | | |
|------------------|-------------|
| - jarný aspekt | 8. apríl |
| - letný aspekt | 25. jún |
| - jesenný aspekt | 11. október |
| - zimný aspekt | 7. január |

Pri sérii prípravných pokusov, pri ktorých sa hľadala vhodná metóda, testovací mikrób, ako aj jeho riedenie, sa ako pracovná metóda, ktorú by sme z hľadiska rozdelenia metód zisťovania fytoncidnej aktivity podľa Martinea (1958) mohli zaradiť k metódam difúznym. Podstatou týchto metód je, že skúmané látky (fytoncidy) difundujú priamo do prostredia, v ktorom sa nachádzajú mikróby (v našom prípade do suspenzie baktérie *Escherichia coli* pri riedení 10^{-5}). Týmto spôsobom sú zachytené účinky nielen prchavých, ale aj neprchavých látok, ktoré sa môžu vytvárať pri rozrušení rastlinných pletív v dôsledku narušenia normálneho priebehu fermentačných procesov hydrolýzy.

PRACOVNÝ POSTUP DIFÚZNEJ METÓDY

Z vetvičiek ihličnatých drevín nazbieraných v rámci terénnych prác sa (do dvoch dní) v laboratóriu oddelili asimilačné orgány (ihlice), ktoré sa pokrýjali ostrým nožom na jemnejšie časti. Tieto sa potom pre každú drevinu a vekovú triedu osobitne rozdrvili ručne v keramických roztieracích miskách. Z takto pripraveného homogenátu sa potom navážilo po 1 g do pripravených skúmaviek. Do každej skúmavky s homogenátom sa pipetou pridali 2 ml suspenzie mikroorganizmu *Escherichia coli* v hlavnom pracovnom riedení 10^{-5} a pomocných (kontrolných) riedeniach 10^{-4} a 10^{-6} . Takto sa pre každú hodnotenú drevinu a vekovú triedu pripravili tri skúmavky, ktoré sa lišili riedením mikroorganizmu. Skúmavky s uvedeným obsahom sa označili podľa dreviny, vekovej triedy a riedenia, uzavreli gumenou zátkou a nechali 24 h pri izbovej teplote (24 °C).

Po uplynutí tejto doby sa sterilnou pipetou z každej skúmavky odobralo 0,1 ml extraktu, ktorý bol prenesený na Petriho misku so živnou pôdou. Sklenenou tyčinkou v tvare písmena L sa potom extrakt dôkladne rozotrel po celej ploche misky.

Rovnaké množstvo (0,1 ml) bolo odobraté aj priamo zo suspenzie mikróbu v riedení 10^{-5} (rovnako 10^{-4} a 10^{-6}) a rozotreté na živnej pôde v Petriho miskách. Týmto spôsobom sa pripravili kontrolné vzorky, t.j. vzorky, na ktorých vývin kolónií *Escherichia coli* nebol ovplyvňovaný fytoncidnými látkami.

Všetky Petriho misky boli po uzavretí a označení vložené do termostatu nastaveného na teplotu 37 °C. Dĺžka inkubácie sa pohybovala od 22 do 24 h.

Nakoľko v laboratórnych podmienkach nebolo možné z technických príčin založiť rozsiahlejšie pokusy,

priemerné vzorky, a tým aj hodnovernosť výsledkov, sa získala tak, že pri príprave homogenátu sa zmiešali asimilačné orgány piatich vybraných jedincov daného druhu dreviny a vekovej triedy, a to v rovnakom pomere.

Odcítanie kolónií *Escherichia coli* po 22 - 24 h inkubácii v termostate sa vykonali tak, že do každej evidovanej kolónie sa urobil vpich injekčnou ihlou. Evidovali sa len kvalitné, dostatočne vyvinuté kolónie, ktoré boli charakteristické kovovým leskom.

PRÍPRAVA MUELLER - HINTONOVHO BUJÓNU

29 g Mueller - Hintonovho bujónu sa rozpustí za tepla v 1000 ml destilovanej vody. Ak je potrebné, upravi sa pH na $7,4 \pm 0,2$ a naplní sa do Erlenových baniek, ktoré sa autoklavujú 15 min pri teplote 115°C .

PRÍPRAVA INOKULA GRAMNEGATÍVNYCH TYČINIEK *ESCHERICHIA COLI*

Pri realizácii pokusu sa vychádzalo zo štandardnej metodiky prípravy inokula pre určovanie minimálnych inhibičných a baktericídnych koncentrácií antibakteriálnych látok. Jedna izolovaná kolónia sa naočkuje do 10 ml bujónu Mueller - Hintonovho predhriateho na 37°C . Po 24 h inkubácii sa riedi v pomere 1 : 1000. U pomaly rastúcich gramnegatívnych tyčínok sa pri riedení zákal vždy porovnáva so štandardou 0,5 podľa Mc Farlanda. Inokulum sa pripravuje vo fyziologickom roztoku v skúmavkách s priemerom totožným s priemerom skúmavky so štandardom 0,5 podľa Mc Farlanda. Takto pripravené inokulum sa riedi vo fyziologickom roztoku geometrickým radom 10^{-1} až 10^{-6} .

PRÍPRAVA ENDOVEJ PÓDY - ZÁKLAD

Endova pôda patrí medzi špeciálne diagnostické pôdy s obsahom laktózy, na ktorých typicky rastie aj nami použitý mikróbo *Escherichia coli*. Pripravuje sa zo základného mäsopeptonového bujónu, ku ktorému sa pridajú chemikálie a spolu sa zhomogenizuje.

CHARAKTERISTIKA POUŽITÉHO MIKROORGANIZMU *ESCHERICHIA COLI*

Pri testovaní drevín z hľadiska fytoncidnej aktivity sa použil ako inokulum referenčný kmeň CCM 2024.

VÝSLEDKY

SMREK OBYČAJNÝ

V priemere za celé sledované obdobie je hodnotený ako drevina mikrobiocídne vysoko účinná (tab. IV).

Pri sledovaní účinnosti fytoncidov počas jednotlivých ročných období vidíme, že táto stúpa od jarých mesiacov až do jesene, kedy dosahuje maxima, po ktorom v zimnom období nastáva nepatrný pokles. Aj napriek spomínanému priebehu môžeme konštatovať, že fytoncidná aktivita je pri smreku počas celého roka značne vyrovnaná a dosahuje vysokú hodnotu (tab. I).

Pri hodnotení fytoncidnej aktivity z hľadiska veku jedincov môžeme pozorovať, že uvedený priebeh fytoncidnej aktivity je zachovaný vo všetkých sledovaných vekových triedach, t.j. 1., 3. a 5. vekovej triedy (tab. III).

JEDLA BIELA

V celoročnom priemere sa javí vo vzťahu k mikroorganizmu *Escherichia coli* ako

I. Prehľad priemernej fytoncidnej aktivity v percentách podľa aspektu a spolu za celý rok - A survey of average phytoncide activity in percentage according to the aspect and total for the whole year

Drevina ¹	Riedenie ² (10 ⁻⁵)				
	A s p e k t ³				
	jarný ⁴	letný ⁵	jesenný ⁶	zimný ⁷	$\bar{x}$
SM	97,16	99,60	99,94	99,60	99,07
JD	95,86	98,44	99,45	99,00	98,22
BO	0,65	99,18	99,19	0,00	19,85
SMC	57,67	98,86	94,01	0,00	83,51

woody species¹, thinning², aspect³, spring⁴, summer⁵, autumn⁶, winter⁷

SM - smrek obyčajný, common spruce (*Picea excelsa*)
 JD - jedľa biela, silver fir (*Abies alba*)
 BO - borovica sosna, Scotch pine (*Pinus sylvestris*)
 SMC - smrekovec opadavý, European larch (*Larix decidua*)

drevina s vysokou účinnosťou fytoncidov (tab. IV).

Hodnoty mikrobiocídnej účinnosti sa menia v závislosti od ročného obdobia. Od jarného obdobia dochádza k postupnému zvyšovaniu fytoncidnej aktivity, ktorá kulminuje na jeseň, v zimnom období potom nastáva nepatrný pokles (tab. I).

Rovnakým priebehom možno charakterizovať aj zmeny fytoncidnej aktivity v závislosti na ročnom období u každej zo sledovaných vekových tried (tab. III).

Pri hodnotení fytoncidnej aktivity v závislosti od veku pozorujeme účinnosť fytoncidov vo vzťahu k testovaciemu mikroorganizmu najvyššiu u jedincov 1. vekovej triedy. Ďalej účinnosť so stúpajúcim vekom nepatrne klesala (tab. II).

BOROVICA SOSNA

Borovica sa v priemere za celý rok javí len ako málo účinná drevina z hľadiska mikrobiocídnej aktivity na testovací mikrób (tab. IV).

Rovnako ako pri predchádzajúcich drevinách má závislosť na ročných obdobiach stúpajúci charakter od jari až do jesene, pričom rozdiel medzi jarným a letným obdobím je značne veľký. Kým počas jarného aspektu je borovica hodnotená len ako veľmi málo mikrobiocídne účinná (účinnosť je prakticky nulová), tak v letnom období už patrí medzi dreviny s vysokou fytoncidnou aktivitou (účinnosť je takmer 100 %). Ešte prekvapivejšie výsledky sa dosiahli pri sledovaní účinnosti fytoncidov v zimnom období, kedy sa neprejavili inhibičné účinky na testovací mikrób *Escherichia coli*.

V závislosti na veku boli najlepšie výsledky dosiahnuté pri jedincoch 3. vekovej triedy (tab. II).

SMREKOVEC OPADAVÝ

Pri celoročnom hodnotení tejto dreviny z hľadiska fytoncidnej aktivity vidíme, že patrí medzi dreviny vysoko účinné (tab. IV).

Priebeh zmien fytoncidnej aktivity je odlišný od ostatných sledovaných drevín, nakoľko smrekovec patrí medzi dreviny, ktoré na konci vegetačného obdobia strácajú

Drevina ¹	Riedenie ² (10 ⁻⁵)			
	V e k o v á t r i e d a ⁸			
	1.	3.	5.	$\bar{x}$
SM	99,37	99,76	98,09	99,07
JD	98,55	98,31	97,81	98,22
BO	0,00	66,93	27,23	19,85
SMC	94,67	72,35	0,00	83,51

For 1, 2, SM, JD, BO, SMC see Tab. I., age group⁸

asimilačné orgány (ihlice). Z tohto dôvodu fytoncidná aktivita kulminuje v letnom období, pričom na jeseň dochádza k poklesu fytoncidnej aktivity. Takisto na jar je hodnota účinnosti fytoncidov značne nižšia ako pri smreku a jedli (tab. I). Ak berieme do úvahy aj závislosť na veku, vidíme, že pri 1. vekovej triede je rozdiel medzi fytoncidnou aktivitou smrekovce a spomínaných drevín počas jarného aspektu veľmi malý v porovnaní s 3. vekovou triedou (tab. III). 1. veková trieda je aj v celoročnom priemere hodnotená ako najaktívnejšia z hľadiska účinnosti fytoncidov (tab. II).

VYHODNOTENIE FYTONCIDNEJ AKTIVITY CELKOVE

Na základe výsledkov, ktoré sa dosiahli pri hodnotení fytoncidnej aktivity ihličnatých drevín vo vzťahu k testovaciemu mikroorganizmu, môžeme zostaviť nasledovné zostupné poradie týchto drevín (pri riedení inokula 10⁻⁵):

1. smrek obyčajný - inhibičná až bakteriocídna účinnosť99,07 %
2. jedľa biela - inhibičná až bakteriocídna účinnosť98,22 %
3. smrekovec opadavý - inhibičná až bakteriocídna účinnosť83,51 %
4. borovica sosna - inhibičná až bakteriocídna účinnosť19,85 %

DISKUSIA

Všetky uvedené výsledky možno charakterizovať ako značne prekvapivé, nakoľko ani jeden z autorov, zaoberajúcich sa problematikou fytoncidov, neuvádza v literatúre takéto vysoké hodnoty fytoncidnej aktivity spomínaných drevín. Do značnej miery to však bude spôsobené tým, že väčšina autorov pri svojich pokusoch používala homogenátovú metódu, ktorá umožňuje zistiť len vplyv prechavých fytoncidných látok, kým v tejto práci bola použitá difúzna metóda, pri ktorej sú zachytené účinky prechavých aj neprechavých frakcií fytoncidov na testovací mikrób.

Vzhľadom na veľmi vysokú fytoncidnú aktivitu pri smreku, jedli aj smrekovci, určitý extrém predstavujú výsledky zistené pri borovici sosne. Borovica v celoročnom priemere vykazuje len veľmi malú inhibičnú až bakteriocídnu účinnosť.

Tieto výsledky sa nezhodujú s doterajšími poznatkami rôznych autorov o fytoncidnej aktivite borovice sosny, ktorí považujú túto drevinu za jednu z najaktívnejších vzhľadom na mikrobiocídne účinky fytoncidov (T o k i n, 1949; S m o l k o v á ,

III. Prehľad fytoncidnej aktivity drevin v percentách podľa veku - A survey of phytoncide activity of woody species in percentage according to the age

Drevina ¹	Veková trieda ⁸														
	Riedenie ² 10 ⁻⁵														
	1.					2.					3.				
	JA	LE	JE	ZI	$\bar{x}$	JA	LE	JE	ZI	$\bar{x}$	JA	LE	JE	ZI	$\bar{x}$
SM	98,3	99,5	99,9	99,7	99,4	99,6	99,7	99,9	99,7	99,7	93,5	99,6	99,9	99,3	98,1
JE	97,8	98,1	99,2	98,9	98,5	95,2	98,7	99,9	99,4	98,3	94,5	98,5	99,2	99,0	97,8
BO	0,0	98,9	99,9	0,00	34,6	95,4	99,4	99,6	0,00	66,9	65,0	99,2	98,1	0,00	27,2
SMC	95,9	99,1	89,0	0,00	94,6	67,2	98,6	98,9	0,00	62,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

For 1, 2 see Tab. I.; for 8 see Tab. II.

SM, JD, BO, SMC (viz Tab. I.); JA (jarý aspekt¹⁰), LE (letný aspekt¹¹), JE (jesenný aspekt¹²), ZI (zimný aspekt¹³) - SM, JD, BO, SMC (see Tab. I.); JA (spring aspect¹⁰), LE (summer aspect¹¹), JE (autumn aspect¹²), ZI (winter aspect¹³)

IV. Prehľad zaradenia drevín do tried fytoncidnej aktivity (FA) podľa aspektu - A survey of ranking of woody species to the classes of phytoncide activity (FA) according to the aspect

J a r n ý a s p e k t ¹⁰				
Drevina ¹	SM	JD	BO	SMC
Trieda FA ⁹	A	A	C	B

L e t n ý a s p e k t ¹¹				
Drevina ¹	SM	JD	BO	SMC
Trieda FA ⁹	A	A	A	A

J e s e n n ý a s p e k t ¹²				
Drevina ¹	SM	JD	BO	SMC
Trieda FA ⁹	A	A	A	A

Z i m n ý a s p e k t ¹³				
Drevina ¹	SM	JD	BO	SMC
Trieda FA ⁹	A	A	-	-

P r i e m e r z a r o k ¹⁵				
Drevina ¹	SM	JD	BO	SMC
Trieda FA ⁹	A	A	C	A

For 1, SM, JD, BO, SMC see Tab I., class of phytoncide activity⁹, for 10 - 13 see Tab. III, average of the year¹³

1978). Príčinu týchto rozdielnych údajov treba hľadať jednak v už spomínanom použití rozdielnych metód, ale za hlavný dôvod považujeme to, že autori týchto prác charakterizovali borovicu na základe výsledkov získaných len počas vegetačného obdobia (t.j. jar, leto, jeseň), pričom pre celkové hodnotenie borovice majú podľa našich výsledkov z časového hľadiska najväčší význam údaje získané hlavne v zimnom alebo v jarom období.

Vzhľadom na to, že pri smrekú a jedli ani v zimnom období nebol zaznamenaný výraznejší pokles inhibičných až bakteriocidných účinkov fytoncidov, možno predpokladať, že borovica je z tohto hľadiska značne citlivá na nízke teploty, hlavne jedince patriace do 1. vekovej triedy.

Pri sledovaní celoročného priebehu aktivity ihličnatých drevín vidíme, že okrem smrekovca dochádza u všetkých ostatných drevín ku kulminácii fytoncidnej aktivity v jesenných mesiacoch. U smrekovca bolo maximum zaznamenané v letnom období, čo je

podmienené tým, že koncom vegetačného obdobia dochádza k opadu asimilačných orgánov. Ďalej môžeme konštatovať, že pri smreku a jedli boli počas celého roka výkyvy v činnosti fytoncidov veľmi malé, na rozdiel od borovice a smrekovca, pri ktorých sú zmeny výrazné, hlavne medzi jarnou a letnou aktivitou, resp. jesennou a zimnou.

Na základe uvedeného rozboru výsledkov pokusov, zameraných na zistenie fytoncidnej aktivity drevín v priebehu roka, môžeme povedať, že bola preukázaná závislosť účinnosti fytoncidov na rôznych ročných obdobiach, ako aj závislosť na veku sledovaných jedincov.

ZÁVER

Pri tvorbe prímestských rekreačných lesov je dôležité využívať dreviny, ktoré majú najširšie antimikróbné účinky a ktorých fytoncidné látky pôsobia bakteriocídne, alebo bakteriostaticky, najmä na choroboplodné baktérie znečisťujúce ovzdušie, pravdaže, pri zohľadnení ďalších, najmä ekologických nárokov drevín a ich estetickej hodnoty.

V predloženej práci bol hodnotený vplyv najčastejšie zastúpených domácich (pôvodných) ihličnatých drevín v prímestských lesoch na mikroorganizmus *Escherichia coli*, ktorý je ukazovateľom mikrobiálneho znečistenia ovzdušia a za určitých okolností môže ohrozovať človeka.

Na základe získaných výsledkov by bolo možné vo väčšej miere zámerne usmerňovať drevinové zloženie lesných porastov v okolí sídelných útvarov, za účelom zvýraznenia ich fytoncidných účinkov, zvýšením percentuálneho zastúpenia fytoncidne aktívnych drevín. Význam ihličnatých drevín v druhovom zložení porastov vyplýva hlavne z toho, že fytoncidné metabolity sú vylučované asimilačnými orgánmi po celý rok a ich množstvo vo väčšej miere neklesá ani v období vegetačného kľudu (výnimku podľa zistených výsledkov tvorí borovica a okrem nej aj smrekovec, ktorý v zimnom období stráca asimilačné orgány). To však neznamená vytváranie monokultúr fytoncidne aktívnych drevín, pretože práve lesy so zastúpením rôznych drevín, ihličnatých a listnatých, sú z hľadiska fytoncidnej aktivity najúčinnnejšie (Z a c h a r , 1978).

Ak berieme do úvahy dĺžku obdobia od objavenia fytoncidných látok, môžeme povedať, že výskum látok s fytoncidnými účinkami u hospodárskych drevín je len v začiatkoch. V budúcnosti by bolo preto potrebné pri zriaďovaní prímestských rekreačných priestorov zostaviť fytoncidnu aktivitu všetkých zastúpených drevín a výber testovacích mikroorganizmov zamerať tak, aby charakterizovali mikrobiálne znečistenie ovzdušia konkrétnej oblasti.

Pri zohľadnení ďalších funkcií prímestských rekreačných lesov, ako je funkcia estetická, bioklimatická a iné, by sa poznatky z tejto oblasti mali využívať pri určovaní potreby a druhového zloženia zelene v tvorbe životného prostredia s optimálnymi hygienickými hodnotami.

Je zrejme, že problematika, ktorá bola v tejto práci čiastočne spracovávaná, je značne komplikovaná a bude potrebné vynaložiť ešte mnoho úsilia, aby sa otázka ekologicky aktívnych látok ďalej riešila vo všetkých súvislostiach a aby sa takto

získané poznatky zaviedli čo najskôr do praxe.

Literatúra

- BRYNCEV, P.J.: Fitoncidyje svojstva drevesnych rastenij. *Priroda*, 12, 1954, s. 54-56.
- JANOVIČOVÁ, J.: Hygienický význam zelene. *Zdravie ľudu*, 3, 1962, s. 15-16.
- MARTINEC, T.: Príspevek k metodice studia fytoncidu. *Práce brněnské základny ČSAV*, 30, 1958, č. 10-11, s. 215-216.
- PETRÍK, L.: Význam a využitie zelene v tvorbe krajiny. *Lesnictví*, 21, 1977, s. 51-53.
- RUBIN, B.A. - ARCHICHOVSKAJA, E. V.: Biochemija i fiziologija imuniteta rastenij. *Priroda*, 2, 1975, s.23.
- SANADZE, G. A.: K voprosu o chemičeskoj prirode letučich veščestv listjev nekatorych rastenij. *Dokl. AN CCCR*, 1960, s. 134.
- SMOLKOVÁ, M.: Stav a rozvoj metodických postupů při sledování fytoncidních dřevin z hlediska využití v sadovnické a krajinářské tvorbě. In: Zborník "Výskum a využitie fytoncidov a iných ekologicky účinných látok". Edičné stredisko VŠP Nitra, 1978.
- TOKIN, B.P.: Fitoncidy rastenij. *Priroda*, 1948, s. 24-25.
- TOKIN, B.P.: Celebnyje jady rastenij. *Priroda*, 1974, s. 33.
- ZACHAR, T.: Terminológia a problematika výskumu fytoncidov a ekologicky aktívnych látok. In: Zborník "Výskum a využitie fytoncidov a iných ekologicky účinných látok". Edičné stredisko VŠP Nitra, 1978.

Došlo 17. 5. 1990

NOVÁK, S. - BORTEL, J. - BŮTORA, L. (State Veterinary Institute, Zvolen; University of Forestry and Woodworking Industry, Zvolen): *Evaluation of microbicidal activity of selected species of forest trees*. *Lesnictví - Forestry*, 38, 1992 (1): 23-34.

The contribution is aimed at evaluating the microbicidal activity of selected forest species (common spruce, silver fir, Scotch pine and deciduous larch) in relation to the microorganism *Escherichia coli*. The microbicidal activity is evaluated from the following aspects: spring aspect, summer aspect, autumn aspect and winter aspect, and on the basis of evaluation by age groups (I, III and IV). Microbicidal activity was performed by an extract method. Using this method, it is possible to detect the effect not only of volatile fractions of phytoncides. This enables more complex view on phytoncide activity of wood species, as both fractions participate in the changes of microflora under natural environment. The diffuse method was used for the series of trials. This consists in diffusion of investigated substances directly to the environment in which is a tested microbe (*E.coli*). Thus, the effects of both volatile and non-volatile substances arising after damage of plant tissues can be detected. Common spruce (*Picea excelsa*) is evaluated as a wood species highly efficient in view of microbicides for the whole period under study (Tab. IV). Studying the effectiveness of phytoncides during different seasons, it is evident that this rises from spring months to autumn, when it reaches its maximum. There is a slight decrease in the winter period. The given results may be used to describe the phytoncide activity of spruce as stable during the whole year (Tab. I), and in all age groups under study (Tab. III). Silver fir (*Abies alba*) is a wood species about which can be said the same as about spruce - a gradual increase in the activity from spring, culminating efficiency being in autumn, with slight decrease in winter period (Tab. I). Evaluating the phytoncide activity in dependence on age in relation to the tested microorganism, the highest activity can be seen in individuals of the age group I. With rising age, the activity of phytoncides slightly decreases (Tab. II). Scotch pine (*Pinus sylvestris*) seems to be a wood species of low efficiency in view of microbicidal activity to the testing microbe (Tab. IV). The best results were obtained in the individuals of the age group III. The course of changes in phytoncide activity in European larch (*Larix decidua*) is different from that of other wood species under study, as larch losses its assimilative organs (needles). This means that phytoncide activity culminates in summer, whereas it decreases in autumn. The same applies also for efficiency of phytoncides, this is lower in spring than in spruce and fir (Tab.I). The age group I is evaluated as the most active from view of efficiency of phytoncides (Tab. II) for the yearly average. Based on these results evaluating phytoncide activity of conifer species to the tested microorganism, the species are ranked as follows: 1) Common spruce - 99.07 % inhibitory to bactericidal

efficiency 2) silver fir - 98.22 % inhibitory to bactericidal efficiency 3) deciduous larch - 83.51 % inhibitory to bactericidal efficiency. All the given results may be characterized as much surprising, as none of the authors studying the problems of phytoncides, does not mention such high values of phytoncide activity in the literature for the above mentioned species. This is maybe due to the fact that most authors used homogenate method in their trials. This enables to detect only the effect of volatile phytoncide substances, whereas this study used a diffuse method which detects the effects of both volatile and non-volatile fractions of phytoncides to the testing microbe.

phytoncides; microbicidal activity; inhibition; extraction

Adresy autorů:

MVDr. Samuel Novák; Štátný veterinární ústav, Pod dráhami 5, 960 86 Zvolen; Ing. Lubomír Bútorá, Doc. Ing. Ján Bortel, CSc., Vysoká škola lesnícka a drevárska, 960 01 Zvolen

Upozornění pro přispěvatele a čtenáře časopisu

Pro lepší zpřístupnění výsledků československého výzkumu zahraničním odběratelům rozhodla redakční rada časopisu LESNICTVÍ - FORESTRY uveřejňovat rozšířené, podrobně zpracované (s odkazy na tabulky a obrázky) souhrny v angličtině. Od tohoto ročníku budou souhrny podmínkou pro přijetí do tisku.

Proto žádáme autory našeho časopisu, aby příspěvky zasílané do redakce vybavili kratším souhrnem, který bude publikován v češtině nebo slovenštině, a dále delším souhrnem v rozsahu dvou až tří rukopisných stran, který bude přeložen do angličtiny.

Doufáme, že se toto opatření setká s příznivým ohlasem jak autorů, tak i čtenářů našeho časopisu.

Redakce časopisu

AKUTNÍ A DLOUHODOBÝ VLIV VÁPŇENÍ A HNOJENÍ NA PŮDNÍ MIKROFLÓRU LESNÍCH POROSTŮ

II. VÁPŇENÍ A HNOJENÍ ZATRAVNĚNÝCH LESNÍCH POROSTŮ

A. Lettl

LETTL, A. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Střada): *Akutní a dlouhodobý vliv vápnění a hnojení na půdní mikroflóru lesních porostů. II. Vápnění a hnojení zatrávněných lesních porostů.* Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (1) : 35-45.

Byla studována půdní mikroflóra zatrávněných lesních porostů rok, dva až tři roky a dvacet osm let po vápnění a hnojení. Zatravnění porostů zeslabuje účinek vápnění na půdní pH i mikroflóru a snižuje až ruší jeho negativní dopad na mineralizaci dusíku. Tento účinek má i minerální hnojení dusíkem. Na rozdíl od porostů bez přizemní vegetace má vápnění a současně kompletní hnojení zatrávněných porostů i po třech desetiletích příznivý účinek na půdní mikroflóru. Nabízí se vysvětlení, že přizemní vegetace váže živiny a tak dlouhodobě umožňuje jejich opakované využití.

lesní porosty; přizemní vegetace; biologická aktivita půdy; koloběh živin

Vápnění lesních porostů bez přizemní vegetace způsobovalo růst bakteriální masy v půdě a zrychlený rozklad organické hmoty, spojený se zpomalením mineralizace dusíku. Pokles obsahu organického uhlíku i celkového dusíku v půdě (M a i a F i e d l e r, 1978, 1979) naznačuje potřebu dalšího minerálního hnojení. Účinek vápnění i hnojení však může být modifikován přizemní vegetací s ohledem na skutečnost, že rhizosféra travin je kolonizována kvantitativně i kvalitativně jinými mikrobiálními společenstvy než půda nezatravněná. Tento fakt je o to významnější, že právě ty lesní porosty, pro které jsou tyto zásahy aktuální, leží v oblastech zatížených průmyslovými exhalacemi, kde se poškození porostů projevilo mimo jiné právě silným zatrávněním.

Tato práce tedy má prostudovat účinek vápnění a dalšího minerálního hnojení na půdní mikroflóru zatrávněných lesních porostů. Navazuje na studii o vápnění smrkových porostů bez přizemní vegetace (L e t t l, 1991). Kromě toho byly již některé dílčí údaje zveřejněny (L e t t l, 1990).

MATERIÁL A METODY

Zatravněné porosty jeřábu a břízy v blízkosti Nové Vsi v Krušných horách byly sledovány v letech 1983 - 1985 (L e t t l, 1986). V srpnu 1988 byly porosty letecky povápněny dolomitickým vápencem v dávce 20 až 22 q.ha⁻¹. Vliv vápnění byl sledován o rok později v roce 1989. To umožnilo srovnání stavu půdní mikroflóry před a po vápnění.

Smrková mlazina v Jizerských horách byla rozdělena do pěti ploch. V květnu 1986 byly plochy pohnoženy, v květnu 1987 byly povápněny podle schématu (L o m s k ý, 1989):

Plocha č. 1 : ledek amonný s vápencem 5,5 q.ha⁻¹, síran draselný 6 q.ha⁻¹, superfosfát 20 q.ha⁻¹, kieserit 1 q.ha⁻¹, dolomitický vápenec 50 q.ha⁻¹.

Plocha č. 2: dolomitický vápenec 50 q.ha⁻¹.

Plocha č. 3 : močovina 3,3 q . ha⁻¹, síran draselný 6 q . ha⁻¹, superfosfát 20 q . ha⁻¹, kieserit 1 q . ha⁻¹, dolomitický vápenec 50 q . ha⁻¹.

Plocha č. 4 : ledek amonný s vápencem 5,5 q.ha⁻¹.

I. Agrochemické vlastnosti ($\bar{x} \pm s_x$) dvou zatravněných lesních půd vápenných v roce 1988 (lokalita Nová Ves v Krušných horách; jeřáb a bříza) před vápněním (1983 - 1985) a jeden rok po vápnění (1989) - Agrochemical characteristics ($\bar{x} \pm s_x$) of two grassed forest soils limed in 1988 (locality Nová Ves in the Ore Mountains; mountain ash and birch) before liming (1983 - 1985) and one year after liming (1989)

Typ lesního porostu ¹	Jeřáb ⁹		Bříza ¹⁰	
Rok vápnění ²	-	1988	-	1988
Doba sledování ³	1983 - 1985	1989	1983 - 1985	1989
Doba po vápnění ⁴	před vápněním ¹¹	1 rok po vápnění ¹²	před vápněním ¹¹	1 rok po vápnění ¹²
Počet vzorků ⁵	14	4	11	4
Horizont ⁶ F-A02				
Vlhkost ⁷ [hmotnostní %] ²²	58,5±9,45	56,0±13,6	64,7±5,48	55,1±9,65
pH (H ₂ O)	4,11±0,43	4,52±0,42	4,23±0,33	4,39±0,07
pH (KCl)	3,52±0,38	3,64±0,33	3,63±0,22	3,56±0,08
C _{ox} [%]	30,7±2,42	29,2±3,47	32,0±1,83	27,1±2,20
N _{total} [%]	1,57±0,17	1,65±0,04	1,64±0,14	1,57±0,10
C/N	19,6±1,70	17,7±2,19	19,6±1,13	17,2±0,50
NH ₄ ⁺ -N [mg . kg ⁻¹]	133±86,8	186±123	168±105	152±74,0
NO ₃ ⁻ -N [mg . kg ⁻¹]	3,49±5,69	10,0±20,0	8,98±12,9	8,53±17,0
Horizont ⁶ H-A03				
Vlhkost ⁷ [hmotnostní %] ²²	57,5±12,6	55,5±7,75	57,1±8,34	53,1±9,55
pH (H ₂ O)	3,69±0,28	3,88±0,17	3,81±0,23	4,14±0,82
pH (KCl)	3,24±0,18	3,09±0,06	3,32±0,21	3,44±0,80
C _{ox} [%]	27,4±2,98	20,1±5,11	26,1±4,55	21,7±5,33
N _{total} [%]	1,30±0,14	1,06±0,38	1,32±0,24	1,15±0,19
C/N	21,3±3,03	19,7±3,80	20,1±3,53	18,7±2,45
NH ₄ ⁺ -N [mg . kg ⁻¹]	58,2±51,0	39,2±21,4	70,4±60,2	37,6±10,3
NO ₃ ⁻ -N [mg . kg ⁻¹]	3,15±7,30	3,65±7,29	5,34±6,66	4,49±5,77
Horizont ⁶ A				
Vlhkost ⁷ [hmotnostní %] ²²	26,0±6,60	30,4±5,09	31,0±5,14	32,9±1,47
pH (H ₂ O)	3,64±0,22	3,73±0,18	3,78±0,19	3,76±0,06
pH (KCl)	3,03±0,19	3,03±0,17	3,25±0,19	3,02±0,14
C _{ox} [%]	4,54±0,99	2,92±0,40	6,13±1,41	4,81±1,00
N _{total} [%]	0,18±0,04	0,18±0,12	0,38±0,33	0,28±0,07
C/N	25,6±3,62	19,5±7,34	20,6±6,39	17,5±1,56
NH ₄ ⁺ -N [mg . kg ⁻¹]	9,74±10,3	5,76±3,50	11,5±15,0	14,2±15,2
NO ₃ ⁻ -N [mg . kg ⁻¹]	0,72±1,34	0	1,40±1,96	0,98±1,20

forest stand type¹, year of liming², period of observation³, period after liming⁴, number of samples⁵, horizon⁶, moisture content⁷, ash⁹, birch¹⁰, before liming¹¹, one year after liming¹², [weight %]²²

Plocha č. 15: kontrola bez hnojení.

Sledování bylo provedeno o dva roky později v r. 1989.

Vzrostlý borový porost u obce Mirkov v blízkosti Horšovského Týna byl v roce 1961 pohnojen dle schématu (M a t e r n a, 1985):

Kontrolní plocha: bez hnojení.

Plocha č. 1: močovina 1,67 až 2,0 q.ha⁻¹, 40 % draselná sůl 2 q.ha⁻¹, dolomitický vápenec 20 q.ha⁻¹.

Plocha č. 9: močovina 1,67 až 2,0 q.ha⁻¹, Thomasova struska 1,67 q.ha⁻¹, dolomitický vápenec 20 q.ha⁻¹.

II. Mikrobiální kolonizace a biochemické aktivity ($\bar{x} \pm s_x$) dvou zatrávněných lesních půd vápněných v roce 1988 (lokalita Nová Ves v Krušných horách; jeřáb a bříza) před vápněním (1983 - 1985) a jeden rok po vápnění (1989) - Microbial colonization and biochemical activities ($\bar{x} \pm s_x$) of two grassed forest soils limed in 1988 (locality Nová Ves in the Ore Mountains; mountain ash and birch) before liming (1983 - 1985) and one year after liming (1989)

Typ lesního porostu ¹	Jeřáb ⁹		Bříza ¹⁰	
Rok vápnění ²	-	1988	-	1988
Doba sledování ³	1983 - 1985	1989	1983 - 1985	1989
Doba po vápnění ⁴	před vápněním ¹¹	1 rok po vápnění ¹²	před vápněním ¹¹	1 rok po vápnění ¹²
Počet vzorků ⁵	14	4	11	4
Horizont ⁶ F-A02				
Aerobní bakterie ^{a 13}	14,4±14,7	139±260	53,3±111	88,4±162
Amonizační bakterie ^{a 14}	15,3±14,4	55,4±100	63,3±138	28,2±43,8
Mikromycety ^{a 15}	0,29±0,21	0,47±0,51	0,34±0,22	2,03±2,72
Bazální respirace ^{b 16}	2487±1542	>3951	3602±1493	>3414
Amonizace ^{c 17}	178±127	256±103	241±149	149±69,0
Nitrifikace ^{c 18}	16,4±33,2	2,88±3,17	16,0±20,0	0
Horizont ⁶ H-A03				
Aerobní bakterie ^{a 13}	3,55±6,00	1,93±1,10	2,23±1,62	1,08±0,73
Amonizační bakterie ^{a 14}	3,56±5,45	1,28±0,78	2,59±1,24	1,11±1,34
Mikromycety ^{a 15}	0,13±0,11	0,13±0,06	0,19±0,09	0,14±0,11
Bazální respirace ^{b 16}	1280±476	721±468	1382±586	583±119
Amonizace ^{c 17}	72,9±77,1	32,7±47,5	91,8±65,5	37,4±30,4
Nitrifikace ^{c 18}	11,6±15,5	21,1±31,0	9,69±10,5	7,56±12,9
Horizont ⁶ A				
Aerobní bakterie ^{a 13}	0,49±0,95	0,28±0,13	0,13±0,09	0,17±0,09
Amonizační bakterie ^{a 14}	0,18±0,15	0,11±0,06	0,17±0,11	0,15±0,08
Mikromycety ^{a 15}	0,01±0,02	0,03±0,02	0,01±0,007	0,02±0,02
Bazální respirace ^{b 16}	194±124	88,7±53,6	272±197	104±57,2
Amonizace ^{c 17}	5,47±8,09	2,34±2,93	8,96±6,67	3,29±4,59
Nitrifikace ^{c 18}	0,78±1,59	1,60±2,38	2,21±4,14	2,15±1,62

^a v milionech CFU (Colony Forming Unit) v 1 g suché půdy - ^a in millions CFU per 1g dry soil

^b v mg CO₂ z 1 kg půdy za 24 h - ^b in mg CO₂ from 1 kg soil per 24 hrs.

^c v mg NH₄⁺-N resp. NO₃⁻-N z 1 kg půdy za 14 dní při 25°C - ^c in mg NH₄⁺-N, or NO₃⁻-N, from 1kg soil per 14 days at 25°C

For 1 - 6, 9 - 12 see Tab. I.; aerobic bacteria¹³, ammonifying bacteria¹⁴, micromycetes¹⁵, basal respiration¹⁶, ammonification¹⁷, nitrification¹⁸

Plocha č. 10: Thomasova struska 1,67 až 2,0 q.ha⁻¹, 40 % draselná sůl 2 q.ha⁻¹, dolomitický vápenc 20 q.ha⁻¹.

Plocha č. 11: močovina 1,67 až 2,0 q.ha⁻¹, Thomasova struska 1,67 q.ha⁻¹, 40 % draselná sůl 2 q.ha⁻¹.

V roce 1965 byl na každou plochu kromě kontroly aplikován ledek amonný s vápencem v dávce 3,3 q.ha⁻¹. Vlastní šetření bylo provedeno v letech 1988-1989, tedy 27 až 28 let po prvním hnojení.

Metodika odběru, chemického a mikrobiologického vyšetření půdních vzorků byla popsána jinde (Lehtinen, 1990).

III. Agrochemické vlastnosti ($\bar{x} \pm s_x$; $n=4$) zatravněné smrkové půdy (Jizerské hory) 2 roky po vápnění a 3 roky po hnojení - Agrochemical characteristics ($\bar{x} \pm s_x$; $n=4$) of grassed spruce forest soil (the Jizera Mountains) 2 years after liming and 3 years after fertilization

Plocha ²¹ Vápnění/hnojení ²⁰	15 (kontrola) ¹⁹ 0	2 Ca	1 Ca, N ^a , P, K	3 Ca, N ^b , P, K	4 N ^a
Horizont ⁶ F-A02					
Vlhkost ⁷ [hmotnostní%] ²²	68,6±7,37	66,7±1,80	64,4±6,98	64,0±5,86	70,3±6,08
pH (H ₂ O)	5,53±0,64	7,00±1,22	7,16±0,44	7,00±0,48	5,14±0,45
pH (KCl)	4,60±0,75	6,26±1,44	6,67±0,30	6,31±0,50	4,21±0,57
C _{ox} [%]	31,5±0,50	25,2±5,45	25,6±3,42	27,2±3,42	31,7±0,68
N _{total} [%]	1,53±0,15	1,16±0,26	1,17±0,12	1,22±0,14	1,51±0,11
C/N	20,7±1,95	21,7±1,47	21,9±1,70	22,5±4,36	21,0±1,26
NH ₄ ⁺ -N [mg . kg ⁻¹]	125±102	236±49,3	237±140	216±131	154±90,0
NO ₃ ⁻ -N [mg . kg ⁻¹]	0	0	0	0	0
Horizont ⁶ H-A03					
Vlhkost ⁷ [hmotnostní%] ²²	74,4±2,99	74,6±2,53	75,5±3,95	71,1±2,46	71,2±7,28
pH (H ₂ O)	3,96±0,18	4,31±0,21	4,34±0,24	4,62±0,85	4,21±0,13
pH (KCl)	3,35±0,08	3,46±0,09	3,39±0,10	3,72±0,58	3,36±0,07
C _{ox} [%]	30,2±5,86	25,4±1,52	28,9±2,19	24,0±2,73	28,4±5,47
N _{total} [%]	1,47±0,17	1,35±0,15	1,47±0,11	1,13±0,22	1,45±0,33
C/N	20,5±3,81	19,0±2,88	19,6±1,32	21,7±3,65	19,9±3,54
NH ₄ ⁺ -N [mg . kg ⁻¹]	30,2±15,5	45,0±20,5	101±46,0	64,9±31,5	37,6±26,5
NO ₃ ⁻ -N [mg . kg ⁻¹]	2,75±5,50	7,26±10,4	2,29±4,59	9,57±15,1	0
Horizont ⁶ A					
Vlhkost ⁷ [hmotnostní%] ²²	35,4±2,07	35,2±8,44	40,2±18,1	29,3±4,82	30,6±6,79
pH (H ₂ O)	4,13±0,11	4,18±0,15	4,20±0,08	4,25±0,28	4,21±0,13
pH (KCl)	3,35±0,12	3,34±0,08	3,25±0,10	3,37±0,05	3,31±0,06
C _{ox} [%]	3,52±0,35	5,52±3,35	3,17±0,55	2,71±0,76	3,58±2,52
N _{total} [%]	0,17±0,03	0,21±0,09	0,16±0,04	0,14±0,04	0,17±0,08
C/N	20,9±3,80	24,5±6,58	20,1±2,58	19,7±2,30	20,7±6,82
NH ₄ ⁺ -N [mg . kg ⁻¹]	24,2±41,6	6,28±3,91	7,38±4,94	71,8±78,4	24,9±24,8
NO ₃ ⁻ -N [mg . kg ⁻¹]	1,19±2,37	0,81±0,94	0	0	0

Dusík aplikován ve formě ^aledku amonného s vápencem a ^bmočoviny - nitrogen applied as ^aammonium nitrate with limestone and ^burea

For 1, 6, 7, 22 see Tab. I., control¹⁹, liming/fertilizing²⁰, area²¹

VÝSLEDKY

VÁPŇENÍ ZATRAVNĚNÝCH LESNÍCH POROSTŮ

Rok po vápnění porostů jeřábu a břízy na lokalitě Nová Ves v Krušných horách je možno pozorovat jen malé zvýšení půdního pH. Úbytek organického uhlíku je celkem nepatrný ve fermentačním horizontu, ale výraznější v horizontu humusovém a minerálním. V těchto hlubších horizontech se většinou snížil i celkový a minerální dusík (tab. I). Počty bakterií jsou sice zvýšeny, ale jen o řád nebo v rozpětí stejného řádu.

IV. Mikrobiální kolonizace a biochemické aktivity ($\bar{x} \pm s_x$; $n=4$) půdy zatravněného smrkového porostu (Jizerské hory) 2 roky po vápnění a 3 roky po hnojení - Microbial colonization and biochemical activities ($\bar{x} \pm s_x$; $n=4$) of grassed spruce forest soils (the Jizera Mountains) 2 years after liming and 3 years after fertilization

Plocha ²¹ Vápnění/hnojení ²⁰	15 (kontrola) ¹⁹ 0	2 Ca	1 Ca, N ^a , P, K	3 Ca, N ^b , P, K	4 N ^a
Horizont ⁶ F-A ₀₂					
Aerobní bakterie ^{c 13}	408±276	1951±2504	1198±548	409±298	301±352
Amonizační bakterie ^{c 14}	371±282	783±706	1156±601	469±323	558±798
Mikromycety ^{c 15}	0,07±0,10	0,01±0,008	0,06±0,02	0,02±0,003	0,13±0,10
Bazální respirace ^{d 16}	>3875	>5406	>5552	>4534	4557±1773
Potenciální respirace ^{d 22}	>9949	>11832	>11299	>11097	>11541
Amonizace ^{e 17}	150±192	81,5±85,7	226±194	84,3±89,8	131±139
Nitrifikace ^{e 18}	1,11±1,30	175±196	1,96±3,91	101±113	1,29±2,59
Horizont ⁶ H-A ₀₃					
Aerobní bakterie ^{c 13}	1,02±0,99	1,98±1,82	3,79±2,61	95,8±188	1,63±1,80
Amonizační bakterie ^{c 14}	0,65±0,43	1,13±1,12	1,59±1,85	72,6±144	1,02±1,04
Mikromycety ^{c 15}	0,09±0,08	0,10±0,06	0,05±0,01	0,09±0,10	0,12±0,04
Bazální respirace (B) ^{d 16}	561±144	773±246	962±358	934±402	1167±609
Potenciální respirace (G) ^{d 22}	2869±1095	2983±1368	3496±1055	4015±2474	3149±1060
Poměr G/B ²³	5,66±3,70	3,74±1,06	4,04±9,13	4,24±1,94	2,89±0,59
Amonizace ^{e 17}	14,6±19,4	58,1±55,6	38,1±37,7	11,3±14,4	115±182
Nitrifikace ^{e 18}	65,8±35,2	90,1±137	42,9±59,1	90,1±64,8	12,6±17,6
Horizont ⁶ A					
Aerobní bakterie ^{c 13}	0,26±0,26	0,05±0,02	0,13±0,12	0,06±0,04	0,31±0,32
Amonizační bakterie ^{c 14}	0,10±0,12	0,04±0,02	0,10±0,11	0,03±0,009	0,17±0,18
Mikromycety ^{c 15}	0,01±0,009	0,001±0,03	0,01±0,01	0,006±0,008	0,009±0,012
Bazální respirace (B) ^{d 16}	90,6±17,7	80,7±41,9	133±85,1	84,6±62,9	140±88,1
Potenciální respirace (G) ^{d 22}	298±99,2	327±189	480±332	135±124	397±214
Poměr G/B ²³	3,36±1,31	4,39±3,12	3,46±0,43	2,24±2,19	2,98±0,58
Amonizace ^{e 17}	4,30±5,22	3,80±5,58	6,52±9,98	43,5±79,1	2,02±2,48
Nitrifikace ^{e 18}	2,34±2,10	6,25±7,77	4,26±5,67	4,88±2,60	1,23±0,89

Dusík aplikován ve formě ^aledku amonného s vápencem a ^bmočoviny - nitrogen applied as ^aammonium nitrate with limestone and ^burea

^c v milionech CFU (Colony Forming Unit) v 1 g suché půdy - ^c in millions CFU per 1 g dry soil

^d v mg CO₂ z 1 kg půdy za 24 h - ^d in mg CO₂ from 1 kg soil per 24 hrs.

^e v mg NH₄⁺-N resp. NO₃⁻-N z 1 kg půdy za 14 dní při 25°C - ^e in mg NH₄⁺-N, or NO₃⁻-N, from 1 kg soil per 14 days at 25°C

For 13 - 18 see Tab. II., 6 see Tab. I., 19 - 21 see Tab. III., potential respiration²², ratio G/B²³

Mikromycety poněkud vzrostly ve fermentačním a lehce poklesly v humusovém horizontu. Podobný rozdíl zjišťujeme i u půdní respirace. Amonizace je vápněním lehce snížena, ale i tak probíhá na vysokých úrovních, nitrifikace je většinou slabě inhibována (tab. II).

V. Agrochemické vlastnosti ($\bar{x} \pm s_x$) zatravněného borového porostu (lokalita Horšovský Týn) 28 let po vápnění a hnojení - Agrochemical characteristics ($\bar{x} \pm s_x$) of grassed pine forest soil (locality Horšovský Týn) 28 years after liming and fertilization

Plocha ²¹ Vápnění/hnojení ²⁰ Počet vzorků ⁵	Kontrola ¹⁹ 0 7	3 Ca, N ^a , K 8	9 Ca, N ^a , P 8	10 Ca, P, K 8	11 N ^a , P, K 8
Horizont ⁶ F-A ₀₂					
Vlhkost ⁷ [hmotnostní%] ²²	69,6±6,05	57,3±12,5	63,5±7,97	65,0±9,33	70,2±7,45
pH (H ₂ O)	4,42±0,30	4,40±0,34	4,89±0,38	4,63±0,39	4,86±0,32
pH (KCl)	3,55±0,34	3,51±0,32	4,03±0,28	3,75±0,29	3,97±0,34
C _{ox} [%]	36,7±3,94	37,3±4,31	34,3±4,67	36,2±4,06	37,7±5,64
N _{total} [%]	1,29±0,17	1,38±0,18	1,47±0,22	1,44±0,19	1,52±0,14
C/N	28,8±4,62	27,3±2,23	23,6±2,67	25,3±2,96	24,7±2,47
NH ₄ ⁺ -N [mg . kg ⁻¹]	229±198	129±132	304±167	335±138	255±162
NO ₃ ⁻ -N [mg . kg ⁻¹]	0,28±0,75	0,76±1,57	1,34±2,05	2,99±5,61	0,44±1,25
Horizont ⁶ H-A ₀₃					
Vlhkost ⁷ [hmotnostní%] ²²	53,1±11,7	44,4±11,4	44,2±8,86	48,5±11,8	55,5±7,55
pH (H ₂ O)	3,81±0,29	4,43±0,51	4,54±0,34	4,13±0,39	4,16±0,32
pH (KCl)	2,93±0,19	3,54±0,49	3,64±0,36	3,21±0,33	3,16±0,25
C _{ox} [%]	32,5±5,43	25,7±9,83	21,9±7,87	28,7±4,56	31,6±8,02
N _{total} [%]	1,06±0,20	1,01±0,32	0,93±0,35	1,21±0,26	1,08±0,17
C/N	31,3±5,71	25,2±3,41	23,7±3,08	24,4±4,09	29,6±8,01
NH ₄ ⁺ -N [mg . kg ⁻¹]	53,7±63,1	49,0±33,6	71,2±68,4	63,0±57,7	81,5±61,6
NO ₃ ⁻ -N [mg . kg ⁻¹]	0,44±0,75	0,32±0,91	2,11±4,00	17,1±48,4	0,18±0,51
Horizont ⁶ A					
Vlhkost ⁷ [hmotnostní%] ²²	11,1±2,43	8,74±3,75	9,95±2,41	10,8±4,99	11,6±2,73
pH (H ₂ O)	4,32±0,24	4,77±0,42	4,52±0,20	4,79±0,68	4,43±0,21
pH (KCl)	3,51±0,19	3,60±0,25	3,44±0,13	3,80±0,48	3,50±0,26
C _{ox} [%]	1,42±0,46	1,54±0,87	1,21±0,73	1,62±0,64	1,54±0,73
N _{total} [%]	0,05±0,01	0,07±0,02	0,07±0,02	0,08±0,02	0,07±0,01
C/N	27,9±8,13	23,2±13,4	17,0±7,23	21,1±6,09	22,8±9,56
NH ₄ ⁺ -N [mg . kg ⁻¹]	7,39±8,04	4,53±5,95	5,09±6,76	7,03±10,5	17,1±35,3
NO ₃ ⁻ -N [mg . kg ⁻¹]	0,14±0,24	0,06±0,16	0,22±0,40	0,06±0,16	0,11±0,31

^aDusík aplikován ve formě močoviny - ^anitrogen applied as an urea

For 5 - 7, 22 see Tab. I., for 19 - 21 see Tab. III.

Dva roky po vápnění zatravněné smrkové mlaziny v Jizerských horách jsou tyto změny poněkud výraznější. Při srovnání vápněné plochy č. 2 s kontrolní neovlivněnou plochou č. 15 (tab. III) je zřejmé, že došlo k většímu poklesu obsahu uhlíku i celkového dusíku, zvýšil se průměrný obsah amonného i nitrátového dusíku (třebaže nitráty byly leckdy neprokazatelné). Změny v hustotě bakteriálního osídlení jsou stejné jako na předešlých plochách, koncentrace mikroskopických hub jsou stejné nebo lehce sníženy (tab. IV).

Na lokalitě Horšovský Týn byly v roce 1961 všechny plochy povápněny a zároveň pohnojeny. Zhodnocení vlivu vápnění po 28 letech je snad nejspíš možné u

VI. Mikrobiální kolonizace a biochemické aktivity ($\bar{x} \pm s_x$) půdy zatrávněného borového porostu (lokalita Horšovský Týn) 28 let po vápnění a hnojení - Microbial colonization and biochemical activities ($\bar{x} \pm s_x$) of grassed pine forest soil (locality Horšovský Týn) 28 years after liming and fertilization

Plocha ²¹ Vápnění/hnojení ²⁰ Počet vzorků ⁵	Kontrola ¹⁹ 0 7	3 Ca, N ^a , K 8	9 Ca, N ^a , P 8	10 Ca, P, K 8	11 N ^a , P, K 8
Horizont ⁶ F-A ₀₂					
Aerobní bakterie ^{b 13}	141±202	327±433	233±283	537±606	691±627
Amonizační bakterie ^{b 14}	258±337	321±425	398±604	427±461	652±589
Mikromycety ^{b 15}	2,07±2,78	3,35±3,57	0,69±1,04	1,58±2,76	0,42±0,31
Bazální respirace ^{c 16}	>4692	>4104	>4578	>4828	>5440
Amonizace ^{d 17}	333±221	278±231	413±238	425±133	670±501
Nitrifikace ^{d 18}	1,42±3,75	1,69±3,25	10,4±17,1	5,61±12,2	3,97±6,38
Horizont ⁶ H-A ₀₃					
Aerobní bakterie ^{b 13}	1,98±1,56	5,40±4,48	11,5±15,0	61,9±106	56,0±105
Amonizační bakterie ^{b 14}	1,05±0,90	2,66±2,14	3,87±5,77	32,8±60,0	58,8±125
Mikromycety ^{b 15}	1,06±1,66	2,00±3,81	0,55±0,60	0,54±0,38	0,84±1,37
Bazální respirace (B) ^{c 16}	1140±748	>1891	1477±925	1398±1048	1733±1133
Potenciální respirace (G) ^{c 22}	3028±1994	>3948	>2879	>4037	>4149
Poměr G/B ²³	2,79±0,79	-	-	-	-
Amonizace ^{d 17}	60,6±36,6	84,4±116	75,9±55,0	123±120	152±49,5
Nitrifikace ^{d 18}	0,47±1,25	9,93±25,2	34,9±52,1	5,05±13,1	16,0±17,3
Horizont ⁶ A					
Aerobní bakterie ^{b 13}	0,26±0,24	0,71±1,17	0,40±0,34	0,22±0,19	0,47±0,56
Amonizační bakterie ^{b 14}	0,09±0,09	0,21±0,16	0,21±0,15	0,18±0,14	0,20±0,14
Mikromycety ^{b 15}	0,05±0,02	0,14±0,27	0,08±0,04	0,08±0,04	0,11±0,06
Bazální respirace (B) ^{c 16}	26,4±18,3	45,5±33,9	67,5±40,8	135±249	62,7±40,3
Potenciální respirace (G) ^{c 22}	122±97,8	213±173	354±290	420±638	264±297
Poměr G/B ²³	4,90±2,22	7,91±11,2	6,11±6,39	4,19±2,56	5,11±5,23
Amonizace ^{d 17}	5,57±6,77	3,23±4,46	3,59±4,38	4,69±5,42	5,56±4,81
Nitrifikace ^{d 18}	0,13±0,34	0,22±0,41	1,15±2,45	0,11±0,31	0,19±0,40

^aDusík aplikován ve formě močoviny - ^anitrogen applied as an urea

^b v milionech CFU (Colony Forming Unit) v 1 g suché půdy - ^b in millions CFU per 1g dry soil

^c v mg CO₂ z 1 kg půdy za 24 h - ^c in mg CO₂ from 1 kg soil per 24 hrs.

^d v mg NH₄⁺-N resp. NO₃⁻-N z 1 kg půdy za 14 dní při 25°C - ^d in mg NH₄⁺-N, or NO₃⁻-N, from 1kg soil per 14 days at 25°C

For 13 - 18 see Tab. II., 5,6 see Tab. I., 19 - 23 see Tab. IV.

plochy č. 10; tato byla ovlivněna pouze draselným a fosforečným hnojivem, která mají na mikroflóru zpravidla jen nevelký vliv; přihnojení ledkem bylo provedeno až o čtyři roky později. S těmito výhradami lze konstatovat lehce zvýšené půdní pH. Obsah celkového i anorganického dusíku se vesměs zvýšil (tab. V). Koncentrace heterotrofních bakterií jsou ve fermentačním horizontu vyšší ve stejném řádu, v humusovém setrvává zvýšení o celý řád. Zůstává poněkud zesílená respirace, amonizace i nitrifikace (tab. VI).

Tři roky po hnojení a dva roky po vápnění zatravněné smrkové mlaziny v Jizerských horách má aplikace dusíkatého hnojiva sotva patrný vliv na chemické vlastnosti půd. Změny pH a obsahu amonného dusíku v půdě nejsou dost přesvědčivé. Obsah minerálního dusíku je snad zřetelněji ovlivněn spíš vápencem než dusíkatým hnojivem (tab. III). Ledek neovlivnil zřetelně koncentrace bakterií. Po aplikaci močoviny však jsou řádově vyšší koncentrace v humusovém horizontu. Půdní respirace je po dusíkatém hnojení intenzivnější než po samotném vápnění. Amonizace je po aplikaci ledku (ale ne močoviny) vyšší než na ploše pouze vápněné. To lze pozorovat ve fermentačním a částečně i humusovém horizontu, zatím co v minerálním horizontu A měla močovina zřetelně stimulující vliv. Zdá se, že fosforečné a draselné hnojivo bylo bez zřetelného účinku na půdní mikroflóru (tab. IV).

Dvacet osm let po hnojení a vápnění pokusných ploch na lokalitě Horšovský Týn se už nedá odlišit vliv jednotlivých složek hnojení. Je možno jen konstatovat, že oproti kontrolní ploše je na většině pokusných ploch lehce zvýšené půdní pH (včetně nevápňené plochy č. 11). Celkový obsah dusíku je na všech plochách vyšší než u neovlivněné kontroly (včetně plochy č. 10, přihnojené dusíkem až v r. 1965). Na této ploše č. 10 je i nejvyšší průměrný obsah nitrátů (tab. V). Půdy všech ploch vykazují bohatší bakteriální osídlení, a to v humusovém horizontu většinou o celý řád. Podobně je zvýšena i půdní respirace. Amonizace se zdá variabilní, nitrifikace je nejvyšší v humusovém horizontu plochy č. 9, která byla hnojena ureou, fosfátem a vápencem a později přihnojena ledkem (tab. VI).

DISKUSE

Dřívější zkušenosti ukázaly, že pro stav půdní mikroflóry je rozhodujícím faktorem travní pokryv, jehož rhizosféra má pronikavější vliv než druh dřeviny (L e t t l , 1986). Proto bylo využito starších pokusných ploch, které byly k dispozici. Je tedy porovnávána mikroflóra půd z různých druhů porostu - i když trochu per nefas.

Zkušenosti se smrkovými porosty bez přízemní vegetace ukázaly, že vápnění ovlivnilo půdní mikroflóru velmi výrazně a dlouhodobě. Účinek vápnění byl vysvětlen tak, že značným zvýšením půdního pH byl stimulován mohutný rozvoj neutrofilní bakteriální flóry namísto početně slabší mikroflóry acidofilní. Zmnožení bakterií o celé dva řády (se současným lehkým potlačením mikromycet) vedlo ke zvýšenému rozkladu organické hmoty. Tím v půdě došlo ke snížení obsahu organického uhlíku i celkového dusíku. Sníženou nabídkou dusíku byla zpomalena amonizace a v návaznosti na ni i nitrifikace. Tím poklesl i obsah minerálního dusíku v půdě. V průběhu let pronikal vápenec do hloubky, takže byly postupně ovlivňovány hlubší půdní horizonty. Tento vliv byl velmi zřetelný i po třech desetiletích (L e t t l , 1991).

Současné výsledky naznačují, že zatravnění porostů tyto jevy poněkud modifikuje. Předně všechny shora popsané účinky vápnění včetně ovlivnění půdního pH jsou mnohem slabší. Totiž již samotné zatravnění má za následek dost podstatné zvýšení půdního pH i mohutný nárůst bakteriálního osídlení (L e t t l , 1986, 1990).

Za těchto podmínek vápnění sice dále zvýší pH půdy, ale nepříliš výrazně. Velmi bohatá bakteriální flóra rhizosféry vzrostla vápněním jen o řád nebo v rozpětí

stejného řádu, koncentrace mikromycet zůstávají prakticky bez větších změn. Rhizosféra travin je prostředí, které stimuluje amonizaci a působí tedy vlastně proti účinku vápnění. Amonizace tedy i nadále probíhá na poměrně vysokých úrovních a produkuje do půdy dostatek amonného iontu, takže se může uplatnit i jeho další oxidace nitrifikací. I přes poměrně silnou nitrifikaci je však nitrátový ion v půdě často neprokazatelný, protože je účinně odnímán kořenovým systémem vegetace. Celkově tedy lze říci, že travní porost zeslabuje účinky vápnění a hlavně zmírňuje až ruší negativní dopad vápnění na mineralizaci dusíku.

Krátkodobý účinek dusíkatého hnojení je znám poměrně dobře. Aplikace ledku amonného s vápencem zvýší obsah amonného a nitrátového iontu v půdě, může stimulovat půdní respiraci i zvýšit koncentrace bakterií (M a i a kol., 1980), jindy tyto účinky chybějí (L e t t l a L a n g k r a m e r, 1983) a zjišťuje se spíš částečná inhibice amonizace a nitrifikace (L e t t l, 1987). Močovina působí na mikroflóru mnohem účinněji. Mikroorganismy ji rychle rozkládají i při velkých výkyvech půdní vlhkosti (L o w a P i p e r, 1970). Její dusík je využíván bakteriální flórou, která se mohutně pomnoží (R o b e r g e a K n o w l e s, 1968). Rozkladem močoviny a později i mikrobiální biomasy dochází k obohacení půdy o amonný ion, který následně stimuluje nitrifikaci (M a i a F i e d l e r, 1977; M a i a kol., 1980). Popsané účinky močoviny na půdní mikroflóru mohou být zvýrazněny kombinací s vápněním nebo fosforečným hnojením (M a i a F i e d l e r, 1978, 1979, 1983). Tyto nápadné účinky byly zjišťovány v lesních porostech při povrchové aplikaci, která je poměrně nevýhodná (M a h m o u d a kol., 1980). V lesních porostech bez přizemní vegetace je účinek těchto hnojiv poměrně krátkodobý.

V zatravněných porostech se však zjišťuje účinek značně protrahovaný. Koncentrace bakterií jsou řádově zvýšeny ještě tři roky po aplikaci močoviny. Její kombinací s vápněním je příznivě ovlivněna amonizace. Ještě tři desetiletí po hnojení a vápnění zatravněných porostů jsou mikrobiální poměry v těchto půdách podstatně příznivější než na intaktní kontrolní ploše. Ovšem nelze už rozlišit účinek jednotlivých složek hnojení. Zdá se však, že aplikace draselného a fosforečného hnojiva neměla na mikroflóru zřetelný vliv.

Připomeňme, že pokusná plocha bez přizemní vegetace, vápněná a hnojená (N, P) rovněž v roce 1961, vykazovala po třech desetiletích chudší bakteriální osídlení půdy než plocha kontrolní (L e t t l, 1991). Naopak na zatravněných plochách byl po stejné době konstatován příznivý vliv na mikroflóru. Zdá se tedy, že přizemní vegetace immobilizuje živiny, které po jejím rozkladu jsou využívány opakovaně a mohou se tak uplatňovat podstatně delší dobu než v porostech bez přizemní vegetace.

L i t e r a t u r a

- LETTL, A.: Vývoj mikrobiálního osídlení lesních půd zatížených imisemi SO₂. *Lesnictví*, 32, 1986, s. 593-610.
- LETTL, A.: Vliv hnojení dusíkem na půdní mikroflóru v borových porostech. *Lesnictví*, 33, 1987, s. 97-108.
- LETTL, A.: Vztah půdní mikroflóry lesních porostů k půdní reakci. *Lesnictví*, 36, 1990, s. 97-112.
- LETTL, A.: Akutní a dlouhodobý vliv vápnění a hnojení na půdní mikroflóru lesních porostů. I. Vápnění smrkových porostů bez přizemní vegetace. *Lesnictví*, 37, 1991, č. 8-9 s. 655-662.
- LETTL, A. - LANGKRAMER, O.: Vliv opakovaného hnojení dusíkem na mikrobiální poměry v půdě smrkového porostu. *Lesnictví*, 29, 1983, s. 33-42.

LOMSKÝ, B.: 1989, osobní sdělení.

LOW, A.J. - PIPER, F.J.: The ammonification and nitrification in soil of urea with and without biuret. J.agric. Sci., 75, 1970, s. 301.

MAHMOUD, S.A.Z. - ISHAC, Y.Z. - SALEM, S.H. - EL-FOULY, M.Z.: Ammonification and nitrification of urea in different Egyptian soils as affected by its application at different depths. Zbl.Bakt.II., 135, 1980, s. 492-500.

MAI, H. - FIEDLER, H.J.: Wirkung von Hamstoff - und Kalkammonsalpeter-Düngung auf die Mikroflora und den Stickstoffumsatz im Kiefernrohhumus. Zbl.Bakt.II., 132, 1977, s. 251-272.

MAI, H. - FIEDLER, H.J.: Mikrobiologische und chemische Untersuchungen zur Melioration von Fichtenrohhumus auf phosphorarmen Mittelgebirgsstandorten. Zbl.Bakt.II., 133, 1978, s. 17-33.

MAI, H. - FIEDLER, H.J.: Bodenmikrobiologische Untersuchungen an einem Fichtendüngungsversuch im Rauchschadgebiet des Erzgebirges. Zbl.Bakt.II., 134, 1979, s. 651-659.

MAI, H. - FIEDLER, H.J.: Zur Wirkung forstlicher Düngungsmaßnahmen auf die Mikroflora von Boden und Oberflächengewässern in einem Wassereinzugsgebiet. Zbl. Mikrobiol., 138, 1983, s. 427-435.

MAI, H. - FIEDLER, H.J. - LEUBE, F.: Wirkung von Hamstoff - und Kalkammonsalpeter-Düngung auf die Mikroflora und den Stickstoffumsatz im Fichtenrohhumus. Zbl. Bakt. II., 135, 1980, s.563-574.

MATERNA, J.: 1985, osobní sdělení.

ROBERGE, M.R. - KNOWLES, R.: Ureaseaktivität in einem durch Gamma -Strahlen sterilisierten Fichtenhumus. Proc.Soil Sci.Soc. Am., 32, 1968, s. 518.

Došlo 11. 4. 1990

LETTL, A. (Forestry and Game Management research Institute, Jiloviště - Strmady): *Acute and long-term effect of liming and fertilization on the phytoedaphon of forest stands*. Lesnictví-Forestry, 38, 1992, (1):35-45.

The phytoedaphon of grass-covered forest stands were studied one, two to three and twenty-eight years after liming and fertilization. Grassing of stands decreases the effect of liming on soil pH and phytoedaphon and decreases or even interferes its negative impact on the mineralization of nitrogen. Mineral fertilization with nitrogen has the similar effect. In contrast to stands without ground vegetation, liming and parallel complete fertilization of grass covered stands have a favourable effect on phytoedaphon even after three decades. The explanation can be suggested that ground vegetation binds nutrients and thus enables their long-term replicate utilization.

forest stands; ground vegetation; biological activity of soil; nutrient cycle

Adersa autora:

RNDr. PhMr. Aleš Lettl, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Strmady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav

VLIV TĚŽEBNÍCH A DOPRAVNÍCH TECHNOLOGIÍ PŘI VÝROBĚ DŘÍVÍ NA KVALITU POVRCHOVÝCH VOD V OBLASTI BESKYD

J. Herynek

HERYNEK, J. (Lesnická fakulta VŠZ, Brno): *Vliv těžebních a dopravních technologií při výrobě dříví na kvalitu povrchových vod v oblasti Beskyd*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (1): 45-59.

V období 1988-1990 bylo odebráno a vyhodnoceno 35 vzorků povrchových vod a kvantifikován vliv přívalových a regionálních srážek na časový a prostorový vývoj znečištění vodárenského povodí řeky Ostravice. Vlivem bodových znečištění v lesnických aktivních pramenných částech povodí bylo prokázáno až čtyřnásobné zhoršení kyslíkového režimu, 11krát se zvýšil obsah amoniakálního dusíku pětikrát vzrostl obsah veškerého železa. Nejkritičtější se zvyšoval obsah nerozpuštěných látek 9,3 až 45krát. Tím byly tyto vody zařazeny do nejnižší V.třídy kvality podle platné ČSN 75 7221 jako vody velmi silně znečištěné. S ohledem na problematiku usaditelnosti a následné čištění koloidních substancí při vodárenském využívání je nutné všemi účinnými způsoby předcházet vzniku, vývoji a transportu erozních produktů v zájmu zabezpečení víceúčelového lesního hospodaření v ochranných pásmech tvorby a akumulace vodních zdrojů.

lesnické meliorace; povrchové vody; kvalita; těžební a dopravní procesy; prevence eroze

Používané těžebnědopravní technologie pro soustředování a dopravu dříví v lesním hospodářství ve spojení s uspořádáním, výstavbou a provozem dočasných i trvalých dopravních zařízení (lesní dopravní sítě) vytvářejí zvláště ve sklonitých lesnatých povodích významné předpoklady vzniku a vývoje erozních procesů. Tyto negativní účinky znamenají ve svých důsledcích i výrazná zhoršení kvality odtékajících povrchových vod. Zejména v povodích se závažnými vodohospodářskými zájmy tak dochází i k závažným prohřeškům při naplňování legislativních ustanovení § 17 zák. č. 138/73 Sb. a §§ 1 a 11 zák. č. 96/77 Sb.

Přitom lesy ochranných pásem vodních zdrojů představují v ČR 17 % výměry lesního půdního fondu výměrou okolo 400 tisíc ha, z nichž více než 1/3 podléhá v současnosti rozsáhlým imisním destrukcím. Lesy pramenných oblastí reprezentují již celých 26 % lesního půdního fondu plochou téměř 700 tisíc ha (K r e č m e r, 1988). Dočasná a trvalá transportní síť představuje v povodí vodárenské vodní nádrže Šance na řece Ostravici okolo 3 % plochy lesů. Při výměře lesní půdy v tomto povodí 12 733 ha to znamená výměru minimálně 382 ha, podléhající zejména důsledkem bohatých atmosférických srážek vysokých intenzit silné erozní činnosti a podmiňující následně vznik a transport významných objemů erozních produktů specifického zrnitostního charakteru (flyš, koloidy). K tomu je nutné ještě připočíst řadu kilometrů dočasné a trvalé hydričké sítě a dostáváme se k rozsáhlým délkovým i plošným výměrám, ohrožujícím aktivní erozní činnosti kvalitu povrchových vod této centrální oblasti rozsáhlého územního, lesního a vodohospodářského celku Beskyd.

Jestliže jako hlavní zásadu současnosti přijmeme ze závažných celospolečenských pohledů životní nutnost komplexního integrovaného přístupu k rozvoji našeho polyfunkčního lesního hospodářství právě v podobných významných oblastech tvorby a akumulace vodních zdrojů s pohledu celé Evropy, nabývají potom zřetelně jejich ochrany a tvorby prioritního významu nejen v samotných škodách primárních na lesních pozemcích, dopravních zařízeních a vodní síti, ale i druhotně

výrazným zhoršováním úpravárenských možností vodárensky využívaných povrchových vod, popř. i vznikajícími nánosy v tocích a všech nížeji položených zdržných prostorech nebo terénních depresích.

SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

Není tak dávno doba, kdy se existence erozních jevů na lesním půdním fondu teoreticky ani prakticky nepřipouštěla. Ale právě překotným rozvojem a někdy i neuváženým uplatňováním méně vhodných mechanizovaných technologií docházelo zákonitě i k výskytům erozních jevů a následně také ke studiu jejich vývoje, rozsahu a důsledků. Proto se také dosti častěji objevují výsledky těchto výzkumů a hodnocení ve světové, evropské a naší odborné literatuře lesnické, resp. vodohospodářské. Výsledky podobných výzkumů jsou ovšem poplatny metodickým přístupům a také geografickým a hospodářským podmínkám konkrétních lesních oblastí a celků, v nichž byly uskutečňovány.

V poměrně stručném výčtu uvádím proto pouze nejzávažnější tituly zvláště pro příbuzné územní a lesní poměry. Jako vstupní předpoklad vzniku eroze pokládá většina autorů odstranění půdního krytu, spojené často i s porušením svrchních půdních vrstev. Tyto situace jsou pak zvláště při vyšších denních srážkových úhrnech nad 30 mm · d⁻¹ (D o b e š, 1988) původcem vzniku a transportu plavenin i splavenin. Nárůst znečišťujících látek bývá obvykle nižší u organických látek (pětkrát) oproti anorganickým (13,3krát - P l a m o n d o n, 1982). L a i a S a m s u d d i n, 1985 prokázali 1,3 - 1,5násobný nárůst rozpuštěných látek, 2 - 4,5násobný vzrůst nerozpuštěných. Ovšem maximální naměřené objemy organických produktů dosáhly závratné hodnoty 130násobku, anorganické dokonce 197násobku výchozích měření (P l a m o n d o n, 1982). V poměrech Moravskoslezských Beskyd byl zjištěn v průběhu 2 dnů 48násobný vzrůst celkového objemu nerozpuštěných látek (B u z e k, 1981). Varující hodnoty propočtené ztráty půdní vrstvy výzkumných ploch a povodí byly zjištěny i v Západních Karpatech (M i d r i a k, 1986) v rozmezí 0,10 - 0,72 mm · r⁻¹. Ve vodárenském povodí Šance pro celé povodí byl vypočten úbytek 0,022 - 0,043 mm · r⁻¹, s plochy strží a nezpevněných dočasných komunikací dokonce 2,01 - 3,03 mm · r⁻¹ (B u z e k, 1981; D o b e š, 1988). Jako útěchu nelze brát ani prokázaný fakt, že transport rozpuštěných látek s výjimkou huminových látek, amoniakálního dusíku a veškerého železa byl celoplošně 2 - 5násobně vyšší ze zemědělských pozemků oproti lesním (M o l d a n, 1985).

Zajímavé je posouzení vlivu jednotlivých používaných technologií transportu dříví na objem plavenin a splavenin. Při základním objemu plavenin 27 m³ · ha⁻¹ · r⁻¹ za použití lanovky v polozávěsu bylo při animálním transportu naměřeno množství 1,2 - 4,2krát vyšší, u pásového traktoru 6,7krát více, při použití navijáku po terénu desetkrát a pro gravitační spouštění 7,6 - 11,9krát vyšší hodnoty celkovým objemem až 320 m³ · ha⁻¹ · r⁻¹ (Š a c h, 1987, 1989). Negativní dopady těžebnědopravních procesů odeznívají podle více autorů zhruba do jednoho roku po ukončení práce v povodích. Negativně přitom spolupůsobí např. rozsáhlá poškození půdního krytu, nevhodné uspořádání cestní sítě, neprovedení asanačních opatření, vysoká intenzita zásahu, vhodnost, způsob a období nasazení určité technologie i souběžný výskyt mimořádných

srážkových a odtokových situací. Velice podrobný literární přehled této dnes již rozsáhlé a významné problematiky prezentuje ve své stati Š a c h , 1990.

Závěrem lze konstatovat, že dosavadní výzkumy jednoznačně prokázaly závislost vzniku a výskytu erozních jevů na lesních půdách na užití technologických postupů těžby a primární dopravy dříví v úzké souvislosti s celkovými přírodními a hospodářskými podmínkami zkoumané oblasti. Při vyšších srážkových intenzitách zhruba nad 20 mm. d⁻¹ a v závislosti na předcházejícím vlhkostním stavu půdního povrchu dochází k výrazným nárůstům organických a zvláště anorganických látek, transportovaných povrchovými vodami. Důsledkem toho jsou jednak ochuzovány lesní půdy o nejurodnější půdní vrstvy a druhotně potom poškozována vodní síť a její zařízení zanášením nebo průvodními obtížemi při jejich vodárenském využívání.

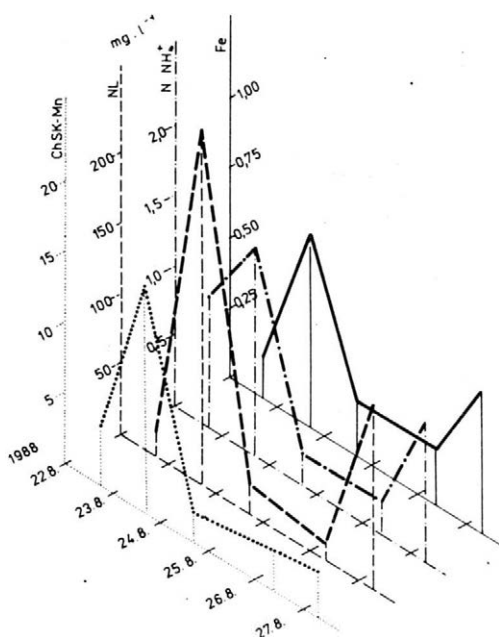
CHARAKTERISTIKA OBJEKTU VÝZKUMU

Terénní šetření, měření a hodnocení byla realizována v CHKO a CHOPAV Beskydy, jmenovitě v dílčím povodí vodárenského vodního díla Šance na řece Ostravici. Geomorfologický celek Moravskoslezských Beskyd, zeměpisně situovaný mezi 49°24' - 49°40' s.š. a mezi 18°01' - 18°45' v.d. představuje rozsáhlé území s výměrou 623 km², z toho vlastní povodí VN Šance k profilu hrázového tělesa reprezentuje 146,35 km². Střední výška povodí je 703 m n.m., střední sklon okolo 14°. Geologicky je výzkumné území tvořeno rozsáhlým godulským souvrstvím. Vyznačuje se rychlým střídáním pískovců a jílovců. V horních částech povodí přicházejí pak pískovce ístebňanské. V jemnozemi jsou tyto materiály charakteristické vysokými obsahy IV. frakce (60-70 %) i I. frakce (17-25 %).

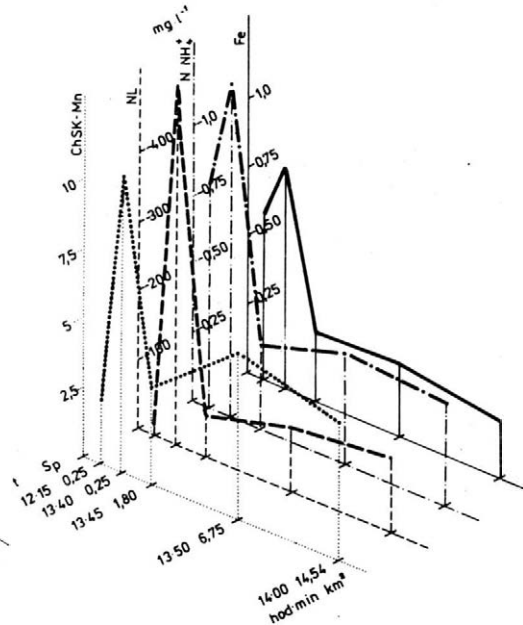
Hydrografická síť s výjimkou vlastní nádrže je orientována ve směrech Z-V, resp. V-Z. Střední výška dílčího výzkumného povodí Bílé Ostravice je 716 m, střední sklon mezi 10-14°, hustota erozní sítě dosahuje až kolem 3 km.km⁻², svrchní půdní vrstvy se vyznačují vysokou náchylností k erozi. Celé území vykazuje vysokou humiditu se srážkovými celoročními úhrny nad 1000 mm ($L_f = 200$), lesnatost přesahuje ve všech povodích 90 %, odtokový součinitel pro celé povodí VN Šance je 0,53 (0,44 - 0,65), specifický odtok 14,94 - 27,85 l . s⁻¹ . km⁻². Všechny tyto skutečnosti jenom zvýrazňují erodibilitu celého území. Přispívá k tomu i řada negativních faktorů jako jsou poškozené cesty v blízkosti vodotečí a jejich křížení bez přemostění, vedení přibližovacích linií a svážnic podél strží a ve strmých svazích v terénu s neúnosným podloží, nasazování mechanismů bez zřetele ke klimatické a hydrologické situaci, budování skládek v údolích u vodotečí a praktická neexistence potřebných asanačních opatření. B u z e k (1986) vyhodnotil v povodí Bílé Ostravice hustotu 1,41 km . km⁻² poškozených cest a skopů s plochou odpovídající 0,41 % plochy. V době práce mechanismů za období 1976 - 1983 dosahovaly zde průměrné koncentrace splavenin 0,042 - 0,156 g.l⁻¹ po průměrnou dobu 85,5 dnů během roku, což reprezentovalo 1,4 - 6,5násobek koncentrace plavenin bez přímých antropogenních zásahů (0,015 - 0,050 g.l⁻¹). Zvláště kriticky se projevují situace vysokých srážkových úhrnů značné intenzity během vegetačního období. Z drastických erozních údajů je možno uvést jaro 1981, kdy byl zaznamenán maximální specifický odtok plavenin v množství 178 t . km⁻² v průběhu jediného týdne. Přitom odnos plavenin z povodí Ostravice za uváděné osmileté období

byl vyhodnocen v průměrném množství $68,2 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$. Přepočty byly zjištěny úbytky půdy pro celé povodí v hodnotě $0,050 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1}$, s plochy stržové sítě a poškozených cest potom $3,59 \text{ mm} \cdot \text{r}^{-1}$. Nejrozšířenějším půdním typem jsou na daném flyšovém podloží různé variety hnědých lesních půd a podzolů. Zemitostně převládají půdy kamenité, jílovitohlinité a hlinitopísčité půdy, minerálně pouze středně bohaté až chudé. Vrcholové oblasti jsou tvořeny horskými podzoly. Podle charakteru místa a lokální mocnosti půdních překryvů se objevuje různě vysoký podíl šterkokamenitého rozpadu podložních hornin. Často dochází k různým stupňům degradačních stadií. V nižších nadmořských výškách zhruba do 700 m převažují okrové lesní půdy, zhruba do 1000 - 1100 m se vyskytují lesní půdy rezivé a výše pak pásmo humusových podzolů. Na holocenních náplavách jsou zastoupeny i glejové a oglejené půdy. Charakter podnebí je kontinentální, zařazeno do oblastí CH 6 a CH 7 (Q u i t t, 1971), vyznačujících se krátkým až velmi krátkým létem, které je navíc chladné, vlhké až velmi vlhké, přechodná období jsou dlouhá s chladným jarem a mírně chladným podzimem, zima dlouhá, mírná, chladná, vlhká s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Teplotní poměry jsou velmi rozmanité při uplatnění výškového členění i orientace ke světovým stranám a převládajícím větrům. I roční průběh srážek s minimem v zimě a maximem v létě a s poměrně vysokou rozkolísaností odpovídá kontinentálnímu klimatu. S 80 % zabezpečeností se vyskytují roční srážkové úhrny 739 - 1219 mm. Na klimatické stanici Lysá hora (1323 m) bylo např. naměřeno minimum 1098 mm (rok 1932) a maximum s úhrnem 2253 mm (rok 1913).

Jde také o oblast ovlivňovanou znečištěním vzduchu z emisních zdrojů ostravské průmyslové aglomerace i sousedního Polska s roční produkcí SO_2 kolem 200 tisíc tun a s dalšími asi 250 tisíci tunami tuhých škodlivin. Koncentrace škodlivin dosahují maxima v chladné polovině roku (leden, únor), nižší produkce je v teplé polovině roku (minimum v červenci). Průměrné dlouhodobé koncentrace SO_2 se pohybují v rozmezí $14 - 27 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$, u polévatvého prachu $39 - 52 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$. Nejkritičtější působení na lesní porosty však vykazují "rázová" kulminační znečištění při souběžích s vhodnými klimatickými situacemi (inverze), jejichž průměrný výskyt se pohybuje kolem $88 \text{ d} \cdot \text{r}^{-1}$. K polovině roku 1986 bylo postiženo imisemi již více než 37 % lesního fondu, prognózy více než 50 % zasažení imisemi k časové rovině 1990 bylo dosaženo již v roce 1987 (K a ň o k, 1987, 50,8 %). Lesní komplexy náležejí k vegetačnímu stupni jedlobukovému, v současných porostech nižších poloh převažuje smrk většinou v monokulturách se zastoupením 72 %, značně poškozovaný imisemi a zvěří. Hospodářský způsob a tvar lesa je pasečný, holosečný s krátkými obnovními dobami. Zvláště v posledních letech se zvětšuje rozsah imisních holin. Druhým v pořadí zastoupení je s 20 % buk, jedle je zastoupena asi 3 % v pramenných zónách, menšími podíly se vyskytují modřín a ostatní listnáče. V porostech až na výjimky převládají starší věkové třídy (ještě nedávno IV. a vyšší představovaly 54 %) i když imisní škody permanentně zvyšují zastoupení nižších věkových tříd. Přízemní patro je tvořeno bylinnými společenstvími, v prosvětlených porostech a na holinách i keřovitou vegetací. Se zřetelem k žádoucímu souběhu produkční a mimoprodukčních funkcí ekosystémů této oblasti by mělo lesní hospodářství preferovat všemi dostupnými formami polyfunkční přístupy, pro něž zatím ale nebyly vytvářeny všechny potřebné technologické a provozněekonomické předpoklady.



1. Časový průběh hlavních znečišťujících prvků v dílčí povodí o ploše $S_p = 1,41 \text{ km}^2$ - The time pattern of the main pollutants in a partial catchment area $S_p = 1.41 \text{ km}^2$



2. Hodnoty hlavních znečišťujících ukazatelů v podélném profilu dne 19. 7. 1989 - The values of the main pollutants in the lengthwise profile on 19th July 1989

MATERIÁL A METODY

Cílem výzkumných prací byla kvantifikace erozních účinků v dílčí výzkumné povodí VN Šance s přihlédnutím k vlivu použitých těžebnědopravních technologií, uspořádání a provedení zejména dočasné cestní sítě a důsledkům vznikajících erozních situací na vývoj znečištění v povodí a následně ve vlastní nádrži. Výzkumné práce probíhaly v týmu řešitelů samostatných etap formou ambulantních šetření, měření a rozborů během let 1986 až 1990. Celkově během 28 pracovních dnů bylo podrobně zhodnoceno téměř 70 km lesních cest a přilehlých nebo souvisejících lesních ploch. Odebráno bylo přitom celkem 35 vzorků povrchových vod k následným rozborům. Vlastní výzkumné práce byly v r. 1986 zaměřeny na metodickou a organizační přípravu prací, v r. 1987 na působení stavební činnosti při budování dočasné lesní cestní sítě na kvalitu povrchových vod, v roce 1988 byla sledována rychlost nástupu základů a nástup okalových situací spolu s kvantifikací vznikajících erozních produktů, transportovaných povrchovými vodami. V letech 1989 a 1990 byl zkoumán vývoj znečištění v povodí ve vztahu k jeho velikosti a v závislostech na vzdálenostech od primárního zdroje erozních produktů. V roce 1990 byly též práce vyhodnoceny a formulovány nejzávažnější závěry.

Je možné konstatovat, že i přes některé objektivní organizační a provozní potíže při vlastním provádění výzkumných prací byly předem stanovené metodické záměry a přístupy dodrženy, a tak docíleny prakticky homogenní a srovnatelné výsledky za celé výzkumné období 1986 - 1990. Bylo tedy i reálné provést zásadní hodnocení a vyslovit v závěru stati formulované závěry a doporučení jak pro praktický lesnický provoz, tak i pro další výzkumné práce v této důležité problematice. Se zřetelem k ekonomické významnosti důsledků erozních jevů na kvalitu povrchových vod je učiněn také pokus o alespoň dílčí formulování postižitelných ekonomických důsledků zkoumaných erozních procesů.

Výzkumná problematika také vyúsťuje i v žádoucí realizační opatření, která by měla formou všestranné prevence zabránit nebo alespoň minimalizovat erozní projevy na lesním půdním fondu vodárenského díla



3. Ústí přibližovací linky na lesní cestu - odběrné místo pro údaje tab. I - The entry of a skid track to the forest road - sampling site of the data presented in Tab. I



4. Průtok stálé vodoteče přes rozestavenou svážnici - The flow of a permanent stream across the slope road under construction

Šance a v obdobných přírodních a hospodářských poměrech. Kvalita povrchových vod byla aktuálně přehodnocena podle platné ČSN 757221 "Klasifikace jakosti povrchových vod", účinně platné od 1. 7. 1990, odběry průměrných vzorků se řídily platnou ČSN 757220 "Kontrola jakosti povrchových vod". Pro hodnocené vzorky vod byly uskutečněny zkrácené laboratorní rozborů pro 14 kvalitativních ukazatelů. Z ukazatelů kyslíkového režimu to byly maximálně tři: rozpuštěný kyslík (O_2), biochemická spotřeba kyslíku (BSK 5) a chemická spotřeba kyslíku manganistanem (ChSK-Mn), všechny v $mg \cdot l^{-1}$. V rámci chemických ukazatelů základních byla posuzována reakce vod (pH), teplota vody (t), obsahy rozpuštěných (RL) a nerozpuštěných látek (NL) včetně jejich zbytků po žhání, tedy s vyloučením organických substancí. Dále byly hodnoceny obsahy veškerého železa (Fe), amoniakálního dusíku ($N-NH_4^+$), dusitanového dusíku ($N-NO_2^-$), dusičnanového dusíku ($N-NO_3^-$) a veškerého fosforu (P), vše opět v $mg \cdot l^{-1}$.

Posuzované a hodnocené povrchové vody byly pak podle výše citované platné normy zařazovány do pěti kvalitativních tříd:

- I. třída - velmi čistá voda, vhodná pro všechna užití s vysokou krajinnou hodnotou
- II. třída - čistá voda, obvykle vhodná pro většinu užití s krajinnou hodnotou
- III. třída - znečištěná voda, obvykle vhodná jen pro průmyslové užití s malou krajinnou hodnotou
- IV. třída - silně znečištěná voda, obvykle vhodná jen pro omezené účely
- V. třída - velmi silně znečištěná voda nehodící se obvykle pro žádný účel

VÝSLEDKY

V souladu se zvolenou metodou bylo odebráno celkem 35 vzorků povrchových vod a laboratořemi vodohospodářské chemie podniku Povodí Moravy v Brně, resp.

UNIGEO též v Brně provedeny jejich následné rozborů jednotnými metodikami (podle Výzkumného ústavu vodohospodářského, Praha, 1965) v souladu s ČSN 830530 "Chemický a fyzikální rozbor povrchové vody" včetně doplňků a změn. Hodnocení rozborových hodnot ukazatelů kyslíkového režimu a ukazatelů chemického složení bylo prováděno podle ČSN 757221. Nejvýznamnější a charakteristické výsledky výzkumů jsou přehledně sestaveny v připojených grafech a tabulkách společně se vstupními charakteristikami samotných odběrových míst.

Nejnižší kvalita povrchové vody IV. - V. třídy byla zjištěna za stálého deště při ústí trasy využívané přibližovací linie v dílčím povodí Smradlavy nad Maxovým klauzem. Nejvýraznější znečištění vykázal kyslíkový režim (BSK 5, ChSK-Mn), obsah nerozpuštěných látek (NL) a dusitanový dusík (N-NO₂⁻). Obsah nerozpuštěných látek v množství téměř 5,5 g.l⁻¹ představuje při průměrném specifickém odtoku v tomto dílčím povodí $q = 14,95 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{km}^2$ celkový odnos pevných látek v množství 2,88 kg . h⁻¹ . ha⁻¹ při podobně narušeném povrchu lesní půdy. Pro maximální odtok při stoleté vodě Q₁₀₀ potom dokonce 354 kg . h⁻¹ . ha⁻¹. Podrobné údaje jsou uvedeny v tab.I.

V dílčím povodí pravobřežního přítoku potoka Smradlavy o ploše Sp = 1,41 km² byl hodnocen nástup a ústup zákalů ve vazbách na výskyt atmosférických srážek různého charakteru a intenzity. Již do 22 hodin po začátku regionálního deště (během tří dnů srážkový úhrn 34,4 mm) došlo ke snížení kvality povrchové vody zhruba o dvě kvalitativní třídy z nejvyšší I. až do III. - vod znečištěných. Přitom nejvýznamnější posuny byly zaznamenány u chemické spotřeby kyslíku manganistanem (ChSK-Mn) ze 4,2 na 16,2 mg . O₂ . l⁻¹ (tzn. čtyřikrát), u nerozpuštěných látek (NL) z 19 na 254 mg . l⁻¹ (více než 13krát) a u veškerého železa (Fe) z 0,15 na 0,70 mg . l⁻¹ (téměř pětikrát). Asi za 24 hodin po odeznění deště se kvalita vrátila přibližně na původní vysokou úroveň velmi čistých vod. Po nočních přeháňkách ze 26. na 27. 8. 1988 v úhrnu 13,1 mm již v ranních hodinách byl zjištěn téměř desetinásobný nárůst nerozpuštěných látek, u rozpuštěných látek byl zaznamenán pouze posun zhoršením o jedinou kvalitativní třídu. Zvláště v tomto povodí byla prokázána reakce znečištění povrchových vod na předcházející vlhkostní stav svrchních půdních vrstev, zejména při jejich předchozím narušení transportem dříví v závěsu nebo polozávěsu. Detailní průběh znečištění ve dnech 22.-27.8.1990 je pro tuto lokalitu patrný z grafu na obr. 1.

Nejzávažnější zhoršení vykazují dočasné přibližovací linky, trasované zcela náhodně podle momentálních potřeb co nejprůhodnějšího a hlavně nejkratšího vyklizení úmyslně nebo nahodile těženého dříví na odvozní místa. Jak dokumentuje přesvědčivě odběrné místo 3, jsou za bezdeští tyto lokality bez průtoku. Přitom jde o přibližovací linku délky 76 m s podélným sklonem až 20 % a s malou plochou sběrného území 0,04 km².

Po výše zmíněném regionálním dešti však zde nastal velmi intenzivní odtok se zákalem téměř 10 g nerozpuštěných látek na jediný litr odtékající vody při velmi špatném kyslíkovém režimu (V. třída) a vysokých množstvích dusitanového (V. třída) a amoniakálního dusíku (III. třída) i veškerého železa (III. třída). Již po 25 hodinách došlo za bezdeští k obrovskému snížení odnosu nerozpuštěných látek na pouhých 28 mg . l⁻¹, tedy na 1/35.

Podrobnější hodnoty průběhu kvality jsou uváděny v tab. I. Vliv přívalových srážek je dokumentován také na poměrně malém dílčím povodí "U mrežky" nad skládkou s

Základní údaje ¹				Rok ⁴⁸ : 1988					
Datum odběru ²		22.8.		23.8.		24.8.			
Hodina odběru ³		18:20		16:30		17:30			
Počasí ⁴		zataženo ⁵		zataženo, déšť ⁶		polojasno ⁷			
Charakteristika odběrného místa ⁸									
Umístění ⁹			vyústění přibližovací linky nad Maxovým klauzem, dl. 76 m, sklon do 20 %, bez stálého průtoku ³¹						
Nadmořská výška ¹⁰		H	m n. m.	655					
Průtok ¹¹			bez průtoku ¹²		intenzivní se zákal ¹³		normální ¹⁴		
Plocha povodí ¹⁵		S _p	km ²	0,04					
Ukazatele kyslíkového režimu podle ČSN 75 7221 ¹⁶									
1.	Rozpuštěný kyslík ¹⁷	O ₂	mg.l ⁻¹			8,5	I	10,7	I
2.	Biochemická spotřeba kyslíku ¹⁸	BSK-5	mg.l ⁻¹			80,5	V	2,2	II
3.	Chemická spotřeba kyslíku ¹⁹	ChSK-Mn	mg.l ⁻¹			158	V	4,0	I
Chemické ukazatele základní podle ČSN 75 7221 ²⁰									
1.	Reakce vody ²¹	pH				4,9	V	5,6	IV
2.	Teplota vody ²²	t	°C			11,6	I	14,6	I
3.	Rozpuštěné látky ²³	RL	mg.l ⁻¹			334	II	190	I
3a.	dtto, žíhané ²⁴	RL-ž	mg.l ⁻¹			114		57	
4.	Nerozpuštěné látky ²⁵	NL	mg.l ⁻¹			9936	V	28	II
4a.	dtto, žíhané ²⁴	NL-ž	mg.l ⁻¹			8832		19	
5.	Veškeré železo ²⁶	Fe	mg.l ⁻¹			1,2	III	0,2	I
6.	Amoniakální dusík ²⁷	N-NH ₄ ⁺	mg.l ⁻¹			1,3	III	0,45	II
7.	Dusitanový uhlík ²⁸	N-NO ₂ ⁻	mg.l ⁻¹			0,2	V	0,07	V
8.	Dusičnanový dusík ²⁹	N-NO ₃ ⁻	mg.l ⁻¹			7,0	III	3,0	II
9.	Veškerý fosfor ³⁰	P	mg.l ⁻¹			0,1	II	st.	I

basic data¹, date of sampling², hour of sampling³, weather⁴, cloudy⁵, cloudy and rainy⁶, partly cloudy⁷, characteristic of sampling site⁸, location⁹, above sea-level¹⁰, flow rate¹¹, no flow¹², intensive flow with water haze¹³, normal¹⁴, catchment area¹⁵, indices of oxygen rates pursuant to ČSN 75 7221¹⁶, dissolved oxygen¹⁷, biochemical oxygen demand¹⁸, chemical oxygen demand¹⁹, basic chemical indices pursuant to ČSN 75 7221²⁰, water acidity²¹, water temperature²², dissolved substances²³, annealed substances²⁴, insoluble substances²⁵, total iron²⁶, ammonia nitrogen²⁷, nitrite nitrogen²⁸, nitrate nitrogen²⁹, total phosphorus³⁰, the entry of a skid track to a site above Max's storage reservoir, length 76 m, slope to 20 %, no continuous flow³¹, year⁴⁸

výměrou 0,25 km².

K zásadnímu zhoršení kvality povrchové vody došlo již 25 minut po začátku bouřky. Obsah nerozpuštěných látek se v tomto dílčím povodíčku potoka Mezivodí (dříve Lučovec) zvýšil 78krát. Po 115 min od začátku regionálního deště došlo k 54násobnému zvýšení obsahu nerozpuštěných látek. Odeznění zákalů bylo registrováno nejpozději do 2-3 dnů po skončení srážkových situací. Potvrdily se průkazné negativní posuny kvality u kyslíkového režimu, u všech tří ukazatelů dusíkového režimu

Základní údaje ¹				Rok ⁴⁸ : 1989									
Datum odběru ²				14.7.		14.7.		17.7.		19.7.		19.7.	
Hodina odběru ³				10:10		10:50		10:15		12:15		12:40	
Počasí ⁴				začátek bouřky ³²		po bouřce polojasno ³³		zataženo bez deště ³⁴		trvalý liják ³⁵		stálý intenzivní děšť ³⁶	
Charakteristika odběrného místa ⁸													
Umístění ⁹				nad skládkou č. 37, odd. 309 A, "U mrežky", nad svážnicí Kocián z neopevněného příkopu a navazující erozní rýhy po předcházejícím přibližování kolovým traktorem ³⁷									
Nadmořská výška ¹⁰ H m n. m.				685									
Průtok ¹¹				zvýšený se zákal ³⁸		pouze mírný zákal ³⁹		normální téměř bez zákalu ⁴⁰		zvýšený se zákal ³⁸		zvýšený se zákal ³⁸	
Plocha povodí ¹⁵ S _p km ²				0,25									
Ukazatele kyslíkového režimu podle ČSN 75 7221 ¹⁶													
1.	Rozpuštěný kyslík ¹⁷	O ₂	mg.l ⁻¹	10,5	I	9,2	I	10,3	I	9,7	I	9,4	I
2.	Biochemická spotřeba kyslíku ¹⁸	BSK-5	mg.l ⁻¹	12,4	IV	1,5	I	1,1	I	3,9	II	6,8	III
3.	Chemická spotřeba kyslíku ¹⁹	ChSK-Mn	mg.l ⁻¹	19,3	IV	3,8	I	2,0	I	8,3	II	10,7	II
Chemické ukazatele základní podle ČSN 75 7221 ²⁰													
1.	Reakce vody ²¹	pH		4,9	V	5,0	V	4,8	V	5,1	V	5,7	IV
2.	Teplota vody ²²	t	°C										
3.	Rozpuštěné látky ²³	RL	mg.l ⁻¹	180	I	191	I	187	I	224	I	160	I
3a.	dtto, žíhané ²⁴	RL-ž	mg.l ⁻¹	38		62		48		60		40	
4.	Nerostné látky ²⁵	NL	mg.l ⁻¹	689	V	480	V	9	I	16	I	492	V
4a.	dtto, žíhané ²⁴	NL-ž	mg.l ⁻¹	535		380		5		10		364	
5.	Veškeré železo ²⁶	Fe	mg.l ⁻¹	0,9	II	0,4	I	0,01	I	0,6	II	0,8	II
6.	Amoniakální dusík ²⁷	N-NH ₄ ⁺	mg.l ⁻¹	1,7	IV	0,67	III	0,1	I	0,8	III	1,2	III
7.	Dusitanový dusík ²⁸	N-NO ₂ ⁻	mg.l ⁻¹	0,01	III	0,05	IV	0,0	I	st.	I	st.	I
8.	Dusičnanový dusík ²⁹	N-NO ₃ ⁻	mg.l ⁻¹	6,0	III	4,0	III	5,5	III	4,0	III	3,0	II
9.	Veškerý fosfor ³⁰	P	mg.l ⁻¹	0,01	I	0,02	I	0,0	I	st.	I	st.	I

For 1 - 4, 8 - 11, 15 - 30, 48 see Tab. I.,

rainstorm beginning³², partly cloudy after rainstorm³³, cloudy without rainstorm³³, cloudy without rain³⁴, continued downpour³⁵, continued intensive rain³⁶, above banking ground no. 37, compt. 309 A, "U mrežky" above the Kocián slope road from an unprotected ditch and adjacent erosive rill following skidding with wheeled tractor³⁷, increased flow with water haze³⁸, only slight haze³⁹, normal hardly and haze⁴⁰

(amoniakální, dusitanový i dusičnanový), mírnější pokles kvality byl zaznamenán u veškerého železa. Výsledky dokumentuje tab. II.

Byl též realizován pokus o vyhodnocení průběhu znečištění v podélném profilu dílčího povodí Mezivodí při regionálním dešti vysoké intenzity (během 2 dnů 18. a 19. 7. 1989 srážkový úhrn pro stanice HMÚ Bílá-Hlavatá, 770 m n.m. 35,1 mm a Staré

Hamry, 728 m n.m. 37,0 mm). Kvalita povrchových vod byla vyhodnocena pro odběrné profily s plochami povodí $S_p = 0,25; 1,80; 6,75$ a $14,54 \text{ km}^2$. Bylo prokázáno, že nejvyšší koncentrace znečišťujících látek se skutečně objevují v koncových poškozených částech dílčích povodí, v nichž se nacházejí lesnický provozně aktivní lokality a plochy. S narůstáním plochy povodí dochází k určitému stupni nařezávání zvláště nekontaminovanými přítoky z nepoškozených dílčích povodí. Dosažený příznivější stav zákalu se však potom s dalším nárůstem sběrné plochy a průvodním zvyšováním měrných průtoků podstatněji nemění a významněji nesnižuje. Prakticky u všech hodnocených ukazatelů, jak dokumentuje graf na obr. 2 zůstal totiž přibližně na stejné úrovni. Pouze s výjimkou obsahu nerozpuštěných látek prakticky nešlo o nižší než III. kvalitativní třídu, tedy vody znečištěné podle ČSN 757221.

Hodnocení vlivu bodového znečištění drobnou lokalitou nahodilé těžby v dílčím povodíčku $S_p = 0,15 \text{ km}^2$ v pramenné oblasti pravobřežního přítoku p.Mezivodí (dříve Lučovec) se zemní přibližovací linkou asi 300 m délky na rozsáhlé povodí Bílé Ostravice se potvrdilo i v roce 1990. V podélném profilu a na odběrných místech při $S_p = 0,15; 6,75; 14,54$ a $42,49 \text{ km}^2$.

Prokazatelně nejnižší kvalitu vykázal zdroj znečištění v koncové části povodí po přiblížení asi 2 svazků vytěženého dříví kolovým traktorem LKT zhruba do 4 h po ustání regionálního deště (od 9.7 ve 23,45 h do 10. 7. v 10,50 h úhm 24 mm). Svými účinky tento ojedinělý zásah ovlivnil prakticky celou délku toku rozsáhlého povodí Bílé Ostravice s výměrou $S_p = 42,49 \text{ km}^2$. Koncový profil vykázal v kyslíkovém režimu III. třídu kvality, obsahy veškerého železa a koncentrace vodíkových iontů pH zařadily tento vzorek do IV. třídy a nerozpuštěné látky jednoznačně do nejnižší V. třídy kvality. Směrem po toku se sice kvalita poněkud postupným nařezáváním zlepšila, ale přesto tento téměř bodový zdroj znečištění (koncové dotčené povodíčko představuje 2,4 % plochy hodnoceného povodí Bílé Ostravice). Chemická spotřeba kyslíku a obsah nerozpuštěných látek se zlepšily o 1 kvalitativní třídu, obsah celkového železa dokonce o 2 a pH se zvedlo až do nejvyšší I. kvalitativní třídy podle ČSN 757221. Podrobný průběh kvality je znázorněn v přiložené tab. III.

Povážlivý je u všech hodnocených lokalit a odběrných míst i za různých okalových situací zejména vysoký obsah nerozpuštěných látek, řadící hodnocené vzorky většinou jednoznačně do nejnižší kvalitativní třídy. Jsou to podle citované a platné ČSN vody velmi silně znečištěné nehodící se obvykle pro žádný účel a postrádající jakoukoliv krajinnotvornou hodnotu. V případě geografické a lesní oblasti Beskyd - Zadních hor jde o flyšovou oblast a tedy převahu nerozpuštěných látek koloidního charakteru velmi nesnadno přirozeně usaditelných a dokonce i velmi obtížně odfiltrovatelných. Jedná se tedy o významný činitel, ovlivňující bezprostředně možnosti a náklady vodárenského využití těchto povrchových vod v úpravárenských kapacitách vodárenské údolní nádrže šance na řece Ostravici, v jejíž horní části povodí byla všechna šetření, měření a hodnocení prováděna.

DISKUSE A ZÁVĚR

Na podkladě provedených výzkumů, rozborů a jejich hodnocení je možné v závěru poukázat na některá nejzávažnější zjištění a doporučit alespoň rámcové zásady pro

III. Ovlivnění kvality vody v podélném profilu vodoteče - The effect on water quality in the lengthwise stream profile

Základní údaje ¹				Rok ⁴⁸ : 1990							
Datum odběru ²				10.7.		10.7.		10.7.		10.7.	
Hodina odběru ³				15:10		14:50		14:40		13:50	
Počasí ⁴				zataženo až polojasno - konec regionálního deště v 10:50 ⁴¹							
Charakteristika odběrného místa ⁸											
Umístění ⁹				přítok na skládku ⁴²		nad mostem k vleku Mezivodí ⁴³		nad mostem na Salajku ⁴⁴		u bývalého nádraží Bílá ⁴⁵	
Nadmořská výška ¹⁰ H m n. m.				750		608		598		528	
Přítok ¹¹				zvýšený se zákal ³⁸ intenzivním ⁴⁷		zvýšený se zákal ³⁸		zvýšený se zákal ³⁸		zvýšený s patrným zákal ⁴⁶	
Plocha povodí ¹⁵ S _p km ²				0,15		6,75		14,54		42,49	
Ukazatele kyslíkového režimu podle ČSN 75 7221 ¹⁶											
1.	Rozpuštěný kyslík ¹⁷	O ₂	mg.l ⁻¹								
2.	Biochemická spotřeba kyslíku ¹⁸	BSK-5	mg.l ⁻¹								
3.	Chemická spotřeba kyslíku ¹⁹	ChSK-Mn	mg.l ⁻¹	13,84	III	7,20	II	7,52	II	7,52	II
Chemické ukazatele základní podle ČSN 75 7221 ²⁰											
1.	Reakce vody ²¹	pH		5,65	IV	7,74	I	7,70	I	7,77	I
2.	Teplota vody ²²	t	°C	15,4	I	15,1	I	16,0	I	16,3	I
3.	Rozpuštěné látky ²³	RL	mg.l ⁻¹	155	I	152	I	147	I	140	I
3a.	dtto, žíhané ²⁴	RL-ž	mg.l ⁻¹	104		100		89		87	
4.	Nerostné látky ²⁵	NL	mg.l ⁻¹	463	V	64	IV	88	IV	82	IV
4a.	dtto, žíhané ²⁴	NL-ž	mg.l ⁻¹	268		57		67		66	
5.	Veškeré železo ²⁶	Fe	mg.l ⁻¹	2,78	IV	0,71	II	0,56	II	0,42	I
6.	Amoniakální dusík ²⁷	N-NH ₄ ⁺	mg.l ⁻¹	0,10	I	0,10	I	0,10	I	0,10	I
7.	Dusitanový dusík ²⁸	N-NO ₂ ⁻	mg.l ⁻¹	0,02	III	0,02	III	0,02	III	0,02	III
8.	Dusičnanový dusík ²⁹	N-NO ₃ ⁻	mg.l ⁻¹	0,6	I	1,8	II	1,9	II	1,3	II
9.	Veškerý fosfor ³⁰	P	mg.l ⁻¹	0,02	I	0,02	I	0,02	I	0,02	I

For 1 - 4, 8 - 11, 15 - 30, 48 see Tab. I., 38 see Tab. II.

Cloudy to partly cloudy - end of local rain at 10:50 h⁴¹, inflow to the backing ground⁴², above the bridge to the Mezivodí ski-tow⁴³, above the Salajka bridge⁴⁴, at the former Bílá railway station⁴⁵, increased flow with visible water haze⁴⁶, increased with intensive haze⁴⁷

praktickou aplikaci v širším lesnickém provozu, při jeho kontrolách a řízení, v hospodářskoúpravnické praxi a konečně poskytnout další náměty pro teoretické i praktické směry výzkumů v tomto závažném a ekologicky významném směru dopadů celého rozsahu lesnických provozních činností a zásahů. Pokládám proto nejen za vhodné, ale nutné poukázat na následující závažné skutečnosti a okolnosti:

- Rozhodující pro tvorbu a transport všech produktů eroze jsou především těžbou a dopravou dříví narušená pramenní povodí s flyšovým podložím při nízkých podílech

humózních složek a vysokých množstvích obtížně sedimentujících koloidních substancí. Zdroj těchto splavenin je koncentrován na dočasných i trvalých transportních zařízeních a jejich stavební vybavenosti (brody, propusti, mosty, přejezdy, skládky, výhybny).

- Míře tvorby erozních produktů přispívá nekvalifikované nebo dokonce živelné trasování všech typů lesní dopravní sítě a nedostatečná technologická příprava těžebnědopravních procesů bez respektování přírodních a hospodářských podmínek daných lokalit a ploch při úmyslných nebo nahodilých těžbách dříví na erozi potenciálně ohrožených plochách.

- Tvorba a transport splavenin a plavenin plyne také z dlouhodobé absence správy, provozu a pravidelných údržeb všech typů lesní dopravní sítě trvalého i dočasného charakteru včetně jejich zařízení a všech řádů vodní sítě v povodích.

- Významná zhoršení kvality vod nastupují již po několika málo minutách až desítkách minut po začátku srážek přívalového charakteru a vysokých intenzit podle předchozího stupně zvlhčení svrchních půdních vrstev. Nepříznivě rychle narůstá především obsah nerozpuštěných látek (až $10 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ odtékající vody), až čtyřikrát se zhoršuje kyslíkový režim, 11násobně narůstá obsah amoniakálního dusíku a až pětkrát se zvyšuje obsah veškerého železa.

- Nejpodstatnější zhoršení prakticky až do nejnižší V. kvalitativní třídy podle ČSN 757221 nastává vysokými koncentracemi nerozpuštěných látek (naměřená zvýšení 9,3 až 45krát), ohrožující bezprostředně vodárenské využití povrchových vod.

- K téměř úplnému odeznění okalových situací dochází nejpozději do 2 - 3 dnů po skončení srážek ve vazbě na celkovou klimatickou situaci. Znečišťující jevy přímo v nádrži však přetrvávají mnohem déle.

- S ohledem na celkovou závažnost znečišťujících procesů v tomto povodí se jeví nejúčinnějším prostředkem důsledná a všestranná prevence vzniku a vývoje znečištění přímo v dílčích povodích cestou:

- kvalifikované volby a realizace vhodných těžebních technologií,
- citlivým řešením dočasných i trvalých transportních linií a jejich příslušným vybavením podle již známých kritérií,
- zavedením fungujícího principu uplatňování jednoduchých provozních asanačních opatření zejména na plochách soustředěných těžebnědopravních zásahů,



5. Rozbahněná přibližovací linie kolového traktoru v pramenné oblasti - A muddy skid track as a result of wheeled tractor traffic in the source region

- fungujícího systému vhodných technickohospodářských a represivních norem na všech organizačních úrovních lesního provozu,

- zlepšení péče o neupravené toky, dočasnou hydrografickou síť i o všechny prvky lesní dopravní sítě,

- využíváním stávajících resp. i navrhováním a realizací nových záchytných a usazovacích zařízení (např. malých vodních nádrží, průčných přehrázek, klauzů apod.) s účinnými návodními filtry i pro koloidní suspenze v krajních případech bezprostředního nežádoucího ohrožení nebo při selhání prevence.

Důsledky podobných stále častěji se opakujících situací vzniku, vývoje a transportu značných objemů erozních produktů z povodí jsou velice závažné. V oblasti produkční působí totiž významná ochuzení svrchních půdních vrstev o nejúrodnější část půdního horizontu. Propočítaná roční ztráta lesní půdy pouze pro povodí Bílé Ostravice o výměře $S_p = 42,49 \text{ km}^2$ činí okolo 1280 m^3 .

Mnou naměřené hodnoty odnosu představují při průměrných průtocích množství $2,88 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$, pro maximální odtoková množství v úrovni stoleté vody dokonce až $355 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$. A jedná se přitom o ztráty prakticky nenahraditelné, působící ještě navíc druhotné ekonomické škody na vodní síti, přilehlých pozemcích a vodních dílech. V dopadech na vodní hospodářství zasahuje transport koloidních suspenzí z flyšových lesních půd ekonomicky přímo cenu pitných i užitkových vod pro ostravskou aglomeraci. Okalové situace v průměrné délce trvání pouhých 35 dnů v roce vedou přímo ke snížení odběrů kvalitní vody a vyčísleným ročním škodám v úpravárenských zařízeních Šance - Nová Ves v celkové roční částce téměř 4,25 mil. Kčs v cenové hladině k 1.1. 1988 (D o b e š, 1988). Tyto orientační vyčíslitelné ekonomické údaje uvádím především pro zvýraznění závažnosti celé problematiky protierozní ochrany na lesních půdách Beskyd. Jde totiž o širokou a velmi závažnou komplexní problematiku vodohospodářskou, půdoochrannou a lesnickou, zasahující všemi svými důsledky i do sféry mimoekonomické. Už proto je nutné prevenci a sanaci potenciálních či vznikajících závažných poškození lesních půd, dopravních zařízení i vodní sítě věnovat nejvyšší pozornost. Je to totiž jednoznačný a závažný celospolečenský požadavek na lesní hospodářství této oblasti ve směru ochrany a utváření přírodního a životního prostředí v tom nejširším slova smyslu. A přitom řešení této závažné problematiky spočívá přece plně a beze zbytku v rukou lesních hospodářů a jejich spolupracovníků významné chráněné oblasti přirozené akumulace vod, jakou celé Moravskoslezské Beskydy nepochybně již řadu let představují.

Zejména pak v současné době, kdy se dovoláváme soustavně a cílevědomě ekologizace celého odvětví lesního hospodářství po řadě let konstatování a proklamací se přece jenom najde pochopení a snaha pro důsledné naplňování již dlouhodobě známých a osvědčených zásad a způsobů podstatného zmírnění erozních jevů v Beskydech. Jedině touto cestou lze vyloučit nebo alespoň minimalizovat jejich průvodní negativní důsledky na zachování a zlepšování úrodnosti lesních půd, na ozdravení povrchových vod a řadu dalších projevů na víceúčelové obhospodařování lesních ploch této významné geografické a lesní oblasti. Vyžadují to už nejen hospodářské či společenské zájmy všech lesníků, vodohospodářů nebo zúženého okruhu místních obyvatel, ale takřka životní zájmy celé naší současné společnosti.

- BUZEK, L.: Eroze proudící vodou v centrální části Moravskoslezských Beskyd. Praha, SPN 1981. 117 s.
- BUZEK, L. a kol.: Beskydy. Příroda a vztahy k ostravské průmyslové aglomeraci. Ostrava, Ped. fak. 1986. 349 s.
- DOBEŠ, V. a kol.: Výzkum antropogenních vlivů na vodní hospodářství v ekosystému Beskydy. [Závěrečná zpráva.] Ostrava 1988. 56 s. - Výzkumný ústav vodohospodářský.
- HERYNEK, J.: Vliv technologie dopravy dříví na kvalitu vod. [Závěrečná zpráva]. Brno 1990. 30 s. VŠZ.
- KANOK, F.: Ekonomické důsledky působení imisí v Severomoravských státních lesích. Lesnictví, 33, 1987, č. 7, s. 607 - 620.
- KREČMER, V.: Ochrana vod v lesním hospodářství. Vod. hosp. A, 1988, č. 6, s. 141-143.
- LAI, F.S. - SAMSUDDIN, M.: Suspended and dissolved sediment concentration of two disturbed lowland forested watersheds in Air Hitam Forest Reserve. Selangor. Pertanika, 1985, č. 1, s. 115-122.
- MIDRIAK, R.: K metodám měření povrchového odtoku a erozních podných strát v lesních porostech a nad hranicí lesa. Vodohosp. Čas., 34, 1986, č. 6, s. 653-657.
- MOLDAN, B.: Zhodnocení výsledků sledování geochemických parametrů regionálního znečištění. [Závěrečná zpráva.] Praha 1985. 163 s. - Ústřední ústav geologický.
- PLAMONDON, A.P.: Increase in suspended sediments after logging, and duration of the effect. Canad. Journ. Forest Research, 1982, č. 4, s. 883-892.
- ŠACH, F.: Vliv obnovních postupů a těžebnědopravních technologií na erozi půdy na obnovních sečích ve svahových polohách. Zprávy lesn. Výzk., 1987, č. 4, s. 19-22.
- ŠACH, F.: Vliv těžby na erozi půdy. Vodohosp. Čas., 1988, č. 2, s. 199-210.
- ŠACH, F.: Vliv lesní dopravní sítě na odtokové poměry imisních holosečí. Lesnictví, 1990, č. 2, s. 139-158.

Došlo 29.10. 1990

HERYNEK, J. (Faculty of Forestry, Brno): *Response of surface water quality on logging and timber hauling processes in the Moravian-Silesian Beskids*. Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (1) : 45-59.

Surface water quality in the catchment basin of the Šance water reservoir on the Ostravice river was studied from 1986 to 1990. Geomorphologically, this area is incorporated into the Western Beskids, being part of the Moravian-Silesian Beskids. There is a region of flysch bedrock including sandstone and clay stone rock bottom. Even though the forest cover reaches over 90 per cent, massive run-off of both fine-grained and coarse-grained suspended loads occurs with forest soil shrinkage up to 50 mm $\cdot$ yr⁻¹ in the heavy rain time. The enormously high run-off, 3.59 mm yr⁻¹, was detected from unforested ravines, gorges and ruinous roads. During the research period, 35 samples of surface water were analyzed. The speed of initial water haze under the influence of either rainstorms or local downpours was monitored. Moreover, the effect of catchment basin area and gradual occurrence of haze in the lengthwise stream profile depending on a distance of sources of erosive products was probed. Fourteen qualitative indices were described for all the samples (three indices of oxygen rates, four indices of basic chemical composition and seven affixed indices). Regulations ČSN 757220 "Surface water quality assurance" and ČSN 830602 "Evaluation and classification of surface water properties" were put to use. The results of water quality at the entry of a skid track to the forest road are presented in Tab. I (experimental plot No. 3). The most substantial decreasing trend was observed in oxygen rates, content of insoluble substances and nitrite nitrogen. Both the beginning and terminating of water haze in conjunction with dropping the quality up to two units down were estimated in detail in an additional catchment basin occupying the area $S_p = 1.41$ km². Chemical oxygen demand by permanganate got worse four times, content of insoluble substances rose 13 times and total content of iron ions went up nearly five times (Fig. 1). At a rainstorm, the considerable water quality decline followed by a gradual increase in the content of insoluble substances up to 78 times was reported in an additional catchment basin $S_p = 0.25$ km² after 25 minutes. Water quality restituted within two to three days (Tab. II). The process of contamination within the lengthwise profile of the Mezivodí stream was studied after a concentrated local rainfall. The highest concentrations of water-polluting materials were documented at the end of stream profile. Hence, the lowest quality of surface water was also demonstrated there. Down the stream, a gradual dilution of water polluting materials occurs without any decreasing tendency in water quality (Table III). The values of

crucial pollutants related to the time of sampling are presented in Fig. 2. The content of insoluble substances leading to the extremely negative sorting of the samples monitored is the most important pollutant. A disturbed catchment basin as a result of **LOGGING AND TIMBER HAULING PROCESS**, is the most relevant cause of both the creation and transport of erosive products. Temporary and permanent transport equipments, particularly the contact of the tools with watercourses, is another prime mover. An impairment of both wateriness in catchment basins and abuse of production technology result in the greater rate of erosion. An increasing trend in surface water pollution appears after a couple of minutes; the amount of pollutive material reaches 10 g insoluble substances l^{-1} surface water. The worst tendency seems to be observed in oxygen rates, content of ammonia nitrogen and total iron. Substantial failures in fresh water management practices occur owing to extreme concentrations of insoluble substances, sometimes up to 45 times higher than in the original state. An urgent importance should be attached to the fields as follows: (I) production technology; (II) timber transport; (III) construction of skid tracks in catchment basins; (IV) construction of roads in catchment basins; (V) sanitation of forest harvesting area; (VI) maintenance and repairs of water streams in catchment basins; (VII) building of sedimentation basins and settling outfits (in the case of failure of preventive measure against water contamination). The correct understanding and afterwards proper practices in the above-mentioned fields could cause (I) a downturn of financial expenses for water purification to be used as fresh water and (II) a decrease of soil erosion rates (reduction of soil run-off). This might result in both soil fertility improvement and surface water quality recovery.

forest amelioration; surface water; quality logging and processes; prevention of erosion timber hauling

INFORMACE PRO UŽIVATELE SLUŽEB CAB INTERNATIONAL

Vážení uživatelé,

sděluje vám, že v roce 1992 byla zástupci zemědělských informačních institucí zemí střední a východní Evropy - Bulharska, ČSFR, Maďarska, Polska, Rumunska a SSSR - založena informační síť Východ - Západ, jejímž cílem je udržovat kontakty s významnou zemědělskou informační institucí CAB International a rozšiřovat využívání jejich informačních produktů. ČSFR zastupuje v této síti Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství.

V listopadu 1991 byla podepsána dohoda mezi institucemi CAB International a Agroinform Budapešť, který se stal z titulu svého členství koordinátorem činnosti sítě Východ - Západ. Na základě podpisu této smlouvy mohou členské země sítě objednávat informační materiály CAB International za zvýhodněných finančních podmínek za předpokladu, že objednávky informačních institucí v jednotlivých členských zemích budou shromažďovány v jednom místě u národního zástupce sítě a budou předávány CAB International hromadně prostřednictvím koordinátora sítě Agroinform Budapešť.

Na informační produkty CAB International objednané tímto způsobem budou poskytovány následující slevy:

1. Tištěné referátové časopisy, primární časopisy a ostatní seriálové publikace

Předplatné běžného roku:	sleva 13 %
--------------------------	------------

Starší ročníky:

2 - 3 roky	sleva 13 %
------------	------------

4 - 8 let	sleva 33 %
-----------	------------

9 - 13 let	sleva 58 %
------------	------------

> 13 let	sleva 83 %
----------	------------

2. CAB Abstract na magnetické pásce nebo disketě, služby SDI, poskytování kopií primárních dokumentů:

sleva 13 %

3. Knihy a anotované bibliografie

sleva 18 %

4. Báze dat na CD-ROM

sleva 13 %

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství jako členská instituce informační sítě Východ - Západ vám nabízí zprostředkování objednávek informačních produktů CAB International za uvedených slev. Bližší informace vám poskytne:

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství

Ing. Helena S l e z á k o v á

odbor informačních systémů a mezinárodních vztahů

120 56 Praha 2, Slezská 7

tel. 25 74 75, 25 75 41/207; fax 25 70 90

PRÍSPEVOK KU KVANTIFIKÁCII VPLYVU LESNÝCH SPOLOČENSTIEV NA VODOHOSPODÁRSKE RIEŠENIE NÁDRŽÍ

J. Marko, J. Turčan

MARKO, J. - TURČAN, J. (Hydroconsult, Bratislava): *Príspevok ku kvantifikácii vplyvu lesných spoločenstiev na vodohospodárske riešenie nádrží*. Lesníctvi - Forestry, 38, 1992 (1): 61-77.

V projektových riešeniach vodných nádrží a v následných realizáciách stavieb sa dosiaľ nedostatočne zvažujú a využívajú možnosti ovplyvnenia vzťahov a väzieb prvkov v povodí biotechnickými opatreniami, smerujúcimi k funkčnému zabezpečeniu vodných diel. Cieľom práce je prispieť k poznaniu vplyvu plošného zastúpenia lesa v povodí (lesnatosti), ako rozhodujúceho typu biotechnických opatrení na hlavné parametre vodných nádrží, predovšetkým na veľkosť, akumulačného priestoru. Štatistickým hodnotením hydrologických dát vo väzbe na lesnatosť povodia sme pre podmienky Slovenska odvodili vzťah: $CvQ = f_1(q, L)$ (kde: CvQ je koeficient variácie prietokov, q priemerný špecifický odtok $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$; (L lesnatosť povodia %)). Povodia s vyšším zalesnením majú odtok vyrovnanejší, teda nižší koeficient variácie prietokov. Metódou opakovaného stanovenia objemu nádrže zo základného radu prietokov a z neho odvodených - transformovaných radov s rôznym koeficientom variácie prietokov sme stanovili vzťah: $V = f_2(CvQ)$, kde V je objem nádrže (v mil. m^3); CvQ je koeficient variácie prietokov. Tento všeobecný vzťah sme overili na príkladoch vodných nádrží Klenovec, Málinec a Starina. Substitúciou získaných závislostí možno potom odvodiť závislosť objemu nádrže od lesnatosti povodia: táto závislosť potom znamená, že lesnatosť povodia ako významný prvok, ovplyvňujúci vodnú bilanciu svojou regulačnou a vyrovnávajúcou funkciou, má v konečnom dôsledku vplyv na veľkosť potrebného objemu nádrže. Predkladaný príspevok si nekladie za cieľ vyriešiť daný problém, ale podieľať sa na spoločnej snahe vodohospodárov, poľnohospodárov a lesníkov o komplexné posúdenie ľudských aktivít v povodiach pripravovaných, či realizovaných vodných nádrží.

vodné nádrže; biotechnické opatrenia; lesnatosť povodia; variabilita odtoku

Jedným zo základných a účinných prostriedkov vodného hospodárstva v zabezpečovaní rastúcich požiadaviek na vodu, sú vodné nádrže.

V súčasnosti je riešenie funkčného poslania vodných nádrží založené na stochastickom ponímaní východiskových hydrologických veličín, ktorým sa prisudzuje charakter náhodných javov. Tento prístup však neumožňuje hodnotiť východiskové veličiny - priemerné denné, či mesačné prietoky - ako výsledok vplyvov ktoré v povodí modifikujú atmosférické zrážky od okamihu ich dopadu až k odtoku. Odvádza sa tým pozornosť projektantov od hľadania súvislostí medzi stavom povodia a možnosťami usmerňovať hospodársku činnosť človeka tak, aby bolo optimalizované jeho pôsobenie na obeh vody v povodí z hľadiska funkčného poslania vodných nádrží.

Predkladaný príspevok je zameraný na priblíženie sa k poznaniu vplyvov, súvisiacich s činnosťou človeka v povodí na funkcie vodných nádrží, osobitne na možnosť zapracovania vplyvu plošného zastúpenia lesa (lesnatosti) ako rozhodujúceho typu biotechnických opatrení, na stanovenie potrebného objemu nádrže.

VPLYV LESNATOSTI POVODIA NA VARIABILITU ODTOKU

V našich prírodných podmienkach sú rozhodujúcim zdrojom vody atmosférické zrážky. Ich výška sa v priebehu času mení. Sú prakticky neregulovateľným zdrojom vody v prírode a predurčujú veľkosť, časové i priestorové rozdelenie ostatných členov

v bilančnej rovnici. V konkrétnom povodí sú ďalej formované predovšetkým klimatickými a geofyzikálnymi podmienkami.

Z vodohospodárskeho hľadiska je rozhodujúci vplyv geofyzikálnych charakteristík povodia na utváranie odtoku. Najkomplikovanejší a doteraz najviac diskutovaný problém je vplyv lesa na odtok. Zatiaľ čo sa jednoznačne uznáva regulačná a vyrovnávajúca funkcia lesa v procese odtoku, otvorenou ostáva jeho vplyv na priemerný odtok vody z povodia. Protichodné hodnotenia vplyvu lesnatosti na dlhodobý priemerný odtok z povodia sú spôsobené podľa K r e š l a (1970) zložitou samotného javu a z toho vyplývajúcimi nedostatkami, vznikajúcimi nutným zjednodušením problému. Ďalej sú spôsobené i tým, že vplyv lesa, jeho konečný efekt sa rôzne uplatňuje v rôznych klimatických pásmach, poprípade i v takom istom pásme v období sucha a vlhka, pri rôznych pôdnych a geologických podmienkach.

Rastlinstvo, a najmä les ako najvyššia forma rastlinného spoločenstva, má veľký význam pri tvorbe podzemných vôd. Rozhodujúcu úlohu tu zohráva proces infiltrácie vody do pôdy. Pri sledovaní vodohospodárskej účinnosti horských lesov na experimentálnych plochách v Orlických horách K a n t o r (1986) zistil, že povrchový odtok vplyvom veľkej vsakovacej schopnosti lesných pôd tvoril v dospelom smrekovom poraste len 1 % zo zrážok.

Na základe meraní v rozličných oblastiach a podmienkach sa prišlo k jednoznačným názorom na väčšiu priepustnosť lesných pôd v porovnaní s pôdami na nelesných plochách. Závisí to od druhu, veku a zakmenenia porastu. K a n t o r (1983) považuje vertikálny priesak atmosférických zrážok pôdou s následným podzemným odtokom za najdôležitejšiu formu odtoku vôd z lesných porastov. Množstvo a dynamiku prirodzených zrážok, ktoré preniknú do pôdy a neskôr napoja pramene, považuje za jedno z určujúcich kritérií hydrickej účinnosti lesných porastov.

Vedľa faktorov neovládateľných, resp. dosiaľ len málo a vo veľkých povodiach nepodstatne ovplyvniteľných (geomorfologické vlastnosti, hydrografia riečnej site, geofyzicko-geografické vlastnosti) je relatívne najľahšie regulovateľná povrchová vrstva pôdy hospodárskou činnosťou človeka, najmä vegetačným krytom.

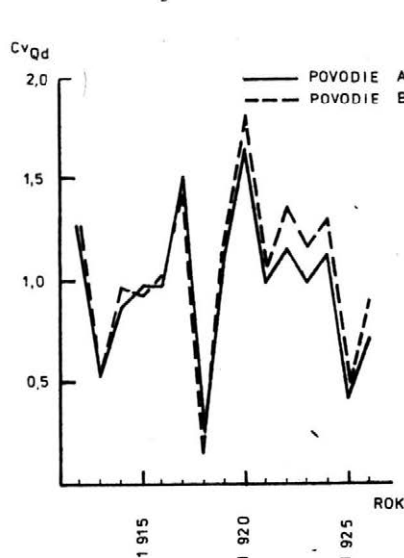
Najvýznamnejšími prvkami v povodí, ktoré ovplyvňujú vodnú bilanciю, sú lesné spoločenstvá, ktoré sú priestorovo a hmotne mohutnejšie a časovo dlhobokejšie, ako ktorékoľvek iné rastlinné spoločenstvo. Z toho vyplýva aj ich účinnosť pôsobenia na ďalšie zložky prírodného prostredia, vrátane schopnosti lesa tlmiť povodňové vlny a stabilizovať vodný režim na svojom území i nižšie po toku. Dôkazy o tom, že lesné spoločenstvá zmiernujú strmú povodňovú vlnu, znižujú a oneskorujú ich kulmináciu, vplývajú tiež na priebeh procesu odmäku a odtoku zo snehu, ktorý sa v zalesnených povodiach oneskoruje, vyrovnávajú odtok z povodia a skracujú dĺžky trvania období malých vodností, prinášajú mnohé práce našich i zahraničných autorov. Napr. G r a y (1970) uvádza príklady vyrovnávajúceho účinku lesa na kulminačné prietoky. A n d e r s o n a H o b b a (cit. G r a y, 1970) študovali vplyv výrubu lesa na kulminačné prietoky. Výsledky ukázali, že kulminačné prietoky sa po odlesnení povodia zvýšili o 31 až 56 %. M i t s c h e r l i c h (1971) uvádza výsledky pozorovania odtoku na ploche pôvodne pokrytej lesom a potom plne odlesnenej a následne opäť zalesnenej. Po odlesnení bola výška odtoku 2,5krát vyššia ako predtým. Absolútne najvyšší prietok pred odlesnením bol $0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ pri poľnohospodárskom využívaní

$7,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, teda deväťkrát vyšší. V našich podmienkach dôkazy o vyrovnávajúcom účinku lesa na odtok z povodia prinášajú najmä výsledky výskumov na experimentálnych povodiach, ktoré nájdeme napr. v publikáciách autorov V á l e k (1935, 1962), Č e r k a š i n (1958), Z e l e n ý (1979), C h l e b e k a J a ř a b á č (1982, 1984, 1986), ale tiež ďalšie práce napr. Č e r m á k (1954), F o j t a K r e č m e r (1975), K r e č m e r (1969), K r e č m e r a P e ř i n a (1976), K r e č m e r e t a l. (1982), K r e š l (1960, 1970), K ř e č e k e t a l. (1979), P e ř i n a a K r e č m e r (1983), V á l e k (1962), V a l t ý n i (1980). Závěry těchto prác a výsledky z malých experimentálnych povodí sa zhodujú v tom, že lesy sa v hydrologických procesoch v povodí prejavujú výrazným retenčným, akumulárným, retardačným a detenčným účinkom na odtok z povodia.

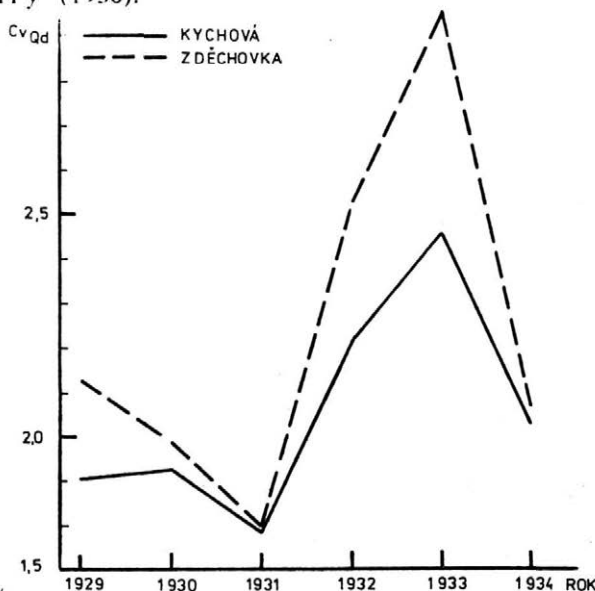
REGULAČNÁ A VYROVNÁVAJÚCA FUNKCIA LESA JE VŠEOBECNE UZNÁVANÁ A PREUKÁZANÁ. MÁ ZÁSADNÝ A VÝZNAMNÝ ÚČINOK V USMERŇOVANÍ ODTOKU

Problémom však zostáva kvantifikácia týchto plyvov vo forme použiteľnej v metódach výpočtu časových radov prietokov. Vyrovnávajúci účinok lesa na odtok je dostatočne preukázaný. Možno preto predpokladať, že povodia s vyšším zalesnením budú mať odtok vyrovnanejší, t.j. nižšiu hodnotu koeficientu variácie prietokov CvQ . Tento predpoklad sme overili na dvoch príkladoch.

Vypočítali sme koeficienty variácie denných prietokov v povodiach "A" a "B", ktoré uverejnili Bates a Henry (1930).



1. Koeficient variácie denných prietokov (CvQ_d) v rokoch 1912 až 1926 z údajov Bates C.G., Henry A.J. (1930) - The coefficient of the variation of daily flows (CvQ_d) in the years 1912 to 1926 from the data of Bates C.G., Henry A.J. (1930) - basin A — basin B



2. Koeficient variácie denných úhmov odtokov z povodia Kychovej a Zdechovky v rokoch 1929 až 1934 určené z údajov V á l k a Z. (1935) - The coefficient of the variation of the daily totals of flows from the Kychová and Zdechovka basins in the years 1929 to 1934 determined from the data of V á l e k Z. (1935)

Vstupné údaje sú z obdobia 1912 až 1926. V sedemročnom období 1912 až 1919 boli sledované povodia bez zásahu. Vypočítaný koeficient variácie denných prietokov v jednotlivých rokoch je striedavo vyšší v jednom a druhom povodí. Po odlesnení povodia "B", po roku 1919 sa tu zvýšil koeficient variability a trvale bol vyšší o 7 až 25 % než

I. Stanovenie koeficientu variácie denných prietokov (C_{vQd}) v rokoch 1912 až 1926 (Bates C. G., Henry A. J., 1930) - The determination of the coefficient of the variation of daily flows (C_{vQd}) in the years 1912 to 1926 (Bates C. G., Henry A. J., 1930)

Rok ¹	Priemerný denný prietok v roku ²		Smerodajná odchýlka denných prietokov ³		Koeficient variácie denných prietokov ⁴ C_{vQd}		$\frac{C_{vQd}^B}{C_{vQd}^A} \cdot 100$
	A	B	A	B	A	B	
1912	2287,0	2290,1	2685,2	2912,0	1,174	1,272	108,34
1913	1309,8	1427,4	716,5	739,2	0,547	0,518	94,70
1914	1523,8	1521,7	1327,3	1463,9	0,871	0,962	110,45
1915	1466,4	1481,2	1423,3	1379,3	0,971	0,931	95,88
1916	1524,4	1519,2	1479,8	1529,8	0,971	1,007	103,71
1917	2479,3	2685,4	3742,3	3950,4	1,509	1,471	97,48
1918	875,1	965,6	221,4	154,2	0,253	0,160	63,24
1919	1665,5	1611,1	1862,4	1974,9	1,118	1,226	109,66
1920	2150,8	2305,4	3554,9	4151,1	1,653	1,801	108,95
1921	1894,7	2278,8	1872,8	2407,8	0,988	1,057	106,98
1922	1874,4	2400,7	2181,9	3236,9	1,164	1,369	117,61
1923	1664,3	1962,0	1634,6	2295,6	0,982	1,171	119,25
1924	1956,8	2196,0	2198,8	2832,1	1,124	1,290	114,77
1925	1169,0	1338,8	491,0	639,3	0,420	0,478	113,81
1926	1211,9	1378,0	888,3	1264,8	0,733	0,918	125,24

year¹, average daily flow in the year², standard deviation of daily flows³, coefficient of variation of daily flows in the year⁴ C_{vQd}

v povodí "A", ktoré zostalo bez zmeny. Zmeny hodnôt koeficientu variácie denných prietokov dokumentuje tab. I a obr. 1.

Na výskum vodohospodárskeho významu porastov lesných drevín v našich podmienkach boli zamerané pozorovania v povodiach Kychovej a Zděchovy na severných úbočiach Javorníkov. Lesnaté povodie Kychovej má rozlohu 4,27 km² a bezlesé povodie Zděchovy 4,09 km². Koeficienty variácie úhrnov denných odtokov, určené z údajov publikovaných Válkom (Válek, 1935) za obdobie 1929 až 1934, sú vyššie v bezlesom povodí Zděchovy. Zmeny hodnôt koeficientu variácie úhrnov denných odtokov dokumentuje tab. II. a obr. 2.

Štatistickým rozborom radov priemerných mesačných prietokov vodomerných staníc slovenských tokov vo väzbe na lesnatosť povodí sa zistilo (Marko, 1987), že variabilita odtoku, vyjadrená koeficientom variácie priemerných mesačných prietokov (C_{vQm}) je závislá najmä od priemerného špecifického odtoku (q) a lesnatosti (L).

$$C_{vQm} = f_1(q \cdot L) \quad (1)$$

II. Stanovenie koeficientu variácie úhmov denných odtokov (Cv_{Qd}) v povodí Kychovej a Zděchovky v rokoch 1929 až 1934 (z údajov V á l k a Z., 1935) - The determination of the coefficient of the variation of the total of daily flows (Cv_{Qd}) in the Kychová and Zděchovka basins in the years 1929 to 1934 (V á l e k Z., 1935)

Rok ¹	Kychová			Zděchovka			$\frac{Cv_{Qd}^{Zděchovka}}{Cv_{Qd}^{Kychová}} \cdot 100$
	Priemerný denný odtok ² [m ³ .km ⁻²]	Smerodajná odchýlka ³ δ_{Qd}	Koeficient variácie ⁴ Cv_{Qd}	Priemerný denný odtok ² [m ³ .km ⁻²]	Smerodajná odchýlka ³ δ	Koeficient variácie ⁴ Cv_{Qd}	
1929	1,008	1,916	1,901	1,015	2,161	2,129	111,99
1930	1,166	2,249	1,929	1,360	2,682	1,987	103,01
1931	1,665	2,975	1,787	1,648	2,952	1,791	100,22
1932	0,942	2,090	2,219	0,927	2,337	2,521	113,61
1933	0,579	1,420	2,453	0,555	1,638	2,951	120,30
1934	0,674	1,366	2,027	0,952	1,941	2,039	100,59

year¹, average daily runoff² [m³.km⁻²], standard deviation³ δ_{Qd} , coefficient of the variation⁴ Cv_{Qd}

Sme si vedomí toho, že odvodený vzťah v tvare polynomu tretieho stupňa nemá všeobecnú platnosť, pretože vychádza z obmedzeného rozsahu vstupov. Boli použité charakteristiky z povodí s plochou do 500 km², kde možno predpokladať, že vplyv lesných spoločienstiev na variabilitu prietokov nie je zastretý ďalšími vplyvmi pochádzajúcimi z procesov industrializácie, urbanizácie a intenzifikácie poľnohospodárstva. Tiež zvolený tvar matematického vyjadrenia si vyžaduje ďalšie úpravy. Jeho upresnenie je však možné len s použitím rozsiahlej bázy, ktorými disponuje SHMÚ v Bratislave. Vopred možno predpokladať, že sa tu uplatní aj rajonizácia územia, pomocou ktorej možno zohľadniť aj ďalšie podmieňujúce faktory, ktoré zatiaľ nie sú kvantifikované.

KVANTIFIKÁCIA ZÁVISLOSTI OBJEMU NÁDRŽE OD KOEFICIENTU VARIÁCIE PRIETOKOV

Objem nádrže pri známom odbere a dostatočne dlhom rade priemerných mesačných prietokov sa vypočíta, s požadovanou zabezpečenosťou, postupnou bilanciou prítoku a odberu. Tento postup predstavuje dlhodobú simuláciu funkcie nádrže s použitím prietokových údajov z minulosti, za predpokladu ich stacionarity pre obdobie činnosti nádrže.

Vzťah medzi objemom nádrže (V) a variabilitou odtoku, charakterizovanou koeficientom variácie prietokov (Cv_Q)

$$V = f_2(Cv_Q) \quad (2)$$

možno získať stanovením objemu nádrže zo základného radu a z neho odvodených - transformovaných radov, ktoré sa odlišujú len hodnotou Cv_Q . Pre hodnoty mesačných prietokov odvodených - transformovaných radov bude platiť:

$$Q'_m = Q_a + k \cdot (Q_m - Q_a) \quad (3)$$

kde: Q'_m - prietoky transformovaných radov ($m^3 \cdot s^{-1}; l \cdot s^{-1}$),
 Q_m - prietoky základného radu ($m^3 \cdot s^{-1}; l \cdot s^{-1}$),
 Q_a - priemerný prietok základného radu ($m^3 \cdot s^{-1}; l \cdot s^{-1}$),
 k - voliteľný koeficient.

Pre charakteristiky variability prietoku bude potom platiť:

$$\delta Q'_m = k \cdot \delta Q_m \quad (4)$$

$$C_{vQ'_m} = k \cdot C_{vQ_m} \quad (5)$$

III. a Podklad pre riešenie objemu vodárenskej nádrže Klenovec - The basis for the project design of the reservoir of the Klenovec water reservoir

Povodie¹ : Hron
Tok² : Klenovecká Rimava
Stanica³ : Ráztočno (7480)
Plocha povodia⁴ : 88,7 km²
Priem. prietok⁵ : 0,820 m³ · s⁻¹

Priemerné mesačné prietoky [m³ · s⁻¹] v rokoch 1962 - 1984⁶

Rok ⁷	Mesiace ⁸											
	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
1962	0,710	0,470	0,340	0,350	0,990	2,420	0,560	0,420	0,340	0,330	0,290	0,140
1963	0,580	0,380	0,240	0,200	0,810	4,020	1,010	0,500	0,240	0,210	0,520	0,440
1964	0,330	0,200	0,070	0,060	0,500	0,550	0,170	0,300	0,170	0,100	0,250	1,750
1966	0,890	1,200	0,650	0,520	2,740	4,120	1,080	3,660	1,500	2,130	1,110	0,700
1965	0,500	0,970	0,560	4,200	1,780	0,850	0,780	0,830	0,680	0,640	0,460	0,320
1967	1,320	1,750	0,600	0,520	2,190	3,280	1,230	0,630	0,470	0,340	0,370	0,320
1968	0,310	0,400	0,310	0,650	0,660	0,530	0,410	0,280	0,160	0,270	0,300	0,320
1969	0,990	0,450	0,380	0,750	2,220	2,210	0,850	0,550	0,410	0,260	0,200	0,160
1970	0,280	0,280	0,500	0,380	1,440	5,150	1,570	1,000	0,910	0,970	0,480	0,390
1971	0,570	0,520	0,660	0,830	1,620	2,410	1,560	0,620	0,440	0,320	0,190	0,210
1972	0,260	0,230	0,190	0,550	0,880	1,120	3,320	1,650	0,750	0,400	0,450	0,330
1973	0,360	0,240	0,210	0,470	0,560	0,950	0,640	0,550	0,460	0,240	0,190	0,240
1974	0,220	0,210	0,230	0,720	0,460	0,290	0,410	0,990	0,460	0,410	0,350	5,590
1975	1,310	0,940	1,210	0,560	1,510	1,960	0,870	1,050	0,750	0,470	0,330	0,410
1976	0,300	0,280	0,340	0,240	0,380	0,980	0,770	0,790	0,320	0,270	0,580	1,290
1977	1,350	2,850	0,790	3,080	3,130	2,790	0,770	0,370	0,260	0,440	0,310	0,200
1978	0,250	0,170	0,140	0,150	1,460	1,770	3,720	1,430	0,630	0,360	0,190	0,210
1979	0,160	0,160	0,330	0,710	2,500	2,410	1,840	0,460	0,270	0,300	0,210	0,170
1980	1,280	0,780	0,660	0,360	0,860	1,890	1,430	0,850	0,850	0,400	0,310	1,350
1981	1,730	0,880	0,560	0,350	1,530	0,720	0,470	1,060	0,560	0,340	0,290	0,430
1982	0,400	0,350	0,480	0,370	0,880	1,600	0,670	0,390	0,260	0,230	0,200	0,240
1983	0,250	0,500	0,380	0,570	1,160	1,590	0,930	0,560	0,270	0,180	0,190	0,170
1984	0,150	0,170	0,150	0,150	0,380	0,680	2,600	1,340	0,320	0,360	0,790	1,190

basin¹, stream², station³, the area of basin⁴, average flow⁵, average monthly flows [m³ · s⁻¹] in the years 1962 - 1984⁶, year⁷, months⁸

kde: δQ_m - smerodajná odchýlka transformovaného radu,
 δQ_m - smerodajná odchýlka základného radu,
 CvQ_m - koeficient variácie transformovaného radu,
 CvQ_m - koeficient variácie základného radu.

Stanovením objemu nádrže pre základný a transformované rady z neho odvodené, pri rovnakom odbere a rovnakej zabezpečení, získame známymi štatistickými metódami hľadaný vzťah (2). Závislosť podľa vzťahu (2) sme overili na príkladoch vodných nádrží (VN) Klenovec, Málinec a Starina.

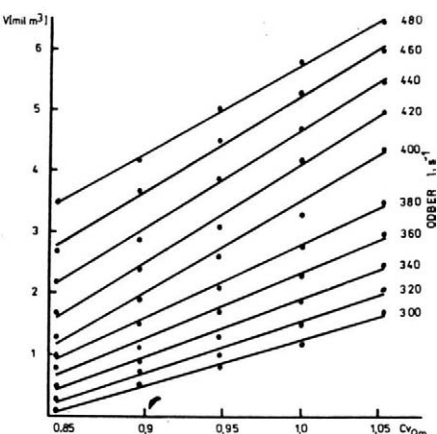
Základom pre overenie vzťahu (2) pre VN Klenovec bol rad priemerných mesačných prietokov (Q_m) v stanici Ráztočno - na toku Klenovecká Rimava v rokoch 1962 až 1984 (tab. III). Objemy nádrže boli stanovené zo základného radu priemerných mesačných prietokov a transformovaných radov pri rôznych odberoch. Získané výsledky sú zostavené v tab. IV. Pole bodov závislosti mesačných prietokov je pre každý odber vyrovnané priamkou v tvare:

$$V = a \cdot CvQ_m + b \quad (7)$$

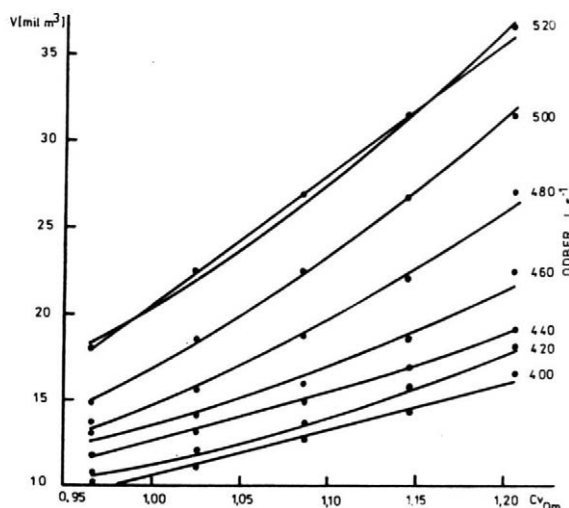
III. b Príklad transformovaného radu priemerných mesačných prietokov, vytvoreného podľa vzťahu (3) úpravou koeficientom $k=0,8$ z reálneho radu priemerných mesačných prietokov v stanici Ráztočno - The example of transformed series of average monthly flows, arranged according to the relation (3) by the help of coefficient $k=0.8$ from the real series of the monthly flows at the Ráztočno station

Rok ⁷	Mesiace ⁸											
	XI.	WII.	I.	II.	III.	IV.	V	VI.	VII.	VIII.	IX.	X
1962	0,731	0,539	0,435	0,443	0,955	2,099	0,611	0,499	0,435	0,427	0,395	0,275
1963	0,627	0,467	0,355	0,323	0,811	3,379	0,971	0,563	0,355	0,331	0,579	0,515
1964	0,427	0,323	0,219	0,211	0,563	0,603	0,299	0,403	0,299	0,243	0,363	1,563
1965	0,875	1,123	0,683	0,579	2,355	3,459	1,027	3,091	1,363	1,867	1,051	0,723
1966	0,563	0,939	0,611	3,523	1,587	0,843	0,787	0,827	0,707	0,675	0,531	0,419
1967	1,219	1,563	0,643	0,579	1,915	2,787	1,147	0,667	0,539	0,435	0,459	0,419
1968	0,411	0,483	0,411	0,683	0,691	0,587	0,491	0,387	0,291	0,379	0,403	0,419
1969	0,955	0,523	0,467	0,763	1,939	1,931	0,843	0,603	0,491	0,371	0,323	0,291
1970	0,387	0,387	0,563	0,467	1,315	4,283	1,419	0,963	0,891	0,939	0,547	0,475
1971	0,619	0,579	0,691	0,827	1,459	2,091	1,411	0,659	0,515	0,419	0,315	0,331
1972	0,371	0,347	0,315	0,603	0,867	1,059	2,819	1,483	0,763	0,483	0,523	0,427
1973	0,451	0,355	0,331	0,539	0,611	0,923	0,675	0,603	0,531	0,355	0,315	0,355
1974	0,339	0,331	0,347	0,739	0,531	0,395	0,491	0,955	0,531	0,491	0,443	4,635
1975	1,211	0,915	1,131	0,611	1,371	1,731	0,859	1,003	0,763	0,539	0,427	0,491
1976	0,403	0,387	0,435	0,355	0,467	0,947	0,779	0,795	0,419	0,379	0,627	1,195
1977	1,243	2,443	0,795	2,627	2,667	2,395	0,779	0,459	0,371	0,515	0,411	0,323
1978	0,363	0,299	0,275	0,283	1,331	1,579	3,139	1,307	0,667	0,451	0,315	0,331
1979	0,291	0,291	0,427	0,731	2,163	2,091	1,635	0,531	0,379	0,403	0,331	0,299
1980	1,187	0,787	0,691	0,451	0,851	1,675	1,307	0,843	0,843	0,483	0,411	1,243
1981	1,547	0,867	0,611	0,443	1,387	0,739	0,539	1,011	0,611	0,435	0,395	0,507
1982	0,483	0,443	0,547	0,459	0,867	1,443	0,699	0,475	0,371	0,347	0,323	0,355
1983	0,363	0,563	0,467	0,619	1,091	1,435	0,907	0,611	0,379	0,307	0,315	0,299
1984	0,283	0,299	0,283	0,283	0,467	0,707	2,243	1,235	0,419	0,451	0,795	1,115

For 7, 8 see Tab. III a



3. Graf funkcie $V = f(CvQ_m)$ pre vodnú nádrž Klenovec - The graph of the $V = f(CvQ_m)$ function for the Klenovec water reservoir



4. Graf funkcie $V = f(CvQ_m)$ pre vodnú nádrž Málinec - The graph of the $V = f(CvQ_m)$ function for the Málinec water reservoir

kde: V - objem nádrže v mil. m^3 ,

CvQ_m - koeficient variácie priemerných mesačných prietokov,

a, b - parametre priamky stanovené metódou najmenších štvorcov.

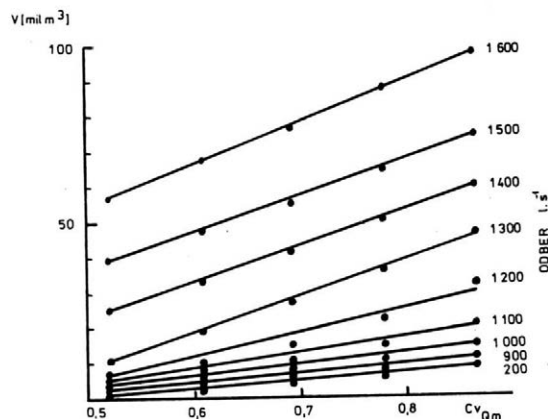
Graf funkcie (2) pre VN Klenovec je na obr. 3.

IV. Závislosť objemu nádrže (V) a koeficientu variácie priemerných mesačných prietokov (CvQ_m) nádrže Klenovec - The dependence of reservoir volume (V) and the coefficient of the variation of average monthly flows (CvQ_m) of the Klenovec water reservoir

Poradové číslo ¹	Odber [$l.s^{-1}$] ²	Objem nádrže pri $CvQ_m [mil.m^3]^3$					Parametre priamky ⁴		Koeficient korelácie ⁵
		$k=0,8$ $CvQ_m=0,84$	0,85	0,9	0,95	1,0	a	b	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	300	0,1	0,5	0,8	1,2	1,7	7,402	-6,167	0,996
2	320	0,3	0,7	1,0	1,5	2,1	8,351	-6,809	0,992
3	340	0,5	0,9	1,3	1,9	2,5	9,489	-7,589	0,994
4	360	0,8	1,1	1,7	2,3	3,0	10,626	-8,309	0,991
5	380	1,0	1,5	2,1	2,8	3,5	11,955	-9,170	0,997
6	400	1,3	1,9	2,6	3,3	4,4	14,424	-10,994	0,993
7	420	1,7	2,4	3,1	4,2	5,0	15,941	-11,854	0,996
8	440	2,2	2,9	3,9	4,7	5,5	15,936	-11,290	0,998
9	460	2,7	3,7	4,5	5,3	6,0	15,558	-10,331	0,997
10	480	3,5	4,2	5,0	5,8	6,5	14,420	-8,690	0,999

ank¹, sample [$l.s^{-1}$]², reservoir volume at $CvQ_m [mil.m^3]$, straight line parameters⁴, correlation coefficient⁵

5. Graf funkcie $V = f(CvQ_m)$ pre vodnú nádrž Starina - The graph of the $V = f(CvQ_m)$ function for the Starina water reservoir



Pre overenie vzťahu (2) na príklade VN Málinec sme použili rad priemerných mesačných prietokov, ktorý bol pre potreby riešenia VN Málinec v projektovej úlohe transformovaný z 50ročného radu priemerných mesačných prietokov I_{pfa} v profile Holiša, z obdobia 1931 až 1980 do profilu nádrže jednoduchou analógiou na základe transformačného súčiniteľa $c = 0,242$, odvodeného SHMÚ v Bratislave (tab. V). Pole bodov objemov nádrže v závislosti od CvQ_m je pre rôzne odbery vyrovnané krivkou v tvare:

$$V = a \cdot Cv^C_{Qm} \quad (8)$$

Graf funkcie (2) pre VN Málinec je na obr. 4. Výsledky výpočtov sú zostavené do tab. VI.

Pre riešenie vzťahu (2) na príklade VN Starina sme použili rad priemerných mesačných prietokov, ktorý pre potreby projektovej prípravy určil SHMÚ v Bratislave hydrologickou analógiou. Odvodený rad priemerných mesačných prietokov za časové obdobie 1931 až 1965 je v tab. VII. Podobne, ako v prípadoch VN Klenovec a VN Málinec, sme získané výsledky zostavili do tab. VIII a závislosť (2) vyjadrenú v tvare priamky (7) znázornili graficky na obr. 5.

Získané výsledky overenia závislosti medzi objemom nádrže a koeficientom variácie priemerných mesačných prietokov dokazujú, že medzi týmito veličinami jestvuje veľmi tesná, temer funkčná závislosť, ktorú najlepšie vystihuje funkcia:

$$V = a \cdot Cv^C_{Qm} + b \quad (9)$$

kde: V - objem nádrže v mil. m³,
 Cv^C_{Qm} - koeficient variácie priemerných mesačných prietokov,
 a, b, c - parametre krivky.

Parametre a, b, c možno pre konkrétny prípad získať metódou opísanou v tejto kapitole, využitím úpravy základného radu prietokov pomocou vzťahu (3) a opakovaného výpočtu objemu nádrže z modelových radov s rôznym CvQ_m . Výsledky, t.j.

V. Podklad pre riešenie objemu vodárenskej nádrže Málíneec - The basis for the project design of the volume of the Málíneec water reservoir

Povodie¹ : Hron
 Tok² : Ipeľ
 Stanica³ : Málíneec
 Plocha povodia⁴ : 81,56 km²
 Priem. prietok⁵ : 0,85 m³ . s⁻¹

Priemerné mesačné prietoky [m³ . s⁻¹] odvodené hydrologickou analógiou pre profil Málíneec z meraní v rokoch 1930 - 1980⁹

Rok ⁷	Mesače ⁸											
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1931	2,030	1,730	0,780	3,900	3,050	2,760	0,960	0,250	0,120	0,020	0,210	0,370
1932	1,250	0,640	0,430	0,350	0,710	1,940	0,680	0,690	0,200	0,090	0,060	0,070
1933	0,180	0,240	0,140	0,670	0,470	0,170	0,470	0,210	0,150	0,080	0,050	0,190
1934	1,030	0,460	0,680	0,470	2,220	0,920	0,200	0,250	0,110	0,005	0,180	0,110
1935	0,680	0,870	0,600	2,090	2,190	0,990	0,530	0,350	0,070	0,080	0,110	0,150
1936	0,250	0,750	2,440	3,820	3,050	1,750	2,560	1,920	0,520	0,360	0,170	0,430
1937	0,590	0,650	0,220	0,780	10,990	2,020	0,590	0,660	0,240	0,750	0,860	0,630
1938	0,480	3,460	0,750	0,680	2,150	0,480	0,950	0,750	0,460	0,530	1,200	0,640
1939	0,790	1,390	1,430	1,010	3,530	1,910	4,160	1,350	0,310	0,250	0,280	1,340
1940	0,630	2,260	0,350	0,370	5,060	2,320	1,090	1,240	1,300	0,620	0,440	0,700
1941	2,590	0,390	0,810	4,820	4,260	2,230	2,520	0,930	0,490	0,250	0,190	0,220
1942	1,180	0,330	0,320	0,450	2,690	1,740	1,370	0,620	0,100	0,110	0,050	0,060
1943	0,110	0,130	0,080	0,390	0,230	0,190	0,190	0,230	0,200	0,050	0,050	0,050
1944	0,120	0,110	0,180	0,070	1,080	0,600	0,660	0,550	0,600	0,420	0,090	0,370
1945	2,590	1,870	1,250	0,710	1,890	1,350	0,680	0,350	0,210	0,130	0,100	0,140
1946	0,660	0,930	0,270	1,060	1,050	0,220	0,090	0,240	0,110	0,060	0,040	0,060
1947	0,080	0,170	0,110	2,040	3,680	0,890	0,330	0,270	0,130	0,020	0,010	0,010
1948	0,090	0,320	1,040	0,680	0,580	1,230	0,370	0,450	0,290	0,140	0,160	0,140
1949	0,180	0,130	0,420	0,170	0,290	0,190	0,310	0,110	0,030	0,120	0,130	0,120
1950	1,080	1,760	0,370	2,290	0,950	0,650	0,450	0,130	0,020	0,010	0,080	0,150
1951	0,740	2,410	0,780	1,710	4,400	1,960	2,200	1,980	0,380	0,310	0,330	0,410
1952	0,370	0,400	0,570	2,410	2,050	2,830	0,590	0,910	0,100	0,100	0,260	0,250
1953	3,840	2,070	3,990	0,950	0,430	0,380	0,690	1,040	1,080	0,460	0,200	0,210
1954	0,210	0,190	0,120	0,180	1,650	0,400	1,260	1,790	1,820	0,340	0,250	0,180
1955	0,200	0,970	0,890	2,630	2,170	1,060	0,320	0,630	0,470	1,360	1,130	0,880
1956	0,790	1,100	0,850	0,450	1,920	1,920	0,770	0,410	0,240	0,190	0,190	0,190
1957	0,220	0,260	0,200	0,820	0,640	0,370	0,420	0,450	0,490	0,220	0,240	0,200
1958	0,240	0,400	0,500	0,800	1,290	2,150	0,250	0,260	0,280	0,140	0,070	0,230
1959	0,440	1,140	1,180	0,460	0,870	0,560	1,030	0,310	0,390	0,190	0,140	0,170
1960	0,210	0,510	0,350	0,600	0,900	0,720	0,370	0,640	2,160	1,330	0,430	0,760
1961	1,630	2,170	1,200	0,560	0,730	0,330	0,350	0,480	0,260	0,140	0,040	0,090
1962	0,660	0,760	0,730	0,960	2,230	2,370	0,470	0,290	0,170	0,100	0,100	0,100
1963	0,660	0,350	1,570	0,590	4,040	2,020	0,470	0,340	0,210	0,220	0,650	0,700
1964	0,470	0,390	0,300	0,360	0,910	0,500	0,200	0,180	0,190	0,120	0,140	0,880
1965	0,470	0,390	0,300	0,360	0,910	0,500	0,200	0,180	0,190	0,120	0,140	0,880
1966	1,170	0,240	0,560	5,030	1,010	0,660	0,540	0,380	0,430	0,420	0,310	0,360
1967	1,550	1,470	0,430	0,700	2,760	2,810	0,790	0,640	0,280	0,200	0,290	0,260
1968	0,240	0,440	0,670	0,730	0,560	2,450	0,240	0,150	0,080	0,100	0,200	0,090
1969	0,620	0,350	0,980	2,950	2,220	1,170	0,440	0,330	0,280	1,350	0,260	0,160
1970	0,290	0,430	1,360	0,950	3,820	4,070	0,970	0,790	0,930	0,050	0,370	0,310
1971	0,420	0,570	0,420	1,420	0,980	1,250	1,160	0,620	0,320	0,210	0,160	0,140
1972	0,230	0,240	0,180	0,510	0,450	0,630	2,140	1,150	0,460	0,310	0,440	0,270
1973	0,620	0,260	0,290	0,920	0,440	0,590	0,390	0,610	0,350	0,090	0,080	0,110
1974	0,180	0,170	0,310	0,870	0,440	0,290	0,460	0,580	0,360	0,220	0,190	4,770
1975	1,260	1,300	1,000	0,480	1,560	2,200	0,580	0,690	0,430	0,350	0,380	0,340
1976	1,260	0,410	0,780	0,380	0,460	1,040	0,610	0,320	0,120	0,180	0,600	1,530
1977	1,720	4,160	2,100	5,910	2,390	2,220	0,750	0,320	0,390	0,640	0,290	0,290
1978	0,380	0,310	0,320	0,560	1,030	1,380	2,960	0,910	0,520	0,290	0,230	0,230
1979	0,250	0,320	0,920	2,310	1,570	1,820	1,510	0,390	0,180	0,180	0,150	0,190
1980	0,710	0,700	0,600	0,850	2,140	1,650	1,410	0,960	0,610	0,360	0,370	1,040

For 1 - 5, 7, 8 see Tab. III.a average monthly flows in m³ . s⁻¹ derived by means of hydrological analogy for the Málíneec profile from the measurements at the Holiša station in the years 1930 - 1980⁹

VI. Závislosť objemu nádrže (V) a koeficientu variácie priemerných mesačných prietokov (Cv_{Qm}) nádrže Málinec - The dependence of reservoir volume (V) and the coefficient of the variation of average monthly flows (Cv_{Qm}) of the Málinec water reservoir

Poradové číslo ¹	Odber [l.s ⁻¹] ²	Objem nádrže pri Cv_{Qm} [mil.m ³] ³					Parametre priamky ⁴		Koeficient korelácie ⁵
		$k=0,8$ $Cv_{Qm}=0,97$	0,85 1,03	0,9 1,09	0,95 1,15	1,0 1,21	a	b	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	400	10,10	11,16	12,54	14,32	16,57	10,682	2,215	0,994
2	420	10,89	12,12	13,69	15,67	18,12	11,570	2,280	0,995
3	440	11,86	13,28	14,93	16,86	19,07	12,655	2,128	0,998
4	460	13,02	14,15	15,91	18,58	22,54	13,600	2,442	0,981
5	480	13,82	15,67	18,32	22,04	27,16	14,820	3,022	0,991
6	500	14,95	18,58	22,55	26,88	31,55	16,968	3,345	0,999
7	520	18,00	22,50	27,00	31,50	36,00	20,50	3,097	0,997

For 1 - 5 see Tab IV.

závislosť podľa vzťahu (2) v prípadoch VN Klenovec a Starina potvrdzujú lineárnu závislosť $c=1$.

KVANTIFIKÁCIA VPLYVU LESNATOSTI POVODIA NA VODOHOSPODÁRSKE RIEŠENIE NÁDRŽÍ

V konkrétnych podmienkach možno štatistickým rozborom hydrologických charakteristík radov prietokov vo väzbe na lesnatosť povodia získať vzťah (1). Ak sa preukáže platnosť vzťahu (1), čo závisí predovšetkým od množstva vstupných údajov a ich presnosti, možno túto závislosť medzi variabilitou odtoku (prietokov v toku) a lesnatosťou v povodí využiť pri viacerých riešeniach vodohospodárskych úloh, najmä spresnením analógiou odvodzovaných radov prietokov v prípadoch, kedy je v danom profile nedostatok meraní, alebo tieto vôbec chýbajú.

Substitúciou získaných závislostí, vyjadrených vzťahmi (1) a (2), možno odvodiť závislosť objemu nádrže od lesnatosti povodia:

$$V = f_2(f_1(L)) \quad (10)$$

Táto závislosť (10) potom znamená, že lesnatosť povodia, t.j. zastúpenie plochy lesov v povodí, ako významného prvku ovplyvňujúceho vodnú bilanciú svojou regulačnou a vyrovnávajúcou funkciou, má v konečnou dôsledku vplyv na veľkosť potrebného objemu nádrže.

ZÁVER

V dnešných podmienkach intenzívneho vplyvu ľudských aktivít na prírodné prostredie sa stáva zabezpečenie dostatku vody v požadovanom objeme a kvalite

VII. Podklad pre riešenie objemu vodárenskej nádrže Starina - The basis for the project design of the reservoir of the Starina water reservoir

Povodie¹ : Bodrog - Hornád

Tok² : Cirocha

Stanica³ : Starina

Plocha povodia⁴ : 131,0 km²

Priem. prietok⁵ : 1,61 m³ · s⁻¹

Priemerné mesačné prietoky [m³ · s⁻¹] odvodené hydrologickou analógiou pre profil Starina z meraní v rokoch 1930 - 1965⁹

Rok ⁷	Mesiace ⁸											
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1931	7,050	1,190	2,520	1,090	4,940	2,720	0,970	0,700	0,420	0,810	2,390	2,330
1932	3,330	1,000	1,380	0,630	1,580	7,030	1,940	0,620	0,520	0,640	0,320	0,660
1933	0,980	0,880	0,360	0,600	2,660	1,110	1,530	2,380	2,360	0,860	1,140	2,040
1934	4,070	0,700	0,560	0,680	3,590	0,970	0,510	0,590	1,730	0,710	0,960	0,730
1935	1,850	1,490	0,550	2,060	3,150	3,400	1,000	1,290	0,500	0,430	0,620	0,850
1936	0,740	2,110	4,170	3,800	2,880	2,210	0,830	1,140	0,540	0,680	0,940	2,930
1937	2,250	1,260	0,640	2,030	9,350	3,150	0,760	0,500	0,550	1,260	0,510	0,410
1938	1,220	2,480	0,900	1,010	6,120	3,530	2,760	1,650	1,310	1,480	0,920	0,630
1939	1,690	1,620	1,240	1,890	2,170	1,330	3,330	0,950	0,770	0,750	0,420	0,870
1940	1,360	1,870	0,420	0,360	2,660	5,430	1,580	3,850	3,150	3,230	3,400	1,210
1941	2,390	0,510	0,470	4,510	3,840	5,250	4,720	1,400	1,810	2,170	4,310	1,940
1942	2,480	2,780	0,760	0,500	2,440	4,350	2,140	0,940	0,640	0,600	0,340	0,410
1943	0,560	0,970	0,340	1,340	1,520	1,170	0,810	0,830	1,180	0,490	0,420	0,340
1944	1,320	0,980	0,980	2,520	2,740	6,360	1,970	1,770	0,900	0,710	0,370	1,440
1945	3,210	2,500	1,650	6,700	5,600	3,260	2,000	1,870	1,480	1,300	0,680	1,360
1946	0,950	1,800	1,000	1,560	3,350	1,240	0,540	0,640	0,570	0,450	0,420	0,420
1947	0,960	0,750	0,450	0,770	3,920	2,260	0,530	0,800	0,490	0,370	0,490	0,360
1948	1,150	1,540	4,460	2,390	1,760	1,930	0,570	3,130	2,750	0,740	0,510	0,670
1949	0,710	0,590	1,190	0,960	0,510	2,990	1,090	0,590	1,730	1,780	0,660	0,430
1950	1,210	2,390	1,310	3,530	2,390	2,170	0,760	0,440	0,380	0,810	0,460	0,780
1951	1,920	4,710	1,010	3,610	3,670	1,960	3,100	1,050	0,620	0,880	1,140	0,870
1952	0,560	1,160	1,340	1,350	2,360	6,640	1,810	1,070	0,420	0,370	0,770	3,810
1953	4,970	4,450	3,900	2,370	3,720	2,110	0,930	3,040	1,050	1,600	0,640	0,610
1954	0,970	0,430	0,830	0,060	3,340	2,560	0,210	0,430	0,270	0,440	0,670	0,590
1955	0,560	0,630	3,490	4,620	4,590	2,390	1,490	1,170	1,900	1,050	0,490	0,750
1956	0,590	2,540	2,400	1,020	2,600	4,420	0,900	0,540	0,750	0,520	0,420	0,460
1957	0,530	1,770	0,930	5,990	2,830	1,810	3,770	1,380	0,540	0,400	0,420	0,330
1958	0,370	3,310	0,510	4,610	3,300	4,070	1,390	0,640	1,180	0,730	1,310	2,300
1959	1,760	3,170	1,710	1,580	2,300	2,620	1,260	1,000	0,680	0,570	0,270	0,190
1960	0,280	1,030	1,380	1,680	1,940	1,060	1,040	1,180	2,420	0,880	0,670	1,310
1961	1,820	1,980	1,170	0,690	1,550	0,830	0,440	0,570	0,200	0,100	0,070	0,050
1962	0,090	0,120	0,550	0,240	2,670	5,130	1,490	1,790	0,600	0,360	0,100	0,090
1963	0,960	0,420	0,820	0,050	3,330	2,550	0,800	0,420	0,270	0,430	0,660	0,570
1964	0,600	0,420	0,320	0,370	4,080	5,200	1,280	0,400	0,350	0,420	0,420	0,820
1965	1,770	2,650	0,780	0,890	5,020	2,580	2,300	3,270	1,870	1,870	0,970	0,440

For 1 - 5, 7, 8 see Tab IIIa, 9 see Tab. V.

limitujúcim faktorom rozvoja spoločnosti. Jednou z ciest riešenia tohoto problému je akumulácia vody v nádržiach, ktorých návrh by vychádzal zo spoľahlivo určených vstupných údajov. Je to spoločný problém vodohospodárov, poľnohospodárov a lesníkov. Uspieť možno len spoločným postupom pri komplexnom zvažovaní všetkých záujmov vo vzťahu k daným možnostiam konkrétneho územia. Príprava i realizácia vodohospodárskych diel preto nesmie byť len úlohou vodohospodárov samých. Musíme prekonať bariéru úzkeho odborného náhľadu na riešenie problematiku a viesť

VIII. Závislosť objemu nádrže (V) a koeficientu variácie priemerných mesačných prietokov (Cv_{Qm}) nádrže Starina - The dependence of reservoir volume (V) and the coefficient of the variation of average monthly flows (Cv_{Qm}) of the Starina water reservoir

Poradové číslo ¹	Odber [l.s ⁻¹] ²	Objem nádrže pri Cv_{Qm} [mil.m ³] ³					Parametre priamky ⁴		Koeficient korelácie ⁵
		$k=0,6$	0,7	0,8	0,9	1,0	a	b	
		$Cv_{Qm}=0,52$	0,607	0,693	0,780	0,867			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	800	1,2	2,9	4,6	6,8	9,0	22,493	-10,696	0,997
2	900	2,2	4,0	6,1	8,0	11,1	25,146	-11,156	0,994
3	1000	3,8	5,9	8,2	11,1	15,2	32,300	-13,557	0,990
4	1100	5,4	8,1	10,9	15,0	21,6	45,340	-19,239	0,979
5	1200	7,1	10,7	15,0	22,1	32,6	71,992	-32,419	0,975
6	1300	11,7	19,0	27,2	36,3	47,2	101,853	-42,345	0,997
7	1400	25,6	33,1	41,6	50,8	60,6	101,157	-27,802	0,998
8	1500	39,9	47,5	55,9	65,0	75,1	101,389	-13,623	0,998
9	1600	57,3	68,0	77,8	88,00	98,5	118,110	-3,977	0,999

For 1 - 5 see Tab IV.

dialog so všetkými, ktorí majú úprimnú snahu o komplexné riešenie nastolených vodohospodárskych problémov. I keď predložená práca obsahuje viacero nezodpovedaných otázok, bola vedená práve snahou naznačiť smer ďalšieho postupu hydrologického výskumu, ktorý by mal veľmi praktický vodohospodársky dopad s nezanedbateľnými ekonomickými dôsledkami i ekologickými dopadmi.

Literatúra

- BATES, C. G. - HENRY, A.J.: Forest and Streamflow Experiment at Wagon Wheel Gap., 1930.
- BENICKÝ, J.: Vodárenská nádrž Málinec, štúdia súboru stavieb, vodohospodárske riešenie nádrže. Bratislava, VVIP. 1985.
- ČERKAŠIN, A.: Vliv lesa na hydrologický režim našich toků. Lesnictví, 1958, č. 4, s. 729-734.
- ČERMÁK, M.: Odtokové pomery malého povodí, Vod. Hospod., 1954, č.1, s. 9-12.
- FOJT, V. - KREČMER, V.: Tvorba horizontálnych srážek z mlhy a jejich množství ve smrkových porostech středohorské oblasti. Vodohosp. Čas., 1975, č. 6.
- GRAY, D.M.: Handbook on the principles of Hydrology. Washington, 1973.
- CHLEBEK, A. - JARABÁČ, M.: Nové poznatky z měření srážek totalizátory v beskydských experimentálních povodích ve vztahu k odtokům vod. Vodohosp.Čas., 1982, č. 2.
- CHLEBEK, A. - JARABÁČ, M.: Změny maximálních průtoků v důsledkuporostních obnov v malých beskydských povodích. In: Funkce lesů v životním prostředí. In: Zborník referátov zo sympózia. Bmo, Vys. šk. zem., 1986, s. 81-91.
- CHLEBEK, A. - JARABÁČ, M.: Rozbor odtokových kulminací v beskydských experimentálních povodích. Lesnictví, 30, 1984, č. 5, s. 383-396.
- KANTOR, P.: Hydrická účinnost smrku a buku ve vegetačním období. Lesn. Práce, 1983.
- KANTOR, P.: Vodohospodářská funkce horských smrkových a bukových porostů Lesnictví, 30, 1984, č. 6, s. 471-490.
- KREČMER, V.: Vodohospodářské vlivy lesů. Stud. Inform. ÚVTIZ, 1969, s. 104.
- KREČMER, V. - PEŘINA, V.: Zásady hospodaření v lesích vodohospodářského určení. Práce výzk. Úst. lesn. Zbraslav Smady, 1976, č. 2.
- KREČMER, V. - KŘEČEK, J. - ŘÍHA, J.: Obhospodařování lesů pramenných oblastí jako součást (subsystém) vodohospodářské soustavy. Vodohosp. Čas., 1982, č. 3, s. 279-297.

- KREŠL, J.: Výpar v zalesněném a bezlesém povodí. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd. Brno, 1960, č. 3.
- KREŠL, J.: Vliv lesnatosti povodí na odtok. [Správa čiastkovej úlohy]. Brno, Vysoká škola zemědělská 1970.
- KŘEČEK, J. - ZELENÝ, V. - KEMEL, M.: Vliv lesní těžby na velikost odtoku vody z povodí. Vodohosp. Čas., 1979, s. 155-169.
- MARKO, J.: Nevyhnutné biotechnické opatrenia v projektovom zabezpečení vodných diel. [Kandidátska dizertačná práca.] Brno 1987 - Vysoká škola zemědělská.
- MITSCHERLICH, G.: Wald, Wachstum und Umwelt, Waldklima und wasserhaushalt., Frankfurt am Main, 1971, s. 363.
- PEŘINA, V. - KREČMER, V.: Zásady hospodaření v lesních ochranných pásmech vodních zdrojů. Lesn. Práce, 1983, č. 8 s. 343-354.
- VÁLEK, Z.: Výzkum a výsledky pozorování vlivů porostů na odtok srážkových vod v bystrinných povodích Kychové a Zděchovy. Praha, Ministerstvo zemědělství 1935.
- VÁLEK, Z.: Lesy, pole a pastviny v hydrologii pramenných oblastí Kychové a Zděchovy. Práce a Stud., 106, (Výzk. Úst.vodohosp. Praha), 1962.
- VALTÝNI, J.: Vplyv lesnatosti povodia na odtok. Vodohosp. Čas., 1980, č. 3 s. 286-297.
- ZELENÝ, V.: Výsledky lesnicko-hydrologického výzkumu v experimentálních beskydských povodích. Vodohosp. Čas., 1979, č. 6.

Došlo 31. I. 1990

MARKO, J. - TURČAN, J. (Hydroconsult, Bratislava): *Contribution to the quantification of the effect of forest communities on the approach to the projects of reservoirs from the water management aspect.* Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (1): 63-77.

The possibilities of the regulation of relations and linkage of elements in a basin by help of biotechnical measures, leading to the functional provision of waterworks, are not sufficiently considered and utilized in the projects of water reservoirs. The aim of the work is to contribute to the study of effects of forest percentage in a basin, as significant type of biotechnical measures, on the main parameters of water reservoirs, first of all on the size of accumulation space. For the conditions of Slovakia we derived the following relation by means of statistical evaluations of hydrogeological data in relation to the forest percentage of the basin: $CvQ \cdot f_1(q \cdot L)$ (where CvQ is the coefficient of flow variation; q is the average specific runoff ($l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$); L is forest percentage of the basin (%)). Basins with a higher forest percentage have the runoff more balanced, i.e. the lower coefficient of flow variation. On the basis of the method of repeated determination of reservoir volume from the basic series of flows and from those derived - transformed from it with various coefficient of flow variation the following relation was determined: $V = f_2(CvQ)$ where V is the reservoir volume ($mill m^3$); CvQ is the coefficient of flow variation. This general relation was verified on the examples of water reservoirs the Klenovec, Málinec and Starina. Dependence of reservoir volume on the forest percentage of basin could be derived by means of the substitution of obtained dependences. This dependence means accordingly that the forest percentage, as a significant element which has an effect of the water balance by its regulating and balancing function, has in the final consequence also effect on the size of required reservoir volume. The aim of the contribution is not to resolve the given problem, but rather to participate in the mutual efforts of the workers from agriculture, water and forest management in the complex evaluation of human activities in the basins of water reservoirs projected or already constructed.

water reservoirs; biotechnical measures; forest percentage of basin; variability of runoff

Adresa autorů:

Ing. Jozef Marko, CSc., Ing. Jozef Turčan, CSc., Hydroconsult, Radlinského 37, 815 43 Bratislava

EXPERTNÍ SYSTÉMY NA PODPORU ROZHODOVÁNÍ MAJÍ UPLATNĚNÍ I V LESNÍM HOSPODÁŘSTVÍ

M. Novotný, K. Vosátka

NOVOTNÝ, M. - VOSÁTKA, K. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště - Stmady): *Expertní systémy na podporu rozhodování mají uplatnění i v lesním hospodářství*. Lesnictví-Forestry, 38, 1992 (1) : 79-89.

V úvodu článku je konstatováno, že do současné doby byla automatizace rozhodovacích procesů v čs. lesním hospodářství zaměřena výhradně na problémy dobře strukturované. Tyto problémy jsou však v praktické řídicí činnosti naprosto v menšině. Zde naopak převládají problémy špatně strukturované, pro jejichž řešení se známé a dobře automatizovatelné metody operačního výzkumu obvykle nehodí. Jednou z cest, která tuto, pro další rozvoj automatizace řídicího procesu v lesním hospodářství nepříznivou situaci řeší, jsou tzv. systémy na podporu rozhodování. Význačnou vlastností těchto systémů je velká flexibilita, která umožňuje jejich přizpůsobování se subjektivním požadavkům uživatelů. Součástí systémů na podporu rozhodování jsou také expertní systémy. Expertní systémy představují v podstatě systémy, které pomocí soustavy účelové řešených automatizovaných procedur odvozují z báze znalostí expertního systému nové znalosti, dávající uživateli odpověď na jeho dotazy. Jde tedy o zcela nový progresivní metodický přístup k řešení rozhodovacích situací, který plně napodobuje jednání člověka - experta. Obecné schéma expertního systému je v článku znázorněno na obr. 1. V dalším textu článku je popsán jeden z prvních expertních systémů v čs. lesním hospodářství, zkonstruovaný autory, který odhaduje pravděpodobné splnění hospodářského výsledku, tj. vytvoření zisku nebo vznik ztráty u podniků státních lesů. Na obr. 2 je uvedeno schéma tvorby hospodářského výsledku podniku, na obr. 3 kombinace podmínek, za nichž je hospodářský výsledek buď splněn nebo nesplněn a nebo zlepšen proti předpokladům a na obr. 4 schéma vlastní tvorby hospodářského výsledku. Použité symboly na obr. 4 jsou stejné jako symboly na obr. 2. Schéma z obr. 4 se stalo podkladem pro tvorbu vlastního inferenčního mechanismu expertního systému. Práce s navrženým expertním systémem probíhá takto: uživatel odpovídá na otázky týkající se momentálního plnění jednotlivých složek předpokládaného hospodářského výsledku. Tyto otázky mu postupně klade expertní systém. Na základě odpovědí, které expertní systém obdrží, propočítá odhad pravděpodobného splnění předpokládaného hospodářského výsledku na konci zvoleného období. Na kladné otázky musí uživatel odpovědět číslicí < -5, +5>. Odpověď (-5) znamená, že složka hospodářského výsledku je proti předpokladům hluboce neplněna a odpověď (+5), že je naopak proti nim vysoce překračována. Jestliže uživatel na otázku nezná odpověď, použije nuly. Systém je naprogramován v jazyce TOPS (Typové Orientovaný Produkční Systém) s použitím některých funkcí a procedur v jazyce PASCAL. Produkční jazyk TOPS byl vyvinut ve Výzkumném ústavu matematických strojů v Praze pro střední a osobní počítače. Expertní systém sám je systémem diagnostickým a jeho pracovní algoritmus je založen na apriorních a podmíněných pravděpodobnostech bayesovského typu. Pro větší pohodlí uživatelů byla sestavena tab. I, která umožňuje, aby k určení číslice v mezích < -5, +5> využili průběžné procentické plnění předpokladů jednotlivých složek hospodářského výsledku. Funkčnost expertního systému byla ověřena v šesti případech s celkem dobrým výsledkem, jak vyplývá z údajů tab. II.

expertní systémy; lesní hospodářství; automatizované procedury

V dosavadním stupni automatizace rozhodovacích procesů v lesním hospodářství ČSFR se setkáváme s její aplikací téměř výhradně u dobře strukturovaných úloh řešitelných pomocí metod operačního výzkumu. Dobře strukturované úlohy jsou charakterizovány následujícími předpoklady (Novotný, 1988): existuje znalost všech relevantních proměnných; relevantní proměnné jsou převážně numerické povahy; úlohu lze popsat pomocí matematického aparátu; cíle úlohy lze dobře definovat pomocí kvantifikovatelné účelové funkce; existují vhodné algoritmy, které umožňují

řešení úlohy v číselné podobě; řešení problému je jednorázové, převážně necyklické a bez zpětných vazeb.

Uvedené charakteristiky představují ve svém souhrnu silně omezující předpoklady. Metodické přístupy, které se pro řešení dobře strukturovaných úloh používají, jsou proto úspěšně aplikovatelné jen u poměrně malého počtu rozhodovacích situací. Z našich dosavadních zkušeností, které jsme získali ve VÚLHM, můžeme potvrdit, že jsme obdrželi vcelku přijatelné výsledky při jejich použití jen u dopravních úloh a při řešení alokačních a přiřazovacích problémů.

Někdy lze metody operačního výzkumu aplikovat i na úlohy složitějšího typu s vědomím jejich neadekvátnosti, a tedy i opatrné interpretace výsledků.

Další nevýhodou těchto metod je i skutečnost, že rozhodovatelé mohou vstoupit do rozhodovacího procesu až v interpretační a implementační fázi. V průběhu výpočtů nemohou vstoupit proto, že algoritmus řešení těchto úloh to neumožňuje.^{1/}

Z této stručné charakteristiky vyplývá, že automatizované zpracování modelů operačního výzkumu tak, jak se s ním zatím v lesním hospodářství setkáváme, se v praxi příliš nerozšířilo a zůstává stále více méně jen záležitostí spíše výjimečnou než běžnou. Hlavním důvodem pro tento stav je to, že v řídicí praxi jsou objektem rozhodování především tzv. špatně strukturované, tj. špatně algoritmizovatelné problémy.

Špatně strukturované problémy lze charakterizovat takto (Novotný, 1988): úlohu není možné popsat matematickým aparátem; soubor proměnných nutných k formulaci rozhodovací situace není úplný; počet proměnných je velký, řada z nich má náhodný charakter a v čase se mění; vazby mezi prvky jsou složité a rovněž proměnlivé; cíle úlohy nelze vyjádřit kvantifikovatelnou účelovou funkcí; neexistují vhodné formalizované výpočetní postupy, které by vždy umožnily řešení úlohy v číselné podobě; úlohu nelze řešit jednorázovým rozhodovacím aktem; řešení úlohy se většinou účastní větší počet lidí různých profesí a různého postavení v hierarchii řízení, které mohou mít různé, často protichůdné zájmy a z toho vyplývající i různé názory na řešení.

Specifikem řešení špatně strukturovaných úloh je, kromě obtížné algoritmizovatelnosti i to, že se tato řešení neopírají pouze o běžné informace, ale také o znalosti subjektu řízení. Do znalostí subjektu řízení se při tom zahrnují, kromě běžně chápaných informací, i jeho osobní vědomosti a zkušenosti.

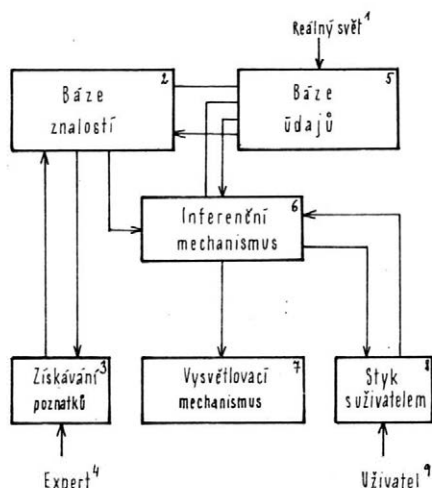
Jedním z přístupů řešení špatně strukturovaných úloh, který se začal teoreticky rozvíjet v polovině 80. let, se staly tzv. systémy na podporu rozhodování. O tomto novém progresivním směru v automatizaci existuje již bohatá literatura. Např. Hrouda (1984), Bartoš (1986), Fotr (1988) a další. Poměrně zevrubně je o nich pojednáno ve studii VÚSEI AR Bratislava (1985) a v publikaci Chvalovský (1987).^{2/}

Význačnou vlastností systémů na podporu rozhodování je jejich otevřený charakter a značný stupeň proměnlivosti podle skutečných subjektivních potřeb a požadavků uživatelů. Součástí systémů na podporu rozhodování jsou také expertní systémy.

Expertní systémy představují v podstatě automatizované zpracování znalostí a jsou prvním krokem na cestě k umělé inteligenci. Chvalovský (1987) charakterizuje automatizované zpracování znalostí jako proces převádění znalostí, které

^{1/} Algoritmem při tom rozumíme přesný a jednoznačný předpis pro vykonání určité soustavy operací (stanoveno je i pořadí) k řešení úloh daného typu. Algoritmus musí být determinovaný, resultativní a hromadný.

1. Architektura expertního systému - The architecture of expert system actual world¹, knowledge base², the acquisition of findings³, expert⁴, data base⁵, inferential mechanism⁶, explanatory mechanism⁷, contact with user⁸, user⁹



jsou až dosud doménou člověka jako řídicího subjektu, do počítačem zpracovatelné formy. Tyto procesy se v literatuře nazývají KNOWLEDGE ENGINEERING neboli znalostní technologie.

Obsahem znalostní technologie jsou tři základní úkoly:

- získávání znalostí,
- zakládání znalostí v počítačovém prostředí,
- využívání znalostí založených s pomocí počítače k řešení vymezeného okruhu problémů, s nimiž znalosti souvisejí.

Mezi zdroje znalostí patří: směrnice, předpisy a jim na roveň postavená ustanovení, dále odborné texty, příručky, skripta, učební texty, operační manuály, postupy řešení různých úloh, atd. a konečně i znalosti a zkušenosti, jimiž disponují odborníci z různých oborů lidské činnosti (experti).

Produktem automatizovaného zpracování znalostí jsou tzv. znalostní systémy. Většina znalostních systémů je realizována jako konzultační systémy. Těm systémům, jejichž báze znalostí je natolik kvalitní, že mohou nahradit experta z dané oblasti, se říká expertní systémy (Novotný et al., 1989).

Expertní systémy jsou tedy systémy založené na automatizované manipulaci s organizovanými a uspořádanými znalostmi o vybraných oblastech lidské činnosti, provázené rozhodováním. Konceptně jde o napodobení jednání člověka-experta v dané oblasti způsobem běžným např. v konzultačně poradenské činnosti. Takto je možné podpořit a zejména usnadnit a objektivizovat rozhodování pracovníků, jejichž úroveň odborných znalostí je nižší než úroveň stejných znalostí u specialistů-expertů a nebo u nichž objem řídicích aktivit přesahuje jejich kapacitní možnosti. Zvláště tento druhý případ považujeme v lesním hospodářství za velmi aktuální.

Obecné schéma expertního systému uvádíme na obr. 1 (Novotný, 1990).

Báze znalostí expertního systému je obvykle tvořena souhrnem poznatků dvojího druhu, a to:

^{2/} Chvalovský upozorňuje, že pro pojem "systémy na podporu rozhodování" neexistuje zatím vyčerpávající definice. Sám uvádí, že jde o takové řešení úloh, při kterém mají uživatelé přímý přístup k rozhodovacím modelům a k údajům v datové základně.

- faktografií, tj. znalostmi, údaji a charakteristikami o vymezeném objektu,
- pravidly, jak lze na základě této faktografie řešit vybraný okruh problémů, spadajících do oblasti zájmu daného expertního systému.

Inferenční mechanismus představuje složku expertního systému pro manipulaci s daty. Jde v podstatě o soustavu účelově řešených automatizovaných procedur, pomocí kterých se odvozují nové znalosti ze znalostí již v počítači uložených.

Vysvětlovací mechanismus informuje uživatele o postupu, jakým došel expertní systém ke svým závěrům.

První expertní systémy vznikly v oblasti lékařské a technické diagnostiky. Avšak v poslední době expertní systémy tyto své tradiční oblasti opouštějí a rozšiřují se do mnoha dalších oborů lidské činnosti. Mezi takové nové obory, ve kterých se v poslední době intenzívně rozvíjejí, patří i ekonomické řízení. Stručný, ale výstižný přehled o jejich využívání v tomto směru podává ve svém sdělení F o t r (1989).

O jednu z prvních aplikací expertních systémů v lesním hospodářství v České republice jsme se pokusili v rámci ověřování nových technologických postupů v automatizaci i ve VÚLHM v roce 1988 (N o v o t n ý et al., 1989)^{3/}. Zkušenosti, které jsme získali, jsme využili pro konstrukci diagnostického expertního systému pro odhad pravděpodobnosti splnění plánu hospodářského výsledku podniku státních lesů.

Pro konstrukci inferenční sítě tohoto systému bylo třeba nejprve sestavit schéma tvorby hospodářského výsledku podniku a identifikovat činitele, které mohou jeho jednotlivé složky (komponenty) případně ovlivnit. Základní schéma složek hospodářského výsledku jsme převzali z formuláře Náklady Les (MLVH ČSR) 1-01 a uvádíme je na obr. 2. Na principu aplikace navrženého expertního systému se nic nezmění i když schéma tvorby hospodářského výsledku bude poněkud jiné.

Komponenty vlastní tvorby hospodářského výsledku jsou na obrázku uvedeny ve dvou dekompozičních úrovních. První dekompoziční úroveň je složena z agregace prvků druhé dekompoziční úrovně. Každý prvek druhé dekompoziční úrovně může být pak ovlivněn řadou dalších faktorů. Např. u přímých nákladů to jsou: struktura výrobní činnosti, technologické postupy, objem výrobní činnosti, klimatické podmínky, ceny materiálu a služeb, odchylky od sezónní spotřeby materiálu, popř. další faktory. Průměrnou realizační cenu ovlivňují: skladba odběratelů, podmínky uzavíraných hospodářských smluv, ceny výrobků, struktura sortimentů, skladba dřevin, struktura tržebnosných činností atd.

Matice na obr. 3 vyjadřuje vzájemnou kombinaci agregovaných nákladových a příjmových komponent (složek) uvedených na obr. 2.

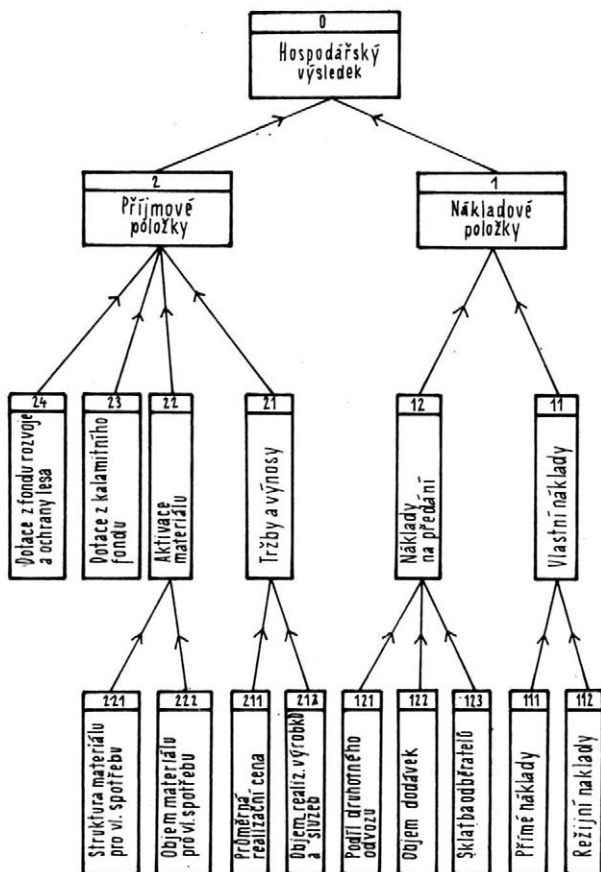
Např., jestliže velikost úspory nákladové složky proti předpokladům se rovná velikosti neplnění příjmové složky proti předpokladům, tj. platí rovnost :

$$1A = 2A$$

pak předpokládaný hospodářský výsledek je splněn. Tedy nastane jev B (viz políčko s indexy 1A.2A).

Jestliže snížení nákladové složky, tj. úspora nákladů je menší než neplnění příjmové složky, tj. platí nerovnost:

^{3/} Jednalo se o možnost expertního posouzení splnitelnosti plánu odvozu dříví na úrovni podniku.



2. Tvorba hospodářského výsledku - Economic result formation

economic result⁰, expenditure items¹, income items², prime costs¹¹, transfer costs¹², revenues and returns²¹, activating of material²², allocation from disaster fund²³, allocation from the forest protection and development fund²⁴, direct costs¹¹¹, overhead costs¹¹², secondary haulage ratio¹²¹, delivery volume¹²², pattern of buyers¹²³, average actual price²¹¹, volume of actual production and services²¹², structure of material for own consumption²²¹, the volume of material for own consumption²²²

Náklady _x \ Příjmy ¹	2A	2B	2C
1A	= < > B A C	C	C
1B	A	B	C
1C	A	A	= < > B C A

3. Matice kombinací nákladových a příjmových složek - The matrix of the combinations of expenditure and income components

income¹, costs²

A....non-fulfilment - savings - reduction³

B....fulfilment⁴

C....overfulfilment - increase⁵

A ---- neplnění - úspora - snížení³ (<)

B ---- splnění⁴ (=)

C ---- překročení - zvýšení⁵ (>)

$$1A < 2A$$

pak je hospodářský výsledek nesplněn, tj. nastane jev A. Nerovnost:

$$1A > 2A$$

značí, že úspory nákladů jsou proti předpokladům větší než neplnění příjmové složky. V tomto případě je hospodářský výsledek proti předpokladům překročen, tj. nastane jev C.

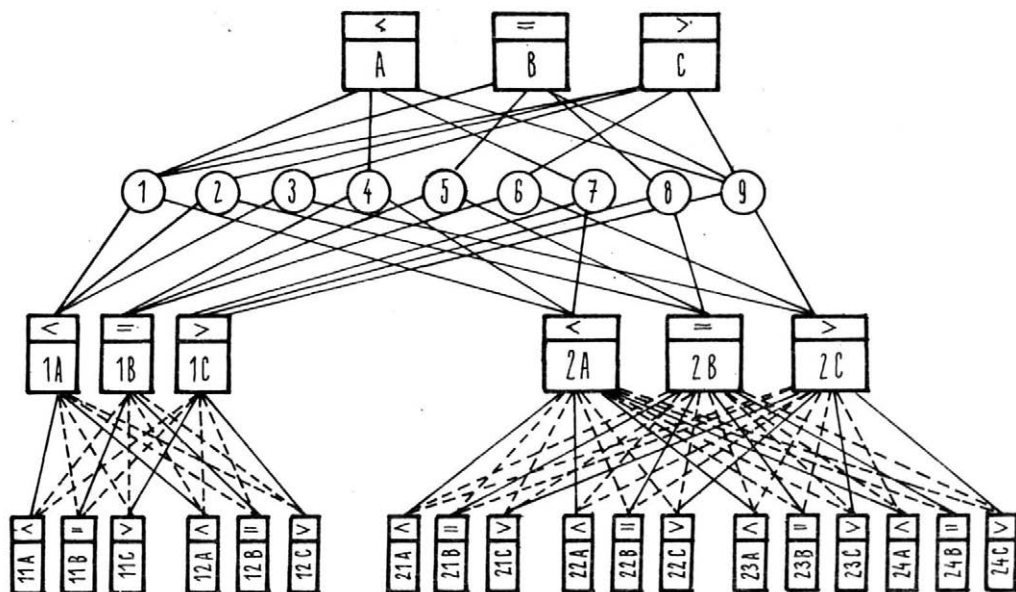
Políčko s indexy 1 A, 2 B znamená, že došlo ke snížení nákladové složky a ke splnění příjmové složky, což vede k překročení předpokládané úrovně hospodářského výsledku, takže nastane opět jev C obdobně jako v předcházejícím případě. Další kombinace nákladových a příjmových komponent lze odvodit z matice.

Ze schématu na obr. 1 vyplývá, že hospodářský výsledek vzniká slučováním nákladových a příjmových položek s různou kombinací jejich plnění ve vztahu k předpokladům (plánu). Tato skutečnost je vyjádřena graficky na obr. 4. Použité symboly jsou stejné jako na obr. 2.

Schéma z obr. 4 jsme použili jako podklad pro tvorbu inferenčního mechanismu expertního systému pro posuzování pravděpodobného vývoje hospodářského výsledku podniků státních lesů.

Z předcházející charakteristiky problému vyplývá, že jde o expertní systém diagnostického typu, který na základě odpovědi uživatele propočítá odhad pravděpodobnosti splnění předpokládaného hospodářského výsledku podniku.

Práce s navrženým expertním systémem probíhá takto: uživatel odpovídá na otázky, které se týkají momentálního plnění jednotlivých složek předpokládaného hospodář-



4. Schéma kombinací nákladových a příjmových složek při tvorbě hospodářského výsledku - The diagram of the combinations of expenditure and income components during the formation of economic result

I. Koeficienty pro převod plnění plánu složek hospodářského výsledku podniku v % na stupnici pravděpodobnosti < -5, +5 > - Coefficients for the transfer of the fulfilment of the plan of economic results components in % on the probability scale < -5, +5 >

Složka (komponenta) hospodářského výsledku ¹		Množství % rovnající se jednomu bodu stupnice pravděpodobnosti ²
Číslo podle obr.2 ¹⁷	Název ¹⁸	
11	Úplné vlastní náklady ³	0,75
111	Přímé vlastní náklady ⁴	2,0
112	Režijní náklady ⁵	1,5
12	Náklady na předání ⁶	2,5
121	Podíl druhotného odvozu ⁷	1,0
122	Objem dodávek ⁸	1,5
123	Skladba odběratelů - tuzemsko export ⁹	33,3
21	Tržby a výnosy ¹⁰	0,5
211	Průměrná realizační cena ¹¹	1,0
212	Objem realizovaných výrobků ¹²	0,5
22	Aktivace materiálu ^{x) 13}	9,0
23	Dotace z kalamičního fondu ¹⁴	35,0
24	Dotace z fondu ochrany a rozvoje lesa ¹⁵	5,0

x) Případná pravděpodobnost plnění složek 221 a 222 (viz. obr. 2) se musí odhadnout pravděpodobnostními body přímo¹⁶

component of economic result¹, percentage equal to one point on the probability scale², full prime costs³, direct prime costs⁴, overhead costs⁵, transfer costs⁶, secondary haulage ratio⁷, delivery volume⁸, pattern of buyers - domestic market, export⁹, revenues and returns¹⁰, average realization price¹¹, volume of realized products¹², activating of material¹³, allocation from disaster fund¹⁴, allocation from forest protection and development fund¹⁵, the prospective probability of the fulfilment of the components 221 and 222 (see Fig. 2.), must be estimated directly by means of probability points¹⁶, number according to Fig. 2¹⁷, term¹⁸

ského výsledku (schéma obr. 2). Systém na základě odpovědí uživatele odhadne v roli experta, jak se plnění či neplnění těchto složek promítne do pravděpodobného splnění předpokládaného hospodářského výsledku podniku na konci zvoleného období.

Systém je naprogramován v produkčním jazyce TOPS s použitím některých funkcí a procedur v jazyce PASCAL. Produkční jazyk TOPS byl vyvinut ve Výzkumném ústavu matematických strojů Praha pro střední a osobní počítače. Stručný popis expertního systému uvádíme v závěru článku.

Na otázky kladené expertním systémem musí uživatel odpovědět číslicí v rozmezí < -5, +5 >. Odpověď (-5) znamená, že komponenta hospodářského výsledku není určité plněna v souladu s předpoklady, odpověď (+5), že tyto předpoklady jsou vysoce překračovány^{4/}. Jestliže uživatel neumí a nebo se neodvažuje odhadnout míru plnění předpokladů, použije ve své odpovědi nulu. Pokud je komponenta plněna právě v souladu s předpoklady, uživatel použije k odpovědi nulu s tečkou. Číslice mezi < -5, +5 > vyjadřují odhad míry nejistoty.

Při konzultaci o praktických problémech s využitím popisovaného expertního systému, uživatel projevil přání využít pro odhad pravděpodobností plnění

4/ Rozumí se překračování v % - viz další text

předpokladů u jednotlivých složek hospodářského výsledku plnění těchto předpokladů v procentech během roku. Protože jednotlivé složky se podílí na hospodářském výsledku velmi rozdílně, např. tržby a výnosy ve vztahu k aktivaci materiálu v poměru přibližně (98,5 : 1,5), uskutečnili jsme rozbor vztahů procentického kolísání plnění plánu jednotlivých komponent ke zvolené stupnici pravděpodobnosti odděleně. Na základě tohoto rozboru jsme sestavili tabulku umožňující převod procentického a pravděpodobnostního plnění plánu. Údaje v tab. I platí pro procento plnění plánovaných předpokladů vypočítaných ze vztahu: procento plnění minus 100.

Pro zodpovězení jednotlivých otázek expertní systém odhadne, jak jsme již uvedli, s jakou pravděpodobností bude hospodářský výsledek splněn.

Pro přepočítání pravděpodobnosti splnění hospodářského výsledku vyjádřeného bodovou stupnicí $<-5, +5>$ na jeho splnění vyjádřené v procentech, jsme z empirických údajů určili, že ± 1 bod se rovná překročení nebo naopak nesplnění hospodářského výsledku o $\pm 1,5\%$ proti původním předpokladům.^{5/}

Navržené empiricky zjištěné převodní hodnoty pravděpodobnostních bodů na procenta jsme ověřili na šesti případech ze skutečnosti a dostali výsledky, které uvádíme v tab. II.

Vzhledem k tomu, že se jedná o signální informaci, lze považovat výsledek ověřování za uspokojivý.

Závěrem článku můžeme tedy konstatovat, že náš experiment s aplikací expertního systému na odhad splnění předpokládaného hospodářského výsledku na úrovni podniku SL byl úspěšný a dokázal účelnost dalšího rozvíjení tohoto nového progresivního přístupu k automatizaci řízení i v lesním hospodářství. Z hlediska uživatele jde o poměrně jednoduchý dialog s počítačem, na jehož konci je konkrétní odpověď. Systém dovoluje případně ověřovat různé úvahy a předpoklady typu ... "co by se stalo s hospodářským výsledkem, kdyby se ta či ona složka splnila tak či onak ...", apod.

Pracovní algoritmus expertního systému je ovšem složitý a náročný na logiku a správné určení apriorních a podmíněných pravděpodobností jednotlivých jevů. Stručně jej lze charakterizovat takto:

BÁZE ZNALOSTÍ

Báze znalostí (BZ) navrženého expertního systému se skládá z uzlů, pravidel a kontextových vazeb. Uzel reprezentuje výrok určitých vlastností, pravidlo a kontextová vazba respektují vztahy mezi výroky. Základní atributy BZ lze stručně charakterizovat takto:

- Uzel:
- text výroku
- pravděpodobnost výroku (apriorní je dána expertem, aktuální je vyčíslena během konzultace)
- typ uzlu - rozlišuje se :

^{5/} Přepočít se vykoná pomocí vztahu: $S = 100 \pm \text{PPB} \cdot 1,5$

S ... odhad plnění původních předpokladů hospodářského výsledku v %

PPB .. odhad pravděpodobnosti splnění původních předpokladů hospodářského výsledku v bodech, stanovených ES

Plnění hospodářského výsledku ¹ [%] ^{x)}	
Skutečnost ²	Odhad ES ³
+2	+2
+3	+4
+3	+2
+1	0
+2	+2
+3	+2

^{x)} plnění v % minus 100, zaokrouhlováno⁴ - fulfilment in % minus 100, rounded off⁴
fulfilment of economic result¹, actuality², estimation of expert system³

bayesovský nebo logický (AND, OR, NOT)

zda jde o uzel cílový,

zda jde o uzel dotazovatelný (je položen uživateli jako dotaz "Do jaké míry")

Pravidla:

Pravidla reprezentují vztah: "Jestliže platí tvrzení E, potom platí hypotéza H s pravděpodobností P₁, v opačném případě platí hypotéza H s pravděpodobností P₂"

Kontextová vazba:

Kontextová vazba (kontext) reprezentuje vztah: uzel U₁ lze vyšetřovat jen tehdy, je-li hodnota aktuální pravděpodobnosti uzlu U₂ v intervalu < P₁, P₂ >

Inference:

Inferenční mechanismus je naprogramován pravidly TOPSu.

Podle aktuální situace se střídají jednotlivé akce programu:

Výběr aktuálního cíle; vybraný uzel se označí jako SUBGOAL.

Otevření a uzavření kontextu.

Zpětné usazování pro naposledy vybraný SUBGOAL.

Dopředné šíření informace.

Direktivy uživatele:

Uživatel má možnost zasáhnout do běhu programu pomocí speciálních žádostí, tzv. direktiv. Direktivu může zadat namísto odpovědi na položený dotaz nebo po vypisání výsledků. Jde o následující pokyny počítači: ZOBRAZ UZEL, ZOBRAZ VÝSLEDEK, VYSVĚTLI PROČ SE PTÁŠ, DOBROVOLNÁ INFORMACE? POKRAČUJ V KONSULTACI, UKONČI KONSULTACI. Poslední direktivou se ukončí běh programu.

ZÁVĚR

V článku je stručně rozvedena charakteristika dobře a špatně strukturovaných úloh v procesu rozhodování. Je zdůrazněn význam metodických přístupů k řešení špatně strukturovaných úloh, které v konkrétní řídicí praxi převládají. Jako příklad řešení

takových úloh je popsán expertní systém pro odhad pravděpodobného splnění hospodářského výsledku podniku státních lesů. Navržený expertní systém umí odhadnout pravděpodobné splnění hospodářského výsledku podniku na základě odpovědí na dotazy, které uživateli klade. Otázky začínají "Do jaké míry je plněn" a následuje konkrétní komponenta hospodářského výsledku ze schématu na obr. 2. Z empirických výsledků ověřování expertního systému byla sestavena převodní tabulka, která umožňuje vyjádření pravděpodobnostních odhadů plnění jednotlivých komponent hospodářského výsledku v %, na něž jsou uživatelé zvyklí.

Literatura

- BARTOŠ, P.: Expertné a znalostné systémy. Informačné systémy, 15, 1986, č. 2
 FOTR, J.: Konverzační systémy na podporu rozhodování. Organizace a řízení, 17, 1988, č. 2
 FOTR, J.: Aplikace expertních systémů v řízení. Rukopis. Institut řízení, Praha 1989.
 HROUDA, J.: Systémy DSS - nová koncepce využití počítačů v řízení? MAA, 24, 1984, č. 5
 CHVALOVSKÝ, V.: Člověk a počítač v hospodářském řízení, Praha, Svoboda 1987.
 KOLEKTIV: Stav a vývoj progresivních informačních technologií zvyšujících účinnost řízení na nadpodnikové úrovni. Studie VÚSEI AR Bratislava, 1985.
 NOVOTNÝ, M.: Teorie řízení. Brno, LF VŠZ 1988.
 NOVOTNÝ, M.: Prognóza rozvoje automatizací řízení v odvětví lesního hospodářství do r. 2005. [Dílčí závěrečná zpráva]. Jiloviště-Strmady, VÚLHM 1990.
 NOVOTNÝ, M. - PTÁČEK, J. - VOSÁTKA, K.: Expertní systémy a lesní hospodářství. Zpr. lesn. Výzk., 34, 1989, č. 1.
 NOVOTNÝ, M. - VOSÁTKA, K.: Počítačová podpora plánovacího procesu v lesním hospodářství na úrovni resortu. [Dílčí závěrečná zpráva]. Jiloviště-Strmady, VÚLHM 1990.

Došlo 29. 10. 1990

NOVOTNÝ, M. - VOSÁTKA, K. (Research Institute of Forestry and Game Management, Jiloviště-Strmady): *Expert systems for the support of decision-making processes work also in forestry.* Lesnictví - Forestry, 38, 1992 (1) : 79-89.

At the beginning the authors state that the automation of decision-making processes in the Czechoslovak forestry has been exclusively aimed at well structured problems up to the present. Such problems are in practical management activities in minority however. On the contrary, improperly structured problems prevail. Known and well automated methods of operation research usually do not suit to their solution. One of the methods answering to this situation, so unfavourable for the further development of the automation of managerial process in forestry, are so-called systems for the support of decision-making processes. Large flexibility which enables the systems to adapt to subjective claims of users is their substantial trait. Expert systems are the part of the systems for the support of decision-making processes. Basically the expert systems represent such systems which, by means of the system of purposefully solved automated procedures, derive new knowledge from the base of expert system knowledge giving the user answers to his/her questions. This is hence an absolutely new progressive methodical approach to the solution of decision-making situations fully resembling the behaviour of a man - expert. The general diagram of expert system is depicted in the article in fig. 1. Further the treatise gives a description of one of the first expert systems in the Czechoslovak forestry processed by the authors; the system estimates the probable fulfilment of the economic result i.e. profit or loss of state forest enterprises. Fig. 2 gives the diagram of the formation of economic result of an enterprise; fig. 3 gives the combination of terms on the basis of which the economic result is either fulfilled or not fulfilled or even improved in comparison with the prerequisites; in fig. 4 the diagram of the own formation of the economic result is stated. The symbols used in fig. 4 are the same as the symbols in fig. 2. The diagram in fig. 4 became a basis for the formation of the inferential mechanism of the expert system. The work with the proposed expert system is as follows: the user answers the questions

regarding the actual fulfilment of the individual components of the presumed economic result. These questions are gradually put to the user by the expert system. The expert system on the basis of the received answers enables the estimation of the probable fulfilment of the presumed economic result at the selected period. The questions must be answered by the user by the means of $< -5, +5 >$. The reply (-5) means that the component of economic result is below the fulfilment level and the reply (+5) is on the contrary highly exceeded in comparison with the prerequisites. If the user does not know the answer he/she uses zero. The system is programmed in the language TOPS (Type-Oriented Production System) with the use of some function and procedures in the PASCAL language. The TOPS production language has been developed in the Research Institute of Mathematical Machines in Prague for medium-scale and personal computers. The expert system alone is a diagnostical system and its working algorithm is based on the a priori and conditioned probabilities of the Bayes type. For a greater comfort of users Tab. I was compiled, enabling the users to apply the current percentage fulfilment of the prerequisites in the different components of the economic result in order to determine figures within the range of $< -5, +5 >$. The functionality of the expert system was verified in six cases with generally good result as it follows from the data of Tab. II.

expert systems; forestry automated procedures

Adresa autorů:

Doc. ing. Milan Novotný, CSc., RNDr. Karel Vosátka, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strmady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav



**Výhodný leasing
strojů a zařízení
nejen pro začínající
podnikatele**

ADEKO, a.s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských společnostech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační, posudkovou, zprostředkovatelskou, obstaravatelskou a zastupitelskou činnost
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení odbytových potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

**ADEKO, a.s.
Slezská 7
120 56 PRAHA 2
Tel.: 258 342 FAX: 259 270**

VEGETATÍVNE MNOŽENIE HYBRIDA JEDLE (*ABIES CONCOLOR* x *ABIES GRANDIS*) EXPLANTÁTOVÝMI KULTÚRAMI

B. Vooková, A. Gajdošová

VOOKOVÁ, B. - GAJDOŠOVÁ, A. (Ústav genetiky rastlín SAV, Nitra): *Vegetatívne množenie hybridu jedle (Abies concolor x Abies grandis) explantátovými kultúrami*. Lesníctví - Forestry, 38, 1992 (1): 87-92.

Uvádzajú sa predbežné výsledky dosiahnuté aplikáciou techniky indukcie adventívnych púčikov na embryách a klíčnych listoch semenáčikov pri množení hybridu jedle. Najlepšie výsledky sa dosiahli pri kultivácii klíčnych listov 7-dňových semenáčikov na modifikovanom MS médiu s obsahom 5 mg.l⁻¹ 6-benzylaminopurínu (BAP) a 0,01 mg.l⁻¹ naftyloctovej kyseliny (NAA). Indukované adventívne púčiky sa vyvíjali do výhonkov na médiu so spermidínom (14 mg.l⁻¹). K zakoreneniu malého počtu výhonkov (3%) došlo pri ich kultivácii na médiu s obsahom 1 mg.l⁻¹ indolylnaslovej kyseliny (IBA).

Abies concolor x *Abies grandis*; *in vitro* množenie; cytokiníny; auxíny; spermidín

Zastúpenie pôvodných drevín v lesných porastoch neustále klesá. Podľa literatúry príčinou úbytku pôvodných porastov je komplex spolupôsobiacich činiteľov, medzi ktoré patrí narušenie ekologických podmienok a chyby v lesnom hospodárení. Tento fakt si vynútil sústredenú pozornosť lesníkov a šľachtiteľov. Možnosti záchrany sa okrem iného hľadajú vo vnútroduhovej a medzidruhovej hybridizácii s cieľom získať hybridy, ktoré by boli odolné voči škodlivým faktorom prostredia. K podobným cieľom smerujú aj hybridizačné práce pri rode *Abies* (Greguss, 1988; Kormuťák, 1987). Z náročnosti hybridizačných prác vyplýva potreba vypracovať techniky rozmnožovania zaujímavých hybridov.

Hybrid *Abies concolor* x *Abies grandis* dopestovaný po umelom opelení sa javí ako perspektívny, vzhľadom na jeho rastové parametre a prežívanie v lokalitách zaťažených imisiami (Kormuťák, 1985). V predchádzajúcich prácach sa testovali niektoré druhy jedle pre možnosť mikrorozmnožovania (Gajdošová a Vooková, 1990). V týchto experimentoch sa tiež potvrdila jeho vitalita pri kultivácii embryí v podmienkach *in vitro*.

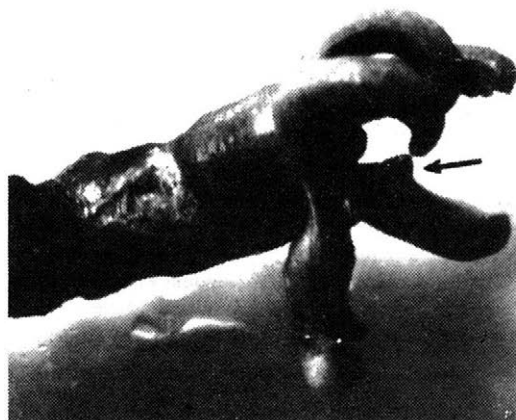
O mikrorozmnožovanie hybridu *A. concolor* x *A. grandis* sme sa pokúsili technikou indukcie adventívnych púčikov na izolovaných embryách a na klíčnych listoch sterilne dopestovaných semenáčikov.

MATERIÁL A METÓDY

Ako primárne explantáty sa použili embryá a kotyledony sterilných semenáčikov. Semená sa povrchovo sterilizovali 70 % alkoholom (30 s), 0,1 % HgCl₂ (10 min) a 3krát premyli sterilnou vodou. V sterilnej vode sa ponechali 36 - 48 h pri teplote 4°C.

Embryá sa položili na médium v horizontálnej polohe, alebo sa ponárali do média klíčnymi listami. Sterilné semenáčky sa dopestovali v *in vitro* podmienkach kultiváciou embryí na bezhormonovom modifikovanom MS médiu (Vooková et al., 1989). Na indukčné médium sa vysádzali zväzky kotyledonov s časťou hypokotyly (2 mm). Testovali sa tieto základné médiá: uvedené modifikované MS médium, médium Lloyda a Mc Cowna (1981) a Schenk - Hildebrandtovo médium - SH (1972) v 1/4, 1/2 a normálnej koncentrácii. Indukčné médiá sa doplnili cytokinínmi: 6-benzylaminopurín (BAP), zeatin (ZEA), kinetín (KIN), alebo ich kombináciou s auxínom: naftyloctová kyselina (NAA) či spermidínom. Pre povzbudenie rastu výhonkov sa testovali médiá, doplnené auxínami: indolyloctová kyselina (IAA), indolylnaslová kyselina (IBA), NAA a kyselina giberlínová (GA₃). Tiež sa pridal spermidín a aktívne uhlie.

Pre zakoreňovanie získaných výhonkov sa skúšalo krátkodobé (niekoľko hodín), niekoľkodňové ako i



1. Adventívne púčiky (špička) na klíčnych listoch embrya - Adventitious buds (arrow) on embryo cotyledons



2. Formovanie výhonkov na klíčnych listoch embryí - Shoot forming on embryo cotyledons

2 - 4 týždňové ovplyvnenie auxínmi: IAA, IBA a NAA v koncentrácii 0,5 - 100 mg.l⁻¹.

Všetky médiá obsahovali sacharózu (2 %) a agar KOBE (1 %). Kultúry sa pestovali pri 16 h umelom osvetlení (3000 luxov) a teplote 25 ± 3°C.

VÝSLEDKY

INDUKCIA ADVENTÍVNYCH PÚČIKOV NA EMBRYÁCH

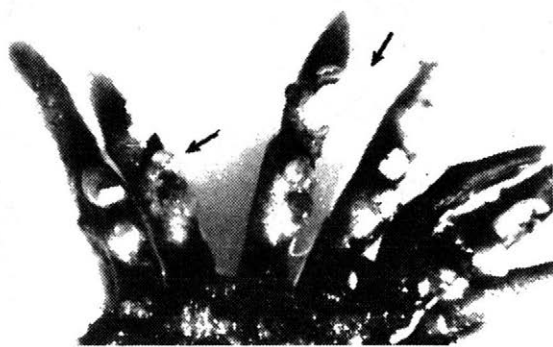
K formovaniu adventívnych púčikov na embryách došlo iba pri ich kultivácii na indukčných médiách, modifikovanom MS médiu a SH médiu vo všetkých testovaných koncentráciách. Pre získanie adventívnych výhonkov sa však najlepšie uplatnilo modifikované MS médium. SH médium bolo pre indukciu vhodnejšie v 1/2 koncentrácii, avšak rast výhonkov bol lepší na plnej koncentrácii média.

Z použitých cytokinínov bol najvhodnejší BAP, vhodný bol i ZEA. Pre dosiahnutie rašenia výhonkov bolo dôležité pridávať tiež auxín NAA v koncentrácii 0,01 mg.l⁻¹. Pri kultivácii embryí na médiách s nízkou koncentraciou BAP (1-3 mg.l⁻¹) sa púčiky formovali na hypokotyle. Z nich vznikali hlavne ihlice a ojedinele výhonky. Tieto púčiky sa objavovali po 20 dňoch kultivácie embryí. Pri aplikácii vyššej koncentrácie BAP (4-10 mg.l⁻¹) sa púčiky tvorili na klíčnych listoch embrya po 5-6 týždňoch kultivácie. Pre dosiahnutie životaschopných výhonkov bola najvhodnejšia 17-21 dňová kultivácia embryí na modifikovanom MS médiu s obsahom 5 mg.l⁻¹ a 0,01 mg.l⁻¹ NAA (obr. 1, 2, 3).

K určitým rozdielom vo výsledkoch dochádzalo v závislosti na tom, či embryá boli položené na médiu, alebo ponorené do média klíčovými listami. Pri ponorení embryí do média sa čiastočne zvýšila indukcia (z 50,4 na 65,5 %) aj početnosť rastúcich výhonkov.



3. Rast adventívnych výhonkov z embrya -
Adventitious shoots growing from the embryo



4. Kotyledony semenáčka s indukovanými
púčikami (špička) - Seedling cotyledons with
induced buds (arrow)

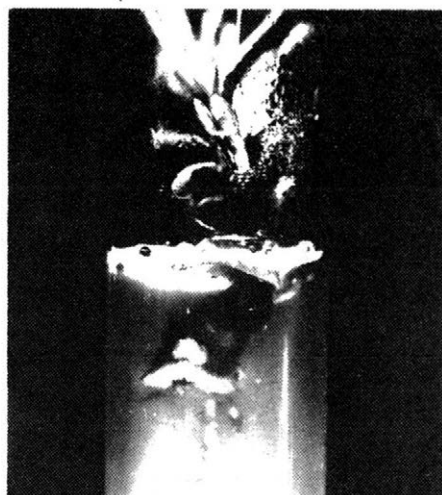
INDUKCIA ADVENTÍVNYCH PÚČIKOV NA KLÍČNYCH LISTOCH

Použitie klíčnych listov semenáčikov ako primárneho explantátu pre získanie výhonkov sa ukázalo oveľa efektívnejšie, než použitie embryí. Pritom ako limitujúci faktor sa javil vek semenáčikov. K najlepšej indukcii dochádzalo na klíčnych listoch zo 7-dňových semenáčikov.

Z testovaných médií bolo opäť najvhodnejšie modifikované MS médium. K indukcii dochádzalo tiež na SH médiu v každej testovanej koncentrácii, ale vhodnejšia bola 1/2 koncentrácia. Opäť sa prejavila vhodnosť kultivácie na médiach s rastovými látkami počas 17-21 dní. Dlhšie ovplyvňovanie cytokinínom inhibovalo predlžovací rast výhonkov. Púčiky sa tvorili obyčajne len na tých klíčnych listoch, ktoré boli v styku s médiom. Najvyššia hodnota indukcie púčikov (46,87 %) sa dosiahla



5. Vývin a rast púčikov na klíčovom liste
semenáčka - Bud developing and bud growing on
seedling cotyledone



6. Kultivácia oddelených výchonkov - Culturing of separated shoots

7. Zakorenený výchonok *A. concolor* x *A. grandis* - Rooted shoot of *A. concolor* x *A. grandis*

pri vysádzaní klíčnych listov 7-dňových semenáčikov na modifikovanom médiu, doplnené 5 mg.l^{-1} BAP a $0,01 \text{ mg.l}^{-1}$ NAA. Z púčikov, ktoré sa formovali, takmer 1/2 pokračovala v raste a tvorili sa vitálne výchonky v počte 1-8 na klíčny list (obr. 4, 5).

RAST A ZAKOREŇOVANIE VÝHONKOV

Povzbudenie tvorby výchonkov sa dosiahlo na modifikovanom MS médiu bez rastových látok, ale doplnené spermidínom (14 mg.l^{-1}) (obr. 6). Nepozoroval sa pozitívny vplyv aktívneho uhlia ani ostatných testovaných látok. Výnimkou je IBA, kde pri koncentrácii $0,5 - 1 \text{ mg.l}^{-1}$ došlo k zjavnému predlžovaniu výchonkov.

Indukcia rizogenézy sa podarila pri 3 % výchonkov po ich 20-dňovej kultivácii na médiu s obsahom 1 mg.l^{-1} IBA. K predĺženiu koreňa došlo na médiu spermidínom a ďalšom prenose na bezhormónové médium (obr. 7). Regeneranty sa preniesli do nesterilného substrátu v kvetináči.

DISKUSIA

Regenerácia v podmienkach *in vitro* sa s väčším, či menším úspechom podarila pri viacerých druhoch ihličnanov a to nielen v zahraničí, ale i v ČSFR (Chalupa, 1983, 1986). No zatiaľ nie sú správy o fungujúcich programoch pre ich masovú produkciu s výnimkou druhu *Pinus radiata* (Aitken - Christie a Jones, 1987). Špeciálnym prípadom je rod *Abies*, kde je organogenéza v podmienkach *in vitro* len málo rozpracovaná. Naše doterajšie pokusy hlavne s hybridom *A. concolor* x *A. grandis* naznačujú určité perspektívy v tejto oblasti avšak po dostatečnom zvládnutí zakoreňovania. U jedle je táto fáza skutočným problémom, čo vyplýva z viacerých prác (Bonga, 1981; Mott, 1988). V našich pokusoch sa síce dosiahlo zakorenenie,

ale u malého percenta výhonkov. Preto, aby výsledky mohli byť aplikované v širšom merítke, treba vypracovať ďalšie metodické postupy pre zefektívnenie mikrorozmnožovania. Tiež budú zaujímavé viacročné pozorovania rastu regenerantov v nesterilnom substráte. Pri zakoreňovaní rezkovaných jedle sú známe problémy s ich plagiotropickým rastom. Je pravdepodobné, že práve tento jav sa podarí obísť získaním jedincov v podmienkach *in vitro*. Tým by si tieto techniky našli dôležité uplatnenie v praxi, hlavne v šľachtiteľských programoch.

Literatura

- BONGA, J.M.: Organogenesis *in vitro* of tissues from mature conifers. *In vitro*, 17, 1981, s. 511-518.
- CHALUPA, V.: Micropropagation of conifer and broadleaved forest trees. *Commun. Inst. for. Českoslov.*, 13, 1983, s. 7-39.
- CHALUPA, V.: Rozmnožování jehličnatých stromů *in vitro*. *Lesnictví*, 32, 1986, s. 997-1010.
- GAJDOŠOVÁ, A. - VOOKOVÁ, B.: Testing of selected *Abies* species for possible *in vitro* micropropagation. *Biológia (Bratislava)*, 45, 1990, s. 673-684.
- GREGUSS, L.: Medzidruhová hybridizácia - náhrada za ustupujúcu jedľu bielu. *Lesnictví*, 34, 1988, s. 797-808.
- KORMUŤÁK, A.: Study on species hybridization within the genus *Abies*. *Acta Dendrobiol. (Bratislava)*, 1985, s. 127.
- KORMUŤÁK, A.: Možnosti rozšírenia genofondu jedle bielej (*Abies alba* Mill.) pomocou medzidruhovej hybridizácie. In: Genofond lesných drevín, jeho zachovávanie a využitie. Zbor ref., Nitra, 1987, s. 341-353.
- LLOYD, G. - McCOWN, B.: Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. *Comb. Proc. Intern. Plant Prop. Soc.*, 30, 1981, s. 421-427.
- MOMOT, T.S.: Klonálne mikrorozmnoženie u rozličných predstaviteľov chvojnych porod. *Fiziologija i biochimija kuhl. rastenij*, 20, 1988, s. 181-190.
- SCHENK, R.V. - HILDEBRANDT, A.C.: Medium and techniques induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. *Can. J. Bot.*, 50, 1972, s. 199-204.
- VOOKOVÁ, B. - GAJDOŠOVÁ, A. - KORMUŤÁK, A.: *In vitro* studies of adventitious shoots formation on mature hybrid embryos of *Abies concolor* x *Abies grandis*. *Biológia (Bratislava)*, 44, 1989, s. 385-392.

Došlo 15.2.1991

VOOKOVÁ, B. - GAJDOŠOVÁ, A. (Institute of Plant Genetics, Slovak Academy of Sciences, Nitra): *Vegetative propagation of hybrid (Abies concolor x Abies grandis) by culture of explants*. *Lesnictví-Forestry*, 38, 1992 (1): 87-92.

Preliminary results of fir hybrid micropropagation obtained by adventitious bud induction techniques on embryos and seedling cotyledons are presented in this paper. The following variables influencing bud induction and their further development were studied: the effect of explant age, the effect of selection and concentration of growth regulators and duration of their application. Three basal media containing various concentration of the cytokinins 6-benzylaminopurine (BAP) and zeatin (ZEA) in combination with the auxins naphthaleneacetic acid (NAA) and indole-3-butyric acid (IBA) were tested. Induction of adventitious buds was obtained on modified Murashige-Skoog medium (MS) in presence of both kinds of cytokinins, i.e. ZEA and BAP in combination with NAA. The most optimal duration of treatment was 17 to 21 days culture of explants on induction medium. Adventitious buds were formed on both explants, embryos and seedling cotyledons. The best results were obtained when 7-day old seedling cotyledons were cultured on modified MS medium with content of 5 mg.l⁻¹ BAP and 0.01 mg.l⁻¹ NAA. Buds induced at 17 days cytokinin treatment were numerous (1 to 8 buds per 1 cotyledon) and their further growth was the rapidest. Adventitious buds developed into shoots on medium with spermidine (14 mg.l⁻¹). Little number of shoots (3%) rooted on medium, to which 1 mg.l⁻¹ indolylbutyric acid (IBA) was added. Root development and their growth was obtained by culture on medium with spermidine and than on MS medium without

growth regulations.

Abies concolor x *Abies grandis*; *in vitro* propagation; cytokinin; auxin; spermidine

Adresa autorek:

RNDr. Božena Vooková, CSc., Ing. A. Gajdošová, Ústav genetiky rastlín SAV, Hlohovská 2,
949 91 Nitra

RECENZE

KANADSKÉ LESNÍ ZÁKONODÁRSTVÍ OD ROKU 1600 A EKOLOGICKÁ SOUČASNOST

K. Hearden

Kanadskému profesorovi lesnictví Kennethu Heardenovi se podařilo s přihlédnutím k historickému vývoji lesů zpracovat jejich vývoj v průběhu několika století. Autor sám vedl období 1972 - 1985 postgraduální kurs lesnické historie a získal tak studiem mnoha pramenů dobrý přehled o zvoleném tématu. Vychází z historie lesů a jejich správy zejména v Anglii a Francii až do období po roce 1200 po Kristu, kdy Vilém Dobyvatel založil v Anglii New Forest, a kdy ve Francii Jindřich VII. v roce 1309 nařídil obnovu lesů výsevem semen lesních stromů. V Německu to bylo v roce 1368, kdy v oblasti Norimberka bylo několik stovek shořelého lesa oseto semeny borovice, smrku a jedle.

Koncem 15. století, kdy Francouzi a Angličané kolonizovali severní Ameriku, byly lesy ve Francii i Anglii devastované lidskou činností. Pokusy je ozdravit se datují od začátku 17. století.

V roce 1608 se první Francouzi usadili v dnešním Quebecu, postupná migrace je v datovaném přehledu až do roku 1760, který je koncem vlády Francouzů na území dnešní Kanady a nástupem anglických vystěhovalců. Koncem 18. století žilo na kanadském teritoriu asi 150 000 lidí, kolem roku 1838 jich bylo 400 000. V té době byla Anglie, potřebující sěžně na své lodě, ze značné části odkázána na kanadské stromy.

Konfederace v roce 1867 sjednotila jako první kanadskou provincii Quebec, Ontario, Novou Scotii a Nový Brunswick, v roce 1870 se připojila Manitoba, 1871 Britská Kolumbie a 1873 Ostrov prince Edwarda. Dokončení kanadské pacifické dráhy v roce 1885 umožnilo osídlení rozsáhlých prérií. V roce 1905 se ke konfederaci přidružil Saskatchewan a Alberta. Již ale po roce 1880 se tzv. Severozápadní teritorium rozkládalo od Antlatiku ke Skalistým horám. Koncem 19. století vznikla Správa lesů pro celé velké území mezi Ontariem a Britskou Kolumbií.

Od roku 1904 se datují v Kanadě školkařské snahy na podporu farmářského programu zakládání ochranných lesních pásů. V roce 1927 poskytovalo 17 lesních školek potřebné osivo farmářům k zakládání větrolamů (ročně bylo průměrně rozdělováno asi 5 miliónů sazenic). V roce 1931 se stala Lesní služba i výzkumnou lesnickou organizací.

Významný je kanadský lesní zákon z roku 1949, doplněný dalším v roce 1960, který se zmiňuje o Národních parcích, o Službě pro ochranu zvěře a pro teritoriální lesy. Inventarizace půd v roce 1963 přispěla k poznání nejen zemědělské, ale i lesní půdy. V roce 1966 bylo ustanoveno ministerstvo lesů a venkova v souvislosti s vydáním zákona o lesnickém rozvoji a výzkumu. Reorganizačním ustanovením z roku 1970 vzniklo ministerstvo životního prostředí, jehož kompetence byla vztahena i na lesy. Od roku 1973 se ministr rybníkářství stal náměstkem ministra životního prostředí, po sedmi letech se jím stal i ministr lesnictví. V kanadském lesním hospodářství jsou

osmdesátá léta ve znamení ekonomických zásahů, včetně řešení dřevařských problémů. Kanadská federace lesníků z povolení proto doporučila ustavení "Kanadské rady ministrů" pro zlepšení řízení lesního hospodářství v jednotlivých provinciích. Poukázáno bylo přitom na význam Národních parků o rozloze zhruba 130 000 km² a na kanadské indiánské rezervace s výměrou větší než 25 000 km², kde více než polovinu území pokrývají lesy.

Území *Yukonu a Severozápadních teritorií* (sice v rámci federální vlády, přesto s vlastním provinciálním statutem) poskytují kromě neobnovitelných přírodních zdrojů, jako jsou minerální suroviny, ropa a přírodní plyn i dobrou výtěž dřeva na produktivních stanovištích. Lze konstatovat, že stále více stoupá význam víceúčelové funkce lesů.

Ostrov *New Foundland* byl britskou kolonií od roku 1583 až do roku 1949, v podobné situaci byl i Labrador i ostrov Prince Edwarda, kde exploatace dřeva začala již kolem roku 1720, kdy zde byli usídleni první francouzští osadníci. Po převzetí správy těchto území federálními kanadskými úřady probíhá intenzivní zalesňovací program, podobně jako ve Scotii, kde je převaha soukromých vlastníků lesa jako v Novém Brunswicku, kde už v roce 1917 byla zřízena Lesní služba. Zde se lesní hospodářství vyznačuje velkým objemem dodávek dříví. V zásobě dřeva je na pátém místě mezi kanadskými provinciemi, v dodávkách dřeva na čtvrtém místě.

Ve frankofoní provincii *Quebec* došlo už v roce 1868 k veřejné aukci prodeje státních lesů do majetku soukromníků, opakované každoročně až do roku 1889. Od tohoto roku platila soukromá licence těžby dřeva nejdéle na 1 rok. Záměr zvětšit rozlohu lesů vedl vládu v sedmdesátých letech dvacátého století snížit počet udělených licencí z 176 na 56. Od roku 1974 zodpovídá za hospodaření s lesy ministerstvo území, lesů, dolů a energie s provinciální pravomocí. Osmdesátá léta omezila ještě více udílení licencí na těžbu dříví. Předcházelo tomu (v roce 1985) vyhlášení vlády provincie Quebec pod heslem "Vybudovat lesy pro budoucnost" s dalšími pro les prospěšnými opatřeními.

V provincii *Ontario* lze sledovat vývoj lesních poměrů nepřerušeně od roku 1850, kdy severní část byla osídlována novými přistěhovalci. Nejúrodnější půdy jsou však v jižní části provincie. Po první světové válce došlo i zde k odlesňování, aby byla zvětšena rozloha zemědělské půdy. Objevila se však eroze, která donutila vládu provincie vydat v roce 1927 lesní zákon. Po druhé světové válce se historie opakovala v tom, že těžební průmysl silně pronikl do oblasti lesů. Až teprve v roce 1962 se podařilo tento pro les nepříznivý vývoj zastavit. V roce 1973 začalo ministerstvo přírodních zdrojů se strategickým plánováním v lesním hospodářství. Zákaz vývozu vlákniny do USA sice vedl k zakládání vlastních celulózek, nicméně trvalo až do roku 1979, než byl vyhlášen princip zachování nepřetržitého výnosu z lesa, se zřetelem především na dřevařské společnosti. Ale ani v roce 1988 nebylo provincionální vládou jasně vyjádřeno, jak bude k dalšímu návrhu z roku 1986 přihlédnuto zákonodárným sborem.

Provincie *Manitoba*, přičleněná ke konfederaci kanadských provincií v roce 1870, měla od tohoto roku dohled nad stavem lesů v pravomoci federální vlády. Převažují zde jehličnany, avšak s nízkou hektarovou zásobou a s vysokými odvozními náklady. Od roku 1984 platí Lesnický program.

Saskatchewan je provincií, která je považována za nevýznamnou po lesnické

stránce, neboť zde je nejdůležitější pěstování pšenice. Ke konfederaci přistoupil v roce 1905. Lesní zákon z roku 1973 vytýčil zvýšení zásob dříví lepšími metodami pěstování lesa. V roce 1984 byl rozšířen o výnos o znovuzalesňování, pěstební péči, v ochraně lesa a veřejné informovanosti.

Území provincie *Alberta* osídlil první "bílý" muž v roce 1754. Rozsáhlé pozemky, poskytnuté v druhé polovině 19. století Společnosti kanadsko-pacifické dráhy a dalším daly vzniknout rozsáhlé soukromé těžbě lesů. V roce 1899 bylo ustaveno lesnické oddělení při ministerstvu vnitra, které mělo právo vyhlášovat i lesní rezervace, provádět inventarizaci, řídit ochranu lesa a zakládat lesní ochranné pásy. Ke kanadské konfederaci přistoupila *Alberta* v roce 1905. Lesní zákon z roku 1949 usměrnil udílení licencí na těžbu dříví už z aspektu budoucího rozvoje lesního hospodářství. Lesní zákon z roku 1965 sice poskytl značné pravomoci správcům lesů, výsledkem byly postavené nové pily. Rok 1984 byl ve znamení pětileté periody s hlavním účelem zalesnit odlesněné lokality.

Britská Kolumbie je kanadskou provincií, kde lesy a jejich produkce mají prvořadý význam. V roce 1778 zde kapitán Cook našel stromy, které byly velmi vhodné zejména pro stěžně lodí. Už v roce 1832 byly odtud poslány první lodní dodávky dříví do Číny. Ještě v 19. století plynul prospěch z prodeje dříví britské královské koruně. V roce 1912 první lesní zákon vyhlásil Lesní službu, licence na těžbu dříví zůstaly ale pořád ve značném rozsahu. Poválečný lesní zákon z roku 1947 umožnil legalizaci licencí tzv. Lesních farem (Tree Farm Licenses TEL) a Jednotek nepřetržitého výnosu z lesa (Public Sustained Yield Units PSYU). V roce 1974 se konstatuje existence 34 TEL a 44 PSYU s licencí hospodaření nejdéle 21 let, poslední byly vydány v roce 1966. V padesátých a šedesátých letech 20. století bylo postaveno mnoho nových pil. V roce 1976 bylo v důsledku reorganizace zřízeno ministerstvo lesů, jehož úkoly a funkce byly zpřesněny v roce 1978. Na období 1985 - 1990 byly poskytnuty z federálních i provincionálních zdrojů finance na znovuzalesnění území, vytěžených v dřívějších hospodářských podmínkách. Je bez pochyb, že prosperita Britské Kolumbie závisí především na produktivitě lesů.

Kanadské lesní hospodářství stojí dnes celkově před problémem nejen znovuzalesnění, ale i ochrany lesa před hmyzími škůdci, neboť dosavadních 18 mil. ha lesů, ohrožených obalečem, se zřejmě zvýší na 30 mil. ha. Také lesní požáry nejsou zanedbatelné. V červenci 1980 poškodily zhruba 5 mil. ha lesů. Mnoho lesních porostů produktivního věku je v Kanadě vykáceno, zůstávají porosty přestálé se sníženou kvalitou dříví. Z ekologického hlediska to však není tak negativní faktor. Houbové choroby, vítr, spolu s požáry a hmyzem ničí ročně v Kanadě lesy tak, že značná část kanadských produktivních lesů je takto poškozena: ročně přibývá o 200 - 400 tisíc ha poškozených lesů. Podle zprávy kanadské Lesní služby tradiční lesní průmysl těží dnes ročně asi na 800 000 ha, znovuzalesnění je však maximálně čtvrtina. Schopnost lesních půd k přirozené obnově porostů zmlazením je ročně podle odhadu oslabována ve výměře asi 200 - 400 tisíc ha. V roce 1977 jednala o těchto problémech konference pod patronací Kanadské lesnické společnosti. Další takové konference v roce 1980, 1981 a 1986 zdůraznily velký okruh problémů kolem kanadského lesního hospodářství. V roce 1987 byla kritizována ne příliš dobrá práce kanadské Lesní služby, která byla vělena do ministerstva zemědělství, v jehož rámci se předpokládá zvýšit

rozlohu lesních rezervací z dnešních 2,6 % výměry lesů v Kanadě na zhruba 12 % v roce 2000. Prognózy vycházejí z toho, že asi třetina výměry Kanady je vhodná pouze pro lesnické obhospodařování, které musí uvažovat i značně nepříznivé klimatické i růstové podmínky pro lesní dřeviny. Následky dvoustletého devastování Kanadských lesů nemohou být kompenzovány rychle.

Aspekty lesnické politiky v Kanadě byly vysloveny v roce 1987 na národní konferenci o obnově lesních zdrojů. Je nutné rozumně vysvětlovat fyziologické a ekologické podmínky postavení a vztahu lesů ke společnosti v těžbě dříví, ochraně půdy a vody, u pastvy, zvěři v lesích, ochrany lesů, sociálních potřeb včetně reakce lovu, rybářství, kempování, turistiky, tak jak to v námětech této konference vyznělo. Do popředí stále více vystupuje funkce lesa pro ochranu půdy a vody, úsporu dříví, úpravu předpisů vzhledem k rostoucím nárokům společnosti a veřejnosti na užívání lesních zdrojů a ne v neposlední řadě pro ochranu původní flóry a fauny. Jsou vytyčovány kompetence jednotlivých odpovědných institucí, i veřejnosti, bez níž nelze realizovat stanovený program obnovy a udržení kvality kanadských lesů, v očích evropského obyvatelstva obrovský zdroj dříví v nedohledných lesích, což je pravda jenom relativní.

Jak ukazují v publikaci mapky, celkové i podle provincií, Kanada je sice velká země od západu k východu, od Tichého oceánu k Atlantiku v délce asi 5000 km, od jihu k severu zhruba 700 km, má však po lesnické a ekologické stránce mnoho problémů, které bude nutné bezodkladně rozumně řešit. Ekologické myšlenky zde nacházejí našťastí odpovídající uvědomění, kryté relativně dobrými materiálními možnostmi.

Prof. H e a r d e n o y i se podařilo shrnout historický vývoj Kanady z lesnického hlediska a skloubit jej se současnými ekologickými názory tak, aby se publikace stala dobrou přehlednou informací o minulém i současném hospodaření s lesy v této "mladé" a prosperující zemi.

*Ing. Miroslav L a n d a, CSc.,
Ústav krajinné ekologie ČSAV,
České Budějovice*

POKYNY PRO AUTORY VĚDECKÝCH ČASOPISŮ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD ČSFR

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

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. Jednotlivé původní práce nemají přesahovat rozsah 20 stran (včetně tabulek, obrázků a grafů), referát 10 stran. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Technická úprava rukopisu

Úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádek, mezi řádky dvojité mezery). Obrázky mají vyhovovat ČSN 88 2109. Pěrovky, grafy, mapky mají být narysovány tuží na pauzovací papír a popsány šablonou 3,5, aby velikost písma po zmenšení byla alespoň 2 mm. Fotografie mají být ostré. Na zadní straně se vyznačí tužkou pořadové číslo obrázku nebo grafu a napíše se jméno autora článku. Texty k obrázkům a grafům se dodávají na zvláštním listě, umístění se označuje na levém okraji příslušné strany rukopisu číslicí v kroužku. Tabulky se číslují zvlášť římskými číslicemi.

Vlastní úprava práce

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

S o u h r n - Stručný obsah článku začíná jménem autora, adresou pracoviště titulem článku a citací časopisu. Autor musí dodat k původní práci dva souhrny. Jeden, který bude publikován v češtině popř. slovenštině (jedna rukopisná strana) a druhý delší, který bude přeložen do angličtiny (v rozsahu dvě až tři rukopisné strany) s odkazem na tabulky a obrázky. Souhrn pro překlad může autor dodat s anglickými odbornými názvy, popř. celý v angličtině. Tímto opatřením chceme zamezit větším opravám v korektuře.

Klíčová slova (Key words, index terms) - Připojují se po vynechání řádku pod souhrn. Klíčovým slovem rozumíme substantivum, které je nutné pro věcné zařazení předložené práce. Klíčová slova se řadí směrem od obecnějších výrazů ke konkrétním. Začínají malým písmenem a oddělují se středníkem. Jejich počet závisí na povaze práce a neměl by klesnout pod tři a převýšit dvanáct slov.

Ú v o d - Má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce uskutečněna a velmi stručnou formou stav studované otázky. Je nutno se v něm vyhnout rozsáhlým historickým přehledům. Uvádí se bez nadpisu, je možné v něm uvést k práci se vztahující autory, přičemž se doporučuje co nejníž počet autorů.

M a t e r i á l a m e t o d a - Metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní, jinak postačuje citovat autora metod a uvádět jen případné odchylky. Je v nich popsán pokusný materiál. Popis metody by měl umožnit, aby kdokoli z odborníků mohl podle něho a při použití uvedených citací práci opakovat.

V ý s l e d k y - Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních stavů tabulek a dát přednost grafům, anebo tabulky shmout v statistickém hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

D i s k u s e - Obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostatecích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, kteří mají k publikované práci bližší vztah), pokud mají souvislost nebo jsou s předloženou prací nějak srovnatelné.

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

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

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

LESNICTVÍ - FORESTRY č. 2/1992 má obsahovat tyto práce:

Kaněčka P.: Průběh tvorby pupálního oka u housenic ploskohřbetky smrkové *Cephalcia abietis* L.

Novotný J., Hrdý J., Pařez J., Vrkoč J.: Feromónový monitoring *Rhyacionia buoliana* Schiff. při různých populačních hladinách škodcu

Nováček F., Matovič A.: Ekofyziologie kovů ve dřevě a lýku smrku obecného (*Picea abies* (L.) Karst.) z imisní oblasti Beskyd

Chmelař T.: Variabilita konvenční hustoty dřeva větví smrku v závislosti na poloze větví v koruně

Páv B.: Stanovení kvality sazenic ve školce na ploše (tabuli ev. záhonu)

Prudič L.: Záměna dubu bukem v Moravských Karpatech

Rukopisy odevzdány k tisku 20. 1. 1992

Podepsáno k tisku 7. 7. 1992

Vědecký časopis LESNICTVÍ • Vydává Akademie zemědělských věd ČSFR - Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka RNDr. Marie Forejtová • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Tisk LAIWA PRESS Plzeň, pobočka Příbram, P.O.BOX 26, 307 76 Plzeň

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku Kafkova 19, 160 00 Praha 6